

# **АГРОБІОЛОГІЯ**

*Збірник наукових праць*

**№ 2 (167) 2021**

УДК 631/635(062.552):378.4(477.41)БНАУ  
А 26

Агробіологія = Agrobiology: збірник наукових праць. № 2 (167) 2021. Білоцерківський національний аграрний університет. Біла Церква: БНАУ, 2021. 229 с. DOI 10.33245

Засновник, редакція, видавець і виготовлювач:  
Білоцерківський національний аграрний університет (БНАУ)

Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ  
(Протокол № 10 від 09.12.2021 р.)

«Агробіологія» («Agrobiology») – збірник наукових праць є фаховим виданням, який включено до Переліку наукових фахових видань України категорії «Б» (Наказ Міністерства освіти і науки України № 1643 від 28.12.2019 р.), і є продовженням «Вісника Білоцерківського державного аграрного університету», започаткованого 1992 року. Збірник представлено на порталі Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus, Google Scholar, Crossref.

**Редакційна колегія:**

Головний редактор – **Карпук Л.М.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
Заступник головного редактора – **Єзерковська Л.В.**, канд. с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

**Члени редакційної колегії:**

**Базиль П.**, гол. інженер, Французька асоціація географічної інформації (AFIGEO), Сен-Манде, Франція  
**Белік П.**, д-р габіл., проф., Словацький сільськогосподарський університет, Нітра, Словацька Республіка

**Вахній С.П.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Грабовський М.Б.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Демидась Г.І.**, д-р с.-г. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

**Ішук Л.П.**, д-р біол. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Лавров В.В.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Литвиненко М.А.**, д-р с.-г. наук, проф., академік НААН, Селекційно-генетичний інститут Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення, Одеса, Україна

**Лобачова С.В.**, ст. викладач, Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Марченко А.Б.**, д-р с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Примак І.Д.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Рубік Х.**, д-р філософії, доц., Чеський університет природничих наук, Прага, Чехія  
**Сич З.Д.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Ткаченко Н.**, д-р філософії, Університет Варвіка, Ковентрі, Великобританія  
**Фучило Я.Д.**, д-р с.-г. наук, проф., Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Київ, Україна

**Хахула В.С.**, канд. с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Хрик В.М.**, канд. с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Шароглазова Г.О.**, канд. техн. наук, доц., Полоцький державний університет, Полоцьк, Білорусь  
**Юхновський В.Ю.**, д-р с.-г. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

**Editorial board:**

Editor-in-Chief – **Karpuk L.**, D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine  
Deputy Editor-in-Chief – **Ezerkovska L.**, PhD, Assistant Professor, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

**Members of editorial board:**

**Bazile P.**, Chief Engineer, French Association for Geographic Information (AFIGEO), Saint-Mandé, France  
**Bielik P.**, Dr habil., Professor, Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic  
**Demydas' G.**, Dr of Agriculture Science, Professor, National University of Life and Environmental Sciences, Kyiv, Ukraine

**Fuchylo Ya.**, Dr of Agriculture Science, Professor, Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAN, Kyiv, Ukraine

**Grabovskyi M.**, Dr of Agriculture Science, Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Ishchuk L.**, Dr of Biological Science, Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Khakhula V.**, Candidate of Agricultural Science, Associate Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Khryk V.**, Candidate of Agricultural Science, Associate Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Lavrov V.**, Dr of Agriculture Science, Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Lobachova S.**, Senior Lecturer, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Lytvynenko M.**, Dr of Agriculture Science, Professor, Academician of NAAS, Breeding and Genetic Institute of the National Center for Seed Science and Variety Research, Odessa, Ukraine

**Marchenko A.**, Dr of Agriculture Science, Associate Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Prymak I.**, Dr of Agriculture Science, Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Roubík H.**, PhD, Associate Professor, Czech University of Life Sciences, Prague, Czech Republic

**Sharoglazova G.**, Candidate of Technical Science, Associate Professor, Polotsk State University, Polotsk, Belarus

**Sych Z.**, Dr of Agriculture Science, Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Tkachenko N.**, PhD, University of Warwick, Coventry, United Kingdom

**Vakhniy S.**, Dr of Agriculture Science, Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Yukhnovskiy V.**, Dr of Agriculture Science, Professor, National University of Life and Environmental Sciences, Kyiv, Ukraine

**Редакционная коллегия:**

Главный редактор – **Карпук Л.М.**, д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина  
Заместитель главного редактора – **Езерковская Л.В.**, канд. с.-х. наук, доц., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

**Члены редакционной коллегии:**

**Базиль П.**, пл. инженер, Французская ассоциация географической информации (AFIGEO), Сен-Манде, Франция

**Белик П.**, д-р габил., проф., Словацкий сельскохозяйственный университет, Нитра, Словацкая Республика

**Вахний С.П.**, д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

**Грабовский М.Б.**, д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

**Демидась Г.И.**, д-р с.-х. наук, проф., Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, Украина

**Ищук Л.П.**, д-р биол. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

**Лавров В.В.**, д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

**Литвиненко М.А.**, д-р с.-х. наук, проф., академик НААН, Селекционно-генетический институт Национального центра семеноведения и сортоизучения, Одесса, Украина

**Лобачева С.В.**, ст. преподаватель, Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

**Марченко А.Б.**, д-р с.-х. наук, доц., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

**Примак И.Д.**, д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

**Рубик Х.**, д-р философии, доц., Чешский университет естественных наук, Прага, Чехия

**Сыч З.Д.**, д-р с.-х. наук, проф., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

**Ткаченко Н.**, д-р философии, Университет Варвика, Ковентри, Великобритания

**Фучило Я.Д.**, д-р с.-х. наук, проф., Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН, Киев, Украина

**Хахула В.С.**, канд. с.-х. наук, доц., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

**Хрик В.М.**, канд. с.-х. наук, доц., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

**Шароглазова Г.О.**, канд. техн. наук, доц., Полоцкий государственный университет, Полоцк, Беларусь

**Юхновский В.Ю.**, д-р с.-х. наук, проф., Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, Украина

Адреса редакції: Білоцерківський національний аграрний університет, Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, 09117, Україна, e-mail: redakciaviddil@ukr.net.

## ЗМІСТ

## АГРОНОМІЯ

<b>Баб'яж А.І., Чередничок О.І., Григоренко Н.А.</b> Вивчення поліморфізму за ISSR маркерами представників біоенергетичних культур родів <i>Miscanthus</i> та <i>Salix</i> .....	7
<b>Вдовенко С.А., Гетман Н.Я., Дідур І.М.</b> Інтенсивність накопичення розторопшею плямистою свинцю та кадмію на різних ґрунтах.....	15
<b>Гамор А.Ф., Садовська Н.П., Попович Г.Б.</b> Ріст, урожайність та збереженість коренеплодів пастернаку за вирощування у передгірній зоні Закарпаття.....	22
<b>Грабовський М.Б., Вахній С.П., Лозінський М.В., Панченко Т.В., Басюк П.Л.</b> Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від застосування комплексних мінеральних добрив.....	33
<b>Дюрдієва І.П., Рябовол Я.С., Рябовол Л.О.</b> Походження та агробіологічна характеристика сорту пшениці м'якої озимої Уманська царівна.....	43
<b>Дрига В.В., Доронін В.А., Карпук Л.М., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Павліченко А.А., Шубенко Л.А.</b> Сорткування насіння проса прутоподібного ( <i>Panicum virgatum</i> L.) за сукупністю ознак....	50
<b>Дубчак О.В.</b> Оцінювання багатонасінних батьківських компонентів гібридів цукрових буряків за показниками продуктивності та створених на їх основі пробних гібридів .....	57
<b>Калантир В.В., Господаренко Г.М., Любич В.В., Желєзна В.В.</b> Формування індивідуальної продуктивності пшениці твердої озимої за її структурними складовими залежно від системи удобрення.....	65
<b>Кириленко В.В., Гуменюк О.В., Дубовик Н.С., Сабадин В.Я., Трохимчук А.Ф., Терещенко Д.О., Береза І.С., Шквара О.В.</b> Зав'язування зерен <i>Triticum aestivum</i> L. залежно від умов року за схрещування сортів із 1AL.IRS та 1BL.IRS транслокаціями.....	75
<b>Кімєйчук І.В., Радько Р.П., Хрик В.М., Левандовська С.М., Соколенко К.І., Ребко С.В.</b> Оцінка стану лісових культур, створених на перелогових землях Рівненщини.....	84
<b>Лозінський М.В., Устинова Г.Л., Гуцалюк Н.В., Крицька М.О., Прєлипєв Р.А., Бакуменко О.Ю.</b> Трансгресивна мінливість кількості зерен головного колосу у популяціях F <sub>2</sub> за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої.....	95
<b>Овчарук О.В., Калєнська С.М., Овчарук В.І., Ткач О.В.</b> Характеристика структури продуктивності, урожайності та якісного складу зерна сортів квасолі звичайної ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	106
<b>Польовий В.М., Ященко Л.А., Ровна Г.Ф.</b> Винос біогенних елементів кукурудзою на зерно залежно від удобрення і вапнування у Західному Поліссі.....	116
<b>Примак І.Д., Панченко О.Б., Панченко І.А., Федорук Ю.В., Ображій С.В., Войтовик М.В., Присяжнюк Н.М.</b> Продуктивність і удобрювальна цінність післяжнивної гірчиці білої на зелене добриво залежно від попередників, систем основного обробітку і удобрення.....	124
<b>Сенчук М.М.</b> Впровадження механізованого вермикомпостування для утилізації рослинних відходів садово-паркових господарств.....	137
<b>Сіліфонов Т.В., Господаренко Г.М., Любич В.В., Полянецька І.О., Новіков В.В.</b> Урожайність і якість зерна різностиглих сортів пшениці м'якої озимої за різних систем удобрення в сівозміні.....	146
<b>Тєрнавський А.Г., Щєтина С.В., Слободяник Г.Я., Кецкало В.В.</b> Вплив різних видів абсорбенту та мульчувальних матеріалів на продуктивність і якість урожаю шпалерного огірка у Лісостепу України.....	157
<b>Ткаченко М.А., Борис Н.Є., Задубинна Є.В., Тарасенко Т.В., Подоляко А.М.</b> Часові та просторові зміни структурно-агрегатного складу чорнозему типового за різного антропогенного навантаження.....	166
<b>Фурманець М.Г., Фурманець Ю.С., Фурманець І.Ю.</b> Вплив систем обробітку ґрунту та удобрення на запаси продуктивної вологи під агрофітоценозами у сівозміні.....	176
<b>Шєвченко І.В., Минкін М.В., Минкіна Г.О.</b> Режими краплинного зрошення винограду та їх ефективність.....	183
<b>Яковенко Р.В.</b> Продуктивність і економічна ефективність вирощування насаджень груші за оптимізованого удобрення.....	193

## ЕКОЛОГІЯ

<b>Валєрко Р.А., Герасимчук Л.О.</b> Агроєкологічне навантаження на сільські селітебні території Житомирської області як чинник вмісту нітрогену у питній воді.....	200
<b>Дубовий В.І., Адамович І.В., Дубовий О.В.</b> Еколого-економічні особливості субстратів для вирощування рослин в умовах закритого ґрунту ( <i>оглядова</i> ).....	208
<b>Lavrov V., Grabovska T.</b> Methodological approaches in the study of agroecosystems' biodiversity ( <i>Лавров В.В., Грабовська Т.О. Методологічні підходи у дослідженні біорізноманіття в агроєкосистемах</i> ).....	217

## CONTENT

## AGRONOMY

<b>Babiazh A., Cherednychok O., Hryhorenko N.</b> Studying polymorphism through ISSR markers of the genus <i>Miscanthus</i> and <i>Salix</i> bioenergy cultures representatives.....	7
<b>Vdovenko S., Hetman N., Didur I.</b> The intensity of lead and cadmium accumulation of milk thistle in various soils.....	15
<b>Hamor A., Sadovska N., Popovich H.</b> Growth, yield and preservation of parsnip roots for cultivation in the foothills of Transcarpathia. ....	22
<b>Grabovskiy M., Vakhniy S., Lozinskyi M., Panchenko T., Basyuk P.</b> Grain productivity hybrids of corn depending on the use of complex mineral fertilizers.....	33
<b>Diordiieva I., Riabovol Ia., Riabovol L.</b> Origin and agrobiological potential of the Umanska tsarivna soft winter wheat variety.....	43
<b>Dryga V., Doronin V., Karpuk L., Kravchenko Yu., Doronin V., Pavlichenko A., Shubenko L.</b> Sorting of Switchgrass ( <i>Panicum virgatum</i> L.) seeds by a set of signs.....	50
<b>Dubchak O.</b> Estimation of multigerm paternal components of sugar beet hybrids on the efficiency parameters and test hybrids created on their basis.....	57
<b>Kalantir V., Hospodarenko H., Liubych V., Zhelyezna V.</b> Formation of individual productivity of winter durum wheat by its structural components depending on the fertilizer system.....	65
<b>Kyrylenko V., Humeniuk O., Dubovyk N., Sabadyn V., Trokhymchuk A., Tereshchenko D., Bereza I., Shkvara O.</b> <i>Triticum aestivum</i> L. grain formation depending on the conditions of the year when crossing varieties with 1AL.1RS and 1BL.1RS translocations.....	75
<b>Kimeichuk I., Radko R., Khryk V., Levandovska S., Sokolenko K., Rebko S.</b> Assessment of forest crops created on the dependent lands of Rivne region.....	84
<b>Lozinskyi M., Ustinova H., Gutsalyuk N., Kritskaya M., Prelypov R., Bakumenko O.</b> Transgressive variability of the main ear grains number in F <sub>2</sub> populations in hybridization of soft winter wheat varieties that differ in early ripening.....	95
<b>Ovcharuk O., Kalenska S., Ovcharuk V., Tkach O.</b> Characteristics of the productivity structure, yield and quality composition of beans grain varieties ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	106
<b>Polovyi V., Yashchenko L., Rovna H.</b> Removal of nutrients by corn depending on fertilization and liming in Western Polissia.....	116
<b>Prymak I., Panchenko O., Panchenko I., Fedoruk Y., Obrazhyi S., Voytovyk M., Prisyazhnyuk N.</b> Productivity and fertilizer value of white mustable mustard on green fertilizer depending on preparators, main processing systems and processing .....	124
<b>Senchuk M.</b> Introduction of mechanized vermicomposting for utilization of vegetable waste of horticultural farms.....	137
<b>Silifonov T., Hospodarenko H., Liubych V., Polianetska I., Novikov V.</b> Yield and grain quality of maturing stages of soft winter wheat with different fertilizer systems in crop rotation.....	146
<b>Ternavskiy A., Shchetyna S., Slobodianyk H., Ketskalo V.</b> Influence of various types of absorbent and mulching materials on the productivity and quality of the harvest of cucumbers in the Forest-steppe of Ukraine.....	157
<b>Tkachenko M., Borys N., Zadubynna E., Tarasenko T., Podolyako A.</b> The temporal and spatial changes in the structural and aggregate composition of typical chernozem with different anthropogenic stress.....	166
<b>Furmanetc M., Furmanetc Y., Furmanetc I.</b> Influence of tillage and fertilizer systems on productive moisture reserves under agrophytocenosis in crop rotation.....	176
<b>Shevchenko I., Mynkin M., Mynkina H.</b> Grapes drip irrigation regimes and their efficiency.....	183
<b>Yakovenko R.</b> Productivity and economic efficiency of pear-tree plantations under optimized fertilization.....	193

## ECOLOGY

<b>Valerko R., Herasymchuk L.</b> Agroecological load on rural residential areas of Zhytomyr region as a factor of nitrogen content in drinking water.....	200
<b>Dubovy V., Adamovych I., Dubovy O.</b> Ecological and economic features of substrates for growing plants in greenhouses. ....	208
<b>Lavrov V., Grabovska T.</b> Methodological approaches in the study of agroecosystems' biodiversity.....	217

## СОДЕРЖАНИЕ

## АГРОНОМИЯ

<b>Бабьяж А.И., Чередничок О.И., Григоренко Н.А.</b> Изучение полиморфизма по ISSR маркерам представителей биоэнергетических культур родов <i>MISCANTHUS</i> и <i>SALIX</i> .....	7
<b>Вдовенко С.А., Гетман Н.Я., Дидур И.Н.</b> Интенсивность накопления расторопшей пятнистой свинца и кадмия на разных почвах.....	15
<b>Гамор А.Ф., Садовська Н.П., Попович Г.Б.</b> Рост, урожайность и сохранность корнеплодов пастернака при выращивании в предгорной зоне Закарпатья.....	22
<b>Грабовский Н.Б., Вахний С.П., Лозинский Н.В., Панченко Т.В., Басюк П.Л.</b> Зерновая продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от применения комплексных минеральных удобрений....	33
<b>Диордиева И.П., Рябовол Я.С., Рябовол Л.О.</b> Происхождение и агробиологический потенциал сорта пшеницы мягкой озимой Уманская царевна.....	43
<b>Дрыга В.В., Доронин В.А., Карпук Л.М., Кравченко Ю.А., Доронин В.В., Павличенко А.А., Шубенко Л.А.</b> Сортировка семян проса прутьевидного ( <i>Panicum virgatum</i> L.) по совокупности признаков.....	50
<b>Дубчак О.В.</b> Оценка многосемянных отцовских компонентов гибридов сахарной свеклы по показателям продуктивности и созданных на их основании пробных гибридов.....	57
<b>Калантир В.В., Господаренко Г.Н., Любыч В.В., Железная В.В.</b> Формирование индивидуальной продуктивности пшеницы твердой озимой по ее структурным составляющим в зависимости от системы удобрения.....	65
<b>Кириленко В.В., Гуменюк А.В., Дубовик Н.С., Сабатин В.Я., Трохимчук А.Ф., Терещенко Д.А., Береза И.С., Шквара А.В.</b> Завязывание зерен <i>Triticum aestivum</i> L. в зависимости от условий года при скрещивании сортов с 1AL.1RS и 1BL.1RS транслокациями .....	75
<b>Кимейчук И.В., Радько Р.П., Хрик В.М., Левандовская С.Н., Соколенко К.И., Ребко С.В.</b> Оценка состояния лесных культур, созданных на залежных землях Ровенщины.....	84
<b>Лозинский М.В., Устинова Г.Л., Гуцалюк Н.В., Крицкая М.А., Прелипов Р.А., Бакуменко А.Ю.</b> Трансгрессивная изменчивость количества зерен главного колоса в популяциях F <sub>2</sub> при гибридизации разных по скороспелости сортов пшеницы мягкой озимой.....	95
<b>Овчарук О.В., Каленская С.М., Овчарук В.И., Ткач О.В.</b> Характеристика структуры производительности, урожайности и качественного состава зерна сортов фасоли обыкновенной ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	106
<b>Полевой В.М., Ященко Л.А., Ровна Г.Ф.</b> Вынос биогенных элементов кукурузой на зерно в зависимости от удобрения и известкования в Западном Полесье.....	116
<b>Примак И.Д., Панченко А.Б., Панченко И.А., Федорук Ю.В., Ображий С.В., Войтовик М.В., Присяжнюк Н.М.</b> Производительность и удобрительная ценность послежнивной горчицы белой на зеленое удобрение в зависимости от предшественников, систем основной обработки и удобрения.....	124
<b>Сенчук Н.Н.</b> Внедрение механизированного вермикомпостирования для утилизации растительных отходов садово-парковых хозяйств.....	137
<b>Силифонов Т.В., Господаренко Г.Н., Любыч В.В., Полянецкая И.О., Новиков В.В.</b> Урожайность и качество зерна разноспелых сортов пшеницы мягкой озимой при различных системах удобрения в севообороте.....	146
<b>Тернавский А.Г., Щетина С.В., Слободяник Г.Я., Кецкало В.В.</b> Влияние различных видов абсорбента и мульчирующих материалов на производительность и качество урожая шпалерных огурцов в Лесостепи Украины.....	157
<b>Ткаченко Н.А., Борис Н.Е., Задубинна Е.В., Тарасенко Т.В., Подоляко А.М.</b> Временные и пространственные изменения структурно-агрегатного состава чернозема типичного при различных антропогенных нагрузках.....	166
<b>Фурманец М.Г., Фурманец Ю.С., Фурманец И.Ю.</b> Влияние систем обработки почвы и удобрения на запасы продуктивной влаги под агрофитоценозами в севообороте.....	176
<b>Шевченко И.В., Мынкин Н.В., Мынкина А.А.</b> Режимы капельного орошения винограда и их эффективность.....	183
<b>Яковенко Р.В.</b> Продуктивность и экономическая эффективность выращивания насаждений груши при оптимизированном удобрении.....	193

## ЭКОЛОГИЯ


<b>Валерко Р.А., Герасимчук Л.А.</b> Агроэкологическая нагрузка на сельские селитебные территории Житомирской области как фактор содержания азота в воде.....	200
<b>Дубовой В.И., Адамович И.В., Дубовой О.В.</b> Эколого-экономические особенности субстратов для выращивания растений в условиях закрытой почвы.....	208
<b>Lavrov V., Grabovska T.</b> Methodological approaches in the study of agroecosystems' biodiversity (Лавров В.В., Грабовская Т.А. Методологические подходы в исследовании биоразнообразия в агроэко-системах).....	217

## АГРОНОМІЯ

УДК: 633.282:582.623.2:620.952:575.22:575.8:577.02

**Вивчення поліморфізму за ISSR маркерами представників біоенергетичних культур родів *Miscanthus* та *Salix***Баб'яж А.І. , Чередничок О.І. , Григоренко Н.А. 

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

 mgplab13@gmail.com, bono02@ua.fm, grygorenko.na@gmail.com

Баб'яж А.І., Чередничок О.І., Григоренко Н.А. Вивчення поліморфізму за ISSR маркерами представників біоенергетичних культур родів *Miscanthus* та *Salix*. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 7–14.

Babiazh A., Cherednychok O., Hryhorenko N. Studying polymorphism through ISSR markers of the genus *Miscanthus* and *Salix* bioenergy cultures representatives. «Agrbiology», 2021. no. 2, pp. 7–14.

Рукопис отримано: 06.08.2021 р.

Прийнято: 23.08.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-7-14

Метою роботи є аналіз геному представників міскантусу та верби енергетичної, які належать колекції ІБКіЦБ НААН України, методом ISSR – PCR для оцінювання їх генетичного різноманіття та виявлення рівня поліморфізму. Розвиток біоенергетики у світі та Україні спонукав сільгоспвиробників до використання культур, що раніше не були об'єктом їх уваги, як біоенергетичних рослин. У роботі використано класичні лабораторні методи для проведення ПЛР аналізу, а саме виділення ДНК, проведення полімеразної ланцюгової реакції (ISSR –аналіз), електрофоретичний розподіл одержаних ПЛР-продуктів в агарозному гелі, статистичний метод. Виділення ДНК проводили стандартним методом екстракції ЦТАБ. Тотальну ДНК виділяли з вегетативних органів, окремо з кожної рослини.

Для аналізу молекулярно-генетичного поліморфізму роду *Miscanthus* було використано три праймери ISSR. У результаті ампліфікації виявлено 14 локусів, 13 з яких були поліморфними. Індекс поліморфізму локусів коливався від 0,83 до 0,95. За допомогою праймерів ISSR 2 та ISSR 4 виявлено 100 % поліморфізм, оскільки 11 локусів, виявлених за їх участю, були поліморфними. Використання ISSR 1 дало змогу виявити три алелі: один – у *M. sinensis Andersson*, два алелі – у *M. sacchariflorus (Maxim.) Franch.*, а три амплікони виявлено у *M. giganteus JM Greef & Deuter ex Hodkinson*. Для аналізу молекулярно-генетичного поліморфізму роду *Salix* було використано два праймери – ISSR 2 та ISSR 4. Встановлено, що інформативним було застосування праймера ISSR 4, за допомогою якого виявлено 7 ампліконів, з показником індексу поліморфності локусу 0,38, за частоти алелей в межах 0,2–0,8. Отже, є амплікони, які присутні в більшості зразків вибірки. Амплікони з частотою 0,2 та довжиною 570 і 720 п.н зустрічаються у двох зразках – клон верби шведський та верба шерстистопагінцева.

Найбільшу кількість поліморфних локусів було отримано за допомогою праймера ISSR 4. За вивчення *M. giganteus* виявлено алелі, що підтверджують його гібридне походження. Праймер ISSR 4 також може бути використаний для диференціації представників роду *Salix*, адже виявив амплікони з довжиною 570 і 720 п.н. з частотою 0,2, які зустрічаються у двох зразках: клон верби шведський та верба шерстистопагінцева, і його доцільно використовувати для диференціації представників роду *Salix*. Використання отриманих даних дає змогу оцінити генетичне різноманіття наявних видів роду *Miscanthus* та *Salix* для точної їх ідентифікації серед зразків колекції.

**Ключові слова:** генотипи, род *Miscanthus*, род *Salix*, ISSR-поліморфізм, локуси.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Біоенергетика, або енергетика на основі біомаси, посідає досить відокремлене місце серед відновлюваних енергетичних ресурсів. На відміну від енергії Сонця та вітру, які нерідко називають новими видами енергії, спалювання біомаси (дров, торфу) для обігріву та приготування їжі – одне з найстаріших джерел отримання енергії людиною. Отже, цей вид енергоресурсу зовсім не новий. Однак альтернативним є процес отримання енергії та раціоналізація методів використання цього енергоресурсу [1, 2]. Основною перевагою використання відновлюваних енергоресурсів є їх невичерпність та відносна екологічна чистота порівняно з мінеральними видами палива, основним недоліком – періодичність отримання та неоднаковий енергетичний потенціал. Однак цей недолік можна ліквідувати за умови комплексного використання різних видів відновлюваних джерел та акумуляторів енергії [3]. Виділяють наступні основні групи відновлюваних органічних енергоносіїв [4]: 1 – деревина, її відходи, продукти санітарної рубки лісів, торф, листя, тирса та ін.; 2 – рослини, які спеціально вирощують для енергетичних потреб (тополя, верба, міскантус, водорості тощо); 3 – відходи сільськогосподарського виробництва рослинного та тваринного походження (стебла рослин, лушпиння, гній, послід та ін.); 4 – відходи життєдіяльності людей, зокрема промислової діяльності (тверді та рідкі побутові стоки, відходи харчової промисловості, сміття та ін.). Надзвичайно бурхливий розвиток біоенергетики у світі спонукав до широкого використання нових культур, які раніше не були об'єктом уваги сільгоспвиробників. Це призвело до створення популяцій біоенергетичних культур, походження яких часто не встановлено, а подекуди, взагалі не досліджувалось. Сучасна селекція біоенергетичних культур спрямована на підвищення вмісту целюлози, сухої речовини, підвищення продуктивності біомаси [5, 6].

Сучасна селекція спрямована на отримання сортів з високими базовими показниками продуктивності: підвищеною урожайністю сухої біомаси, посухостійкістю, зимостійкістю та наявністю у своєму складі природних біополімерів. Одна з найбільш перспективних біоенергетичних культур – міскантус [7, 8]. За даними IENICA-CROPS DATABASE, продуктивність *Miscanthus giganteus* наразі становить 11,7–25,3 т/га сухої біомаси на рік, а результати визначення хімічного складу підтверджують вміст целюлози в межах 44 %, лігніну – 17 % та геміцелюлози – 24 % [9, 10]. Рослини роду *Miscanthus* характеризуються широким

рівнем різноманіття за морфологією та плоідністю. Розповсюджений *M. giganteus* J.M. Greef & Deuter ex Hodkinson & Renvoize є природним триплоїдом, оскільки це гібрид між диплоїдом *M. sinensis* Andersson та тетраплоїдом *M. sacchariflorus* (Maxim.) Franch. Ефективна продуктивність біомаси отриманого триплоїда обумовлена ефектом гетерозису, який зазвичай виникає у гібридних сортів. Водночас не встановлено генетичні джерела їх походження, локальність використання та особливості їх модифікаційних варіацій [11, 12]. Отже, постає необхідність у проведенні досліджень із застосуванням генетичних маркерів наявних селекційних зразків, найбільш цінних для подальшої селекційної роботи. Адже відбір вихідного матеріалу базується на потребі максимально реалізувати потенціал генетичного різноманіття досліджуваних видів. Застосування новітніх методів аналізу селекційного матеріалу дасть змогу значно зменшити затрати та оптимізувати селекційний процес [13].

Для характеристики генетичних ресурсів із колекцій RBG Kew та ADAS Arthur Rickwood Research Station, Великобританія під час порівняльного аналізу [14] використовували маркери AFLP (Amplified fragment length polymorphism – праймери зі штучно доданими послідовностями – адаптерами) та ISSR (Inter simple sequence repeat – маркери, засновані на міжмікротелітних послідовностях). Для генотипів *M. giganteus* (11 таксонів) не було виявлено змін за допомогою маркерів ISSR та незначних варіацій, на відміну від *M. sinensis* (50 таксонів), для якого встановлено високий рівень варіацій. В іншому дослідженні [15] підтверджено, що 14 з 15 зразків *M. giganteus*, що зібрані з ботаничних садів Дубліна, Ірландія та Університету Гогенхайма, Німеччина, які були проаналізовані за допомогою SSR маркерів за 6 локусами, належали до одного гаплотипу, тимчасом аналіз *M. sinensis* та *M. sacchariflorus* вказував на високий рівень поліморфізму для певних алелів.

**Мета дослідження** полягала в аналізі генетичних представників міскантусу та верби енергетичної методом ISSR – PCR для оцінювання їх генетичного різноманіття та виявлення рівня поліморфізму. Для дослідження рівнів молекулярно-генетичного поліморфізму у представників рослин біоенергетичних культур необхідно вивчати високоваріабельні послідовності, які б дали змогу диференціювати близькородинні об'єкти. Варіабельним мікротелітам властивий кодомінантний тип успадкування, що дає можливість виявляти гетерозиготи. Отже, доцільно використовувати ISSR-ПЛП (inter simple sequence repeats), що має низку переваг порів-



няно з іншими модифікаціями ПЛР, по-перше: немає необхідності у попередньому секвенуванні досліджуваних послідовностей, по-друге: досліджується суттєва частина геному, оскільки участки, що є комплементарними до ISSR-праймерів, локалізовані по всьому геному.

**Матеріал і методи дослідження.** Представники видів роду *Miscanthus* характеризуються різноманітністю, однак джерела походження представників різних видів, а іноді і в межах одного виду, не встановлено. Нині створено понад 100 сортів міскантусу, що відрізняються формою і забарвленням суцвіть – від чисто білого і рожевого до коричнево-бордового, а також формою, розміром і забарвленням листків – від тонких, витончено вигнутих, до міцних вертикальних, мають зелене, жовтувате, рожеве, коричневе забарвлення та поздовжні або поперечні смуги білого, кремового або жовтого кольору [16]. Верби (*Salix L.*) – це дводомні листопадні ентомофільні фанерофіти з симподіальним типом наростання пагонів, черговим розміщенням листків, суцвіттями-сережками, сильно зредукованою оцвітінною і дрібним насінням, забезпеченими пучком волосків. Ця група рослин вирізняється високим рівнем внутрішньовидової мінливості і високою видовою різноманітністю (до роду *Salix* належать 300–500 видів і таксонів видового рангу). Ще одна особливість верб – здатність до міжвидової гібридизації (ауткросингу), причому, успіх гібридизації не завжди корелює з рівнем плодючості і положенням у системі роду [17, 18].

Вивчення генетичного різноманіття проводили на сформованих модельних популяціях груп рослин різних видів роду *Miscanthus* та роду *Salix* колекції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. До складу модельної популяції роду *Miscanthus* залучено 10 зразків: *M. giganteus* – 6, *M. sinensis* – 3, *M. sacchariflorus* – 2.

Для проведення оцінювання молекулярно-генетичного поліморфізму колекції роду *Salix* створено модельну популяцію, яка складається з 10 представників: верба прутівидна *S. viminalis L.*, верба тритичинкова класична *S. triandra L.*, верба матсуда (звивиста) *S. matsudana Vill*, верба попеляста *S. cinerea*

*L.*, верба біла *S. alba L.*, верба біла, різновид з жовтою корою *S. alba L.*, клон верби шведський *S. viminalis L.*, верба шерстистопагінцева *S. dasyclados L.*, верба гостролиста *S. acatifolia L.*, сорт верби Збруч *S. viminalis L.*

У роботі використовували лабораторні методи: виділення ДНК, проведення полімеразної ланцюгової реакції, електрофоретичний розподіл одержаних ПЛР-продуктів в агарозному гелі, розраховували статистичні показники, а саме індекс поліморфності локусу за формулою:  $PI = 1 - p^2 - q^2$ , де  $p$  – присутність амплікона,  $q$  – відсутність амплікона; та відсоток поліморфізму, як відношення поліморфних ампліконів до загального числа детектованих ампліконів [19].

Для виділення ДНК з рослинного матеріалу застосовували стандартний метод екстракції з використанням ЦТАБ – цетилтриметиламонію бромід. ДНК розчиняли у 50–100 мкл ТЕ розчину з додаванням РНКаз А (кінцева концентрація ДНК 1 мкг/мл). Концентрацію виділеної ДНК визначали в 0,8 % агарозному гелі відповідно до стандартних розчинів [20, 21].

Постановку ПЛР проведено з використанням наборів реагентів PCR Mix 2x (NEOGENE). До її складу входила інгібована для «гарячого старту» Таq-полімераза, суміш дезоксинуклеозидтрифосфатів та  $MgCl_2$  в складі оптимізованої буферної системи. Реакційна суміш для проведення аналізу об'ємом 20 мкл містила такі компоненти: 10 мкл 2X суміші для ПЛР; 20 нг досліджуваної ДНК та відповідну кількість праймера.

Підбір праймерів для аналізу рослин проводили за літературними даними, водночас враховували генетичні маркери, що характеризувались високим рівнем диференційної здатності. Основні структурні характеристики та оптимальну температуру відпалу праймерів наведено у таблиці 1 [19].

Під час проведення ПЛР з HotStartTaq ДНК полімеразою дотримувались таких температурних умов: 1 крок – початкова денатурація – 10 хв за 94 °C; 2 крок – 30–33 цикли – 0,5 хв денатурація за 93 °C, 0,5 хв відпал за температури відповідно до характеристики праймеру, елонгація 1 хв за 72 °C; 3 крок – заключна елонгація – 5 хв за 72 °C.

Таблиця 1 – Характеристика залучених в роботу ISSR –праймерів

Назва праймера	Нуклеотидна послідовність 5' ..... 3'	К-ть нуклеотидів, шт.	CG-склад, %	Температура відпалу, °C
ISSR 1	CTgCTgCTgCTgCTgCTgCTg	22	68,2	67,7
ISSR 2	gAggAggAggAggAggAgC	19	68,4	64
ISSR 4	gACAgACAgACAgACAgACA	20	50	58

Після закінчення ПЛР проводили електрофоретичне розділення продуктів у 2 % агарозному гелі з додаванням броміду етидію в 1X TBE за постійної напруги 2–6 В/см<sup>2</sup> гелю впродовж трьох годин [20, 21].

Фіксацію електрофоретичного розподілу продуктів ПЛР проводили за допомогою системи документування гелів, що складається з транслюмінатора, який випромінює світло в ультрафіолетовому діапазоні, відеосистеми з цифровою камерою та комп'ютера для аналізу отриманих зображень [20, 21].

#### Результати дослідження та обговорення.

У дослідженнях робоча вибірка складалась з 10 рослин кожного з представників біоенергетичних культур, ДНК виділяли з вегетативних органів відібраних матеріалів, індивідуально з кожної рослини. Вивчаючи 18 різновидів представників роду *Miscanthus* 15 ISSR праймерами, автори [19] виявили 112 алелей з 100 % поліморфізмом, тому ці праймери було використано в роботі. Під час аналізу методом ISSR – PCR молекулярно-генетичного поліморфізму рослин роду *Miscanthus* колекції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України було виявлено 14 локусів, з яких 13 були поліморфними, що свідчить про високий рівень поліморфізму. Високу диференційну здатність локусу доводив його індекс поліморфності, який коливався у межах від 0,83 до 0,95 (таблиця 2).

Дослідження рослинних зразків роду *Miscanthus* з використанням маркерів ISSR 2 та ISSR 4 виявили 100 % поліморфізм, оскільки отримані за їх участі 11 локусів були поліморфними. Робочу вибірку сформовано на основі популяцій, про що свідчить високий рівень поліморфізму, адже переважна частка локусів виявилась поліморфною.

За умов проведення ПЛР з використанням праймера ISSR 1 було отримано 3 амплікони, що можуть бути алелями одного локусу. Аналіз дослідних зразків *M. sinensis* дав змогу виявити 1 алель, у *M. sacchariflorus* було виявлено 2 алелі, для *M. giganteus* встановлено наявність трьох аналогічних алелів. Виявлені алелі у *M. giganteus*, отримані з використанням праймера ISSR 1, підтверджують його гібридне походження від схрещування між *M. sinensis* та *M. sacchariflorus*. Спектри ампліконів, що отримано з використанням зазначених вище праймерів, дають змогу диференціювати представників роду *Miscanthus* різних видів, адже встановлено різницю за кількістю ампліконів для кожного представника виду. У *M. sinensis* виявлено від 1 до 2 ампліконів, у *M. sacchariflorus* – від 1 до 3, у *M. giganteus* – від 3 до 4.

У результаті ISSR аналізу для рослин роду *Salix* було виявлено 12 алелів з відсотком поліморфізму 60.

Розмір отриманих фрагментів для праймера ISSR 1 становив 130–590 п.н., для праймера ISSR 4 – 95–720 п.н. Показник індексу поліморфності праймера ISSR 1 становив 0,44, що вказує на інформативність цього праймера для проведення аналізу представників роду *Salix*. Розрахунок частоти детектованих алелів, виявлених за допомогою цього праймера, в межах 0,2–0,5, що свідчить про наявність ампліконів у двох або половині зразків вибірки.

Інформативним також є застосування маркера ISSR 4, виявлено 7 ампліконів з показником індексу поліморфності локусу 0,38, за частоти алелів 0,2–0,8. Тобто є амплікони, які присутні в більшості зразків вибірки. Амплікони з частотою 0,2 та довжиною 570 і 720 п.н зустрічаються у двох зразках: клон верби шведський та верба шерстистопагінцева.

Таблиця 2 – Поліморфізм ISSR-локусів, виявлених у рослин роду *Miscanthus*

Назва праймера	Всього локусів	% поліморфізму	Індекс поліморфності локусу (PIC)	Розмір алелів, п. н.
ISSR 1	3	67	0,95	205-450
ISSR 2	5	100	0,87	300-710
ISSR 4	6	100	0,83	450-720

Таблиця 3 – Розмір отриманих ампліконів під час аналізу поліморфізму зразків *Salix*

Маркер	Кількість алелів, шт.	Розмір алелів, п. н.	Індекс поліморфності локусу (PIC)	% поліморфізму	Частоти алелів
ISSR 1	5	130-590	0,44	60	0,2-0,5
ISSR 4	7	95-720	0,38	60	0,2-0,8

Цей праймер може бути використано для диференціації представників роду *Salix*. Загальна кількість ампліконів, виявлених під час проведення дослідження молекулярно-генетичного поліморфізму рослин роду *Salix* з метою оцінювання їх генетичного різноманіття з праймером ISSR 4, становила 32 (рис. 1).

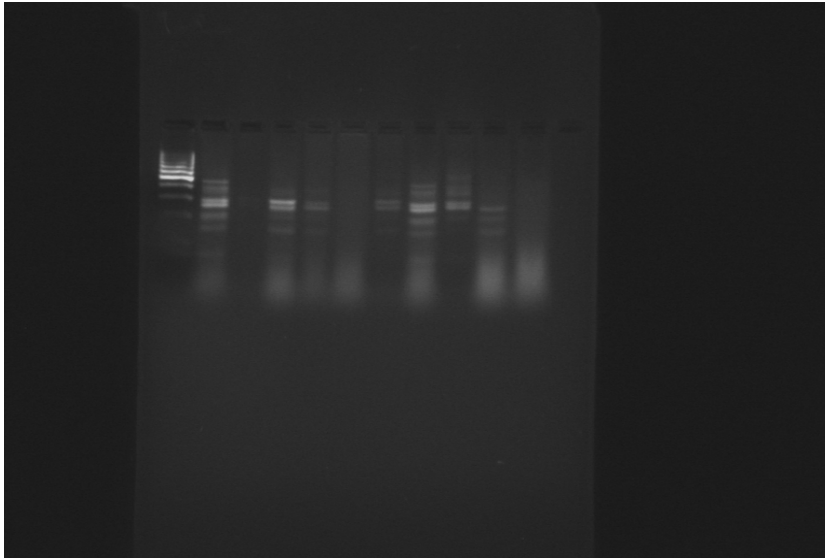


Рис. 1. Результат ампліфікації з праймером ISSR 4.

За результатами ампліфікації з використанням праймера ISSR 2 не було отримано жодного амплікону, що виключає застосування цього праймера в роботі з родом *Salix*.

**Висновки.** За результатами дослідження представників роду *Miscanthus* отримано 14 ISSR-локусів, з яких поліморфними є 13, що підтверджує популяційний склад модельної вибірки. Найбільшу кількість поліморфних локусів отримано за використання праймера ISSR 4 для генотипів видів *M. sacchariflorus*, *M. giganteus*, *M. sinensis*. Диференційовано представників роду *Miscanthus* різних видів за різницею в кількості отриманих алелей для

кожного представника. Виявлена кількість ампліконів для представників групи *M. giganteus* підтверджує його гібридне походження.

У результаті ампліфікації із ISSR праймерами для рослин роду *Salix* було виявлено 12 локусів з відсотком поліморфізму 60. Праймер ISSR 4 може бути використаний для диференці-

ації представників роду *Salix*, адже виявив амплікони з довжиною 570 і 720 п.н. з частотою 0,2, які зустрічаються у двох зразках – клон верби шведський та верба шерстистопагінцева. Цей праймер може бути використано для диференціації представників роду *Salix*. Отже, використання цих праймерів для селекційної практики дає змогу провести оцінювання генетичного різноманіття наявних видів роду *Miscanthus* та роду *Salix* для встановлення базових даних про рівні видового поліморфізму, що дає змогу спрогнозувати її ефективність. Оцінювання рівня поліморфізму також необхідно для паспортизації перспективних видів та генотипів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Альтернативні джерела енергії. URL: <http://www.kazedu.kz/referat/161223>
2. Розвиток та застосування різних видів біоенергетики / Талавиря М.П. та ін. Ніжин. 2012.
3. Dawson M. Some aspects of the development of short-rotation coppice willow for biomass in Northern Ireland. *Biological Sciences*. 1992. Vol. 98. P. 193–205.
4. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії. Київ, НТУУ «КПІ». 2012.
5. Zub H.W., Brancourt-Hulmel M. Agronomic and physiological performances of different species of

*Miscanthus*, a major energy crop. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2010. Vol. 30. No 2. P. 201–214. DOI: 10.1051/agro/2009034

6. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Трибой О.В. Перспективи вирощування та використання енергетичних культур в Україні. Аналітична записка БАУ № 10. Біоенергетична асоціація України, 2014. URL: [www.uabio.org/activity/uabio-analytics](http://www.uabio.org/activity/uabio-analytics)

7. MISCANTHUS / Міскантус. URL: [http://c-13.herbs.on-planet.net/MISCANTHUS\\_Miskantus.htm](http://c-13.herbs.on-planet.net/MISCANTHUS_Miskantus.htm).

8. Мискантус. URL: [http://www.tsvetnik.info/lawn/lawn\\_Miskantus.htm](http://www.tsvetnik.info/lawn/lawn_Miskantus.htm).

9. Зінченко В.О. Мискантус – джерело енергетичної біомаси. Новини агротехніки. 2008, № 3. 40 с.

10. Новая форма мискантуса китайского (веерника китайского *Miscanthus sinensis* Anders.) как перспективный источник целлюлозосодержащего сырья / Шумный В.К. и др. Вестник ВОГиС. 2010, Т. 14, № 1. С. 122–126.

11. Зінченко О.В. Біохімічні особливості рослин *Miscanthus giganteus* в умовах полісся України. Агропромислове виробництво. Полісся. 2015. Вип. 8. С. 127–129.

12. Щербакова Т.О. Інтродукція видів та сортів роду *Miscanthus* Anders. в Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України. Вісті біосферного заповідника «Асканія-Нова». 2012. № 14. С. 309–313.

13. Роїк М.В., Гончаренко С.М., Лашук С.О. Сучасний стан розвитку селекції та реєстрації представників роду *Miscanthus* в Україні та світі. Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2014. Вип. 21. 249 с.

14. Hodkinson T.R., Chase M.W., Renvoize S.A. Characterization of a genetic resource collection for *Miscanthus* (Saccharinae, Andropogoneae, Poaceae) using AFLP and ISSR PCR. *Annals of Botany*. 2002. Vol. 89. P. 627–636. DOI: 10.1093/aob/mcf091

15. Cesare M.D., Hodkinson T., Barth S. Chloroplast DNA markers (cpSSRs, SNPs) for *Miscanthus*, *Saccharum* and related grasses (Panicoidae, Poaceae). *Molecular Breeding*. 2010. Vol. 26. P. 539–544. DOI: 10.1007/s11032-010-9451-z

16. Мискантус (*Miscanthus*) URL: <http://ladybee/flowers/plant/125/6695>.

17. Афонін О.О., Фучило Я.Д. Генетичний потенціал верби прутковидної (*Salix viminalis* L.) середнього подесення. Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України. Лісівництво та декоративне садівництво. 2012. Вип. 171(1). С. 11–19. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnu\\_lis\\_2012\\_171%281%29\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnu_lis_2012_171%281%29_3)

18. Trybush S. Willow for Energy: Myths and Reality. Proc. of 8th International Conference on Biomass for Energy, 25–26 September 2012. Kyiv, Ukraine.

19. Cichorz S., Goska M., Litwiniec A. *Miscanthus*: Genetic Diversity and Genotype Identification Using ISSR and RAPD Markers. *Molecular Biotechnology*. 2014. Vol. 56. P. 911–924. DOI: 10.1007/s12033-014-9770-0.

20. Визначення молекулярно-генетичного поліморфізму роду *Beta* L. за допомогою полімеразної ланцюгової реакції: методичні рекомендації / Роїк М.В. та ін. Київ. ПоліграфКонсалтинг, 2007. 27 с.

21. Сиволап Ю.М. Использование ПЦР-анализа в генетико-селекционных исследованиях: науч.-метод. руководство. К.: Аграрна наука, 1998. 70 с.

## REFERENCES

1. Al'ternatyvni dzherela energiyi [Alternative Energy Sources]. Available at: <http://www.kazedu.kz/referat/161223>

2. Talavyria, M.P., Baranovska, O.D., Dobrivska, M.V., Zhovnodyi, A.V., Melnik, Z.Yu. (2012). Rozvytok ta zastosuvannya rizny'x vydiv bioenergetyky [Development and application of different types of bioenergy]. Nizhy'n.

3. Dawson, M. (1992). Some aspects of the development of short-rotation coppice willow for biomass in Northern Ireland. *Biological Sciences*. Vol. 98, pp. 193–205.

4. Kudrya, S.O. (2012). Netrady'cijnna ta vidnovlyuvani dzherela energiyi [Unconventional and renewable energy sources]. Kyiv, NTUU «KPI».

5. Zub, H.W., Brancourt-Hulmel, M. (2010). Agronomic and physiological performances of different species of *Miscanthus*, a major energy crop. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. Vol. 30, (2), pp. 201–214. DOI: 10.1051/agro/2009034

6. Geletukha, G.G., Zheluzna, T.A., Triboy, O.V. (2014). Perspektyvy vy'roshhuvannya ta vy'korystannya energetychny'x kul'tur v Ukraini [Prospects for growing and using energy crops in Ukraine]. *Analitychna zapy'ska BAU № 10. Bioenergetychna asociaciya Ukrainy* [UAB analytical note №10. Bioenergy Association of Ukraine]. Available at: [www.uabio.org/activity/uabio-analytics](http://www.uabio.org/activity/uabio-analytics)

7. MISCANTHUS / Miskantus. Available at: [http://c-13.herbs.on-planet.net/MISCANTHUS\\_Miskantus.htm](http://c-13.herbs.on-planet.net/MISCANTHUS_Miskantus.htm).

8. Miskantus. Available at: [http://www.tsvetnik.info/lawn/lawn\\_Miskantus.htm](http://www.tsvetnik.info/lawn/lawn_Miskantus.htm).

9. Zinchenko, V.O. (2008). Miskantus – dzherelo energetychnoyi biomasy [Miscanthus is a source of energy biomass]. *Novy'ny' agrotexnyky* [Agricultural news], no. 3, 40 p.

10. Shumnyj, V.K., Veprev, S.G., Nechiporenko, N.N., Goryachkovskaya T.N. (2010). Novaya forma miskantusa kitajskogo (veernika kitajskogo *Miscanthus sinensis* Anders.) kak perspektivnyj istochnik cellulozoder-zhashchego syr'ya [A new form of Chinese miscanthus (Chinese fan *Miscanthus sinensis* Anders.) as a promising source of cellulose-containing raw materials]. *Vestnik VOGiS [VOGiS Bulletin]*. Vol. 14, no. 1, pp. 122–126.

11. Zinchenko, O.V. (2015). Bioximichni osoblyvosti rosly'n *Miscanthusgiganteus* v umovax polissya Ukrainy [Biochemical features of *Miscanthusgiganteus* plants in the woodland of Ukraine]. *Agropromy'slove vy'robny'cztvo* [Agro-industrial production]. Polissya, no. 8, pp. 27–129.

12. Shcherbakova, T.O. (2012). Introdukciya vidiv ta sortiv rodu *Miscanthus* Anders. v Nacional'nomu botanichnomu sadu im. M.M. Grishka NAN Ukraini [Introduction of species and varieties of the genus *Miscanthus* Anders. in the National Botanical Garden. M.M. Grishka NAS of Ukraine]. *Visti biosfernogo zapovidnika «Askaniya-Nova»* [News of the Askania-Nova Biosphere Reserve], no. 14, pp. 309–313.

13. Royik, M.V., Gontarenko, S.M., Lashuk, S.O. (2014). Suchasny'j stan rozvytku selekciyi ta reyestraciyi predstavny'kiv rodu *Miscanthus* v Ukraini ta sviti [The current state of development of selection and registration of representatives of the genus *Miscanthus* in Ukraine and the world]. *Zbirny'k naukovy'x prac' Instytutu bioenergetychny'x kul'tur i czukrovy'x buryakiv* [Collection of scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets]. Kyiv, no. 21, 249 p.

14. Hodkinson, T.R., Chase, M.W., Renvoize, S.A. (2002). Characterization of a genetic resource collection for *Miscanthus* (Saccharinae, Andropogoneae, Poaceae) using AFLP and ISSR PCR. *Annals of Botany*. Vol. 89, pp. 627–636. DOI: 10.1093/aob/mcf091

15. Cesare, M.D., Hodkinson, T., Barth, S. (2010). Chloroplast DNA markers (cpSSRs, SNPs) for *Miscanthus*, *Saccharum* and related grasses (Panicoidae, Poaceae). *Molecular Breeding*. no. 26, pp. 539–544. DOI: 10.1007/s11032-010-9451-z

16. *Miscanthus* (*Miscanthus*) Available at: <http://ladybee/flowers/plant/125/6695>.

17. Afonin, O.O., Fuchy'lo, Ya.D. (2012). Genety'chny'j potencial verby' prutovy' dnoyi (*Salix viminalis* L.) seredn'ogo podesennya [Genetic potential of willow (*Salix viminalis* L.) of medium descent]. *Naukovy'j visnyk nacional'nogo universy'tetu bioresursiv i pry'rodokory'stuvannya Ukrainy*. *Lisivny'ctvo ta dekoraty'vne sadivny'ctvo* [Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Forestry and ornamental horticulture], no. 171(1), pp. 11–19. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau\\_lis\\_2012\\_171%281%29\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_lis_2012_171%281%29_3)

18. Trybush, S. Willow for Energy: Myths and Reality. Proc. of 8th International Conference on Biomass for Energy, 25–26 September 2012. Kyiv, Ukraine.

19. Cichorz, S., Goska, M., Litwiniec, A. (2014). *Miscanthus*: Genetic Diversity and Genotype Identification Using ISSR and RAPD Markers. In *Molecular Biotechnology*. Vol. 56, pp. 911–924. DOI: 10.1007/s12033-014-9770-0.

20. Royik, M.V., Sy'volap, Yu.M., Petyux, G.P. (2007). Vy'znachennya molekulyarno-genety'chnogo polimorfizmu rodu *Beta* L. za dopomogoyu polimeraznoyi lancyugovoyi reakciyi: metodychni rekomendacii' [Determination of molecular genetic polymorphism of the genus *Beta* L. using polymerase chain reaction]. Kyiv, PoligrafKonsalty'ng, 27 c.

21. Sy'volap, Yu.M. (1998). Y'spol'zovany'e PCR-analy'za v genety'ko-selekcyy'onnykh y'ssledovany'ax: nauch.-metod. rukovodstvo [The use of PCR analysis in genetic selection studies]. Kyiv, Agricultural science, pp. 8–70.

#### Изучение полиморфизма по ISSR маркерам представителей биоэнергетических культур родов *MISCANTHUS* и *SALIX*

**Бабьяж А.И., Чередничок О.И., Григоренко Н.А.**

Целью работы является анализ генома представителей мискантуса и ивы энергетической, которые входят в коллекцию ИБКЦБ НААН Украины, методом ISSR - PCR для оценки их генетического разнообразия и выявления уровня полиморфизма. Развитие биоэнергетики в мире и Украине побудило сельхозпроизводителей использовать культуры, которые ранее не были объектом их внимания, как биоэнергетические растения. В работе использованы классические лабораторные методы для проведения ПЦР анализа, а именно выделение ДНК, проведение полимеразной цепной реакции (ISSR-анализ), электрофоретическое распределение полученных ПЦР-продуктов в агарозном геле, статистический метод. Выделение ДНК проводили стандартным методом экстракции СТАВ. Тотальную ДНК выделяли из вегетативных органов, отдельно с каждого растения.

Для анализа молекулярно-генетического полиморфизма рода *Miscanthus* было использовано три праймера ISSR. В результате амплификации получено 14 локусов, 13 из которых оказались полиморфными. Индекс полиморфизма локуса колебался от 0,83 до 0,95. С помощью маркеров ISSR 2 и ISSR 4 обнаружено 100 % полиморфизм, поскольку 11 локусов, полученных с их участием, были полиморфными. Использование ISSR 1 позволило получить три аллеля: один аллель был обнаружен в *M. sinensis Andersson*, два – в *M. sacchariflorus (Maxim.) Franch.*, а три аллеля выявлено в *M. giganteus JM Greef*

& Deuter ex Hodkinson. Для анализа молекулярно-генетического полиморфизма рода *Salix* было использовано два праймера – ISSR 2 и ISSR 4. Установлено, что информативным является применение маркера ISSR 4, с помощью которого выявлено 7 ампликонов с показателем индекса полиморфности локуса 0,38, при частоте аллелей в пределах 0,2–0,8. Ампликоны с частотой 0,2 и длиной 570 и 720 п.н. встречаются в двух образцах: клон ивы шведский и ива шерстистопагинцева.

Наибольшее количество полиморфных локусов было получено с помощью праймера ISSR 4. Выявлено большое количество аллелей для *M. giganteus*, что подтверждает его гибридное происхождение. Также праймер ISSR 4 может быть использован для дифференциации представителей рода *Salix*, так как выявил ампликоны с длиной 570 и 720 п.н. с частотой 0,2, которые встречаются в двух образцах – клон ивы шведский и ива шерстистопагинцева, и его целесообразно использовать для дифференциации представителей рода *Salix*. Использование полученных данных позволяет оценить генетическое разнообразие существующих видов рода *Miscanthus* и *Salix* для более точной их детекции.

**Ключевые слова:** генотипы, род *Miscanthus*, род *Salix*, ISSR-полиморфизм, локусы.

#### Studying polymorphism through ISSR markers of the genus *Miscanthus* and *Salix* bioenergy cultures representatives

**Babiazh A., Cherednychok O., Hryhorenko N.**

The study aimed to analyze the genome of miscanthus and energy willow, which are included in the collection of Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS of Ukraine, by the ISSR – PCR method to assess their genetic diversity and identify the level of polymorphism. The development of bioenergy in the world and in Ukraine has prompted farmers to focus on using crops as bioenergy plants that that did not used to be the object of their attention. Classical laboratory methods for PCR analysis were used in the work, namely DNA isolation, polymerase chain reaction (ISSR analysis), electrophoretic distribution of the obtained PCR products in agarose gel, statistical method. DNA isolation was performed by standard CTAB extraction method. Total DNA was isolated from vegetative organs, separately from each plant. Three ISSR primers were used to analyze the molecular genetic polymorphism of the genus *Miscanthus*. As a result of amplification, 14 loci were obtained, 13 of which were polymorphic. The locus polymorphism index ranged from 0.83 to 0.95. 100 % polymorphism was detected with the help of ISSR 2 and ISSR 4 markers, as 11 loci obtained with their participation were limorphic. The use of ISSR 1 allowed to obtain three alleles: one allele was found in *M. sinensis Andersson*, two alleles were found in *M. sacchariflorus (Maxim.) Franch.*, And three alleles were found in *M. giganteus JM Greef & Deuter ex Hodkinson*. Two microsatellite primers ISSR2 and ISSR 4 were used to analyze the molecular genetic polymorphism of the genus *Salix*. in the range of 0.2–0.8. That is, there are amplicons that are present in most samples. Amplicons with a frequency of 0.2 and a length of 570 and 720 bp are found in two samples. The largest number of polymorphic loci was obtained using primer ISSR 4. A large number of alleles for *M. giganteus* was detected, which confirms its hybrid origin. Also, the ISSR 4 primer can be used to differentiate members

of the genus *Salix*, because it found amplicons with a length of 570 and 720 bp. with a frequency of 0.2, which are found in two samples – Clone of the Swedish willow and Willow wool and it is advisable to use it to differentiate members of the genus *Salix*. The use of the obtained data allows to estimate the genetic diversity of existing species of the genus *Miscanthus* and *Salix* for more accurate detection.

**Key words:** genome, genus *Miscanthus*, genus *Salix*, ISSR polymorphism, loci.



Copyright: Баб'яж А.І., Чередничок О.І., Григоренко Н.А. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Баб'яж А.І.

Чередничок О.І.

Григоренко Н.А.

<https://orcid.org/0000-0002-0733-7680>

<https://orcid.org/0000-0002-3221-2775>

<https://orcid.org/0000-0001-7291-6331>

## АГРОНОМІЯ

УДК 504.5: [546.81+546.48]:633.883

**Інтенсивність накопичення розторопшею плямистою свинцю та кадмію на різних ґрунтах**

Вдовенко С.А., Гетман Н.Я., Дідур І.М.

Вінницький національний аграрний університет

✉ Вдовенко С.А. E-mail: vd\_sa@vsau.vin.ua



Вдовенко С.А., Гетман Н.Я., Дідур І.М. Інтенсивність накопичення розторопшею плямистою свинцю та кадмію на різних ґрунтах. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 15–21.

Vdovenko S., Hetman N., Didur I. The intensity of lead and cadmium accumulation of milk thistle in various soils. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 15–21.

Рукопис отримано: 01.12.2021 р.

Прийнято: 06.12.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-15-21

Стаття спрямована на вивчення інтенсивності накопичення важких металів (свинець, кадмій) вегетативною масою розторопші плямистої на різних ґрунтах.

На основі аналізу літературних джерел встановлено, що розторопша плямиста вирізняється широким спектром застосування, та завдяки наявності біологічно активних речовин у її складі має корисні й лікувальні властивості. Водночас відмічено схильність рослини до накопичення важких металів, що може впливати на якість і безпеку розторопші плямистої.

У результаті проведених досліджень встановлено, що за вирощування розторопші плямистої на світло-сірих опідзолених, сірих лісових і темно-сірих опідзолених ґрунтах із вмістом свинцю від 2,5 до 2,8 мг/кг, кадмію – від 0,2 до 0,22 мг/кг спостерігається перевищення гранично допустимих концентрацій цих токсикантів у вегетативній масі. Зокрема, відмічено перевищення гранично допустимих концентрацій у вегетативній масі свинцю – у 1,97–2,86 рази та кадмію – у 1,18–1,44 рази.

Найнижчий вміст і найменший коефіцієнт накопичення свинцю та кадмію у вегетативній масі розторопші плямистої спостерігався на темно-сірих опідзолених ґрунтах, а найвищий – на світло-сірих опідзолених ґрунтах. Встановлено також, що коефіцієнт безпеки свинцю та кадмію у вегетативній масі розторопші плямистої перевищував показник 1,0, що свідчить про низьку якість цієї сировини. Найнижчим коефіцієнтом безпеки характеризувалася вегетативна маса розторопші плямистої, яка була вирощена на темно-сірих опідзолених ґрунтах, тимчасом найвищим – на світло-сірих опідзолених ґрунтах.

**Ключові слова:** розторопша плямиста, вегетативна маса, свинець, кадмій, ґрунти, коефіцієнт накопичення, коефіцієнт безпеки.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Здавна важливим джерелом харчових продуктів та лікарських засобів були рослини. Останнім часом спостерігається поширення в людській популяції багатьох захворювань, ефективними лікувальними засобами проти яких є біологічно активні речовини лікарських рослин.

Практика доводить, що у зв'язку із широким спектром використання розторопші плямистої в лікувальній справі, попит на неї стрімко зростає. Водночас підвищуються і вимоги до її якості та безпеки, адже розторопша плямиста належить до рослин, які накопичують у високій кількості різні токсиканти, зокрема, важкі метали [1, 2]. Враховуючи сучасний агроекон-

логічний стан ґрунтів сільськогосподарського призначення, якому характерне забруднення важкими металами, виникає потреба у вивченні накопичення цих токсикантів розторопшею плямистою на різних ґрунтах.

Розторопша плямиста є однією з небагатьох популярних рослин, у якої детально вивчений фармакокінетичний профіль в організмі людини. Лікувальні властивості характерні для всієї рослини, однак найбільше корисних речовин знаходиться у плодах, адже саме екстракти з плодів розторопші містять флавоноїди і флавонолігнани, відомі під загальною назвою силімарин [3]. Його основними фітохімічними компонентами є силібін А, В, ізосилібін А, В, ізосилікретин, силідіанін і дигідрокверцетин.

Екстракти розторопші плямистої відомі своїми антиоксидантними та гепатопротекторними властивостями, а тому знайшли своє застосування у лікуванні багатьох захворювань, зокрема, хвороб печінки [4].

Батьківщиною розторопші плямистої є Середземноморський регіон, також своє поширення вона знайшла у Польщі, Угорщині, Росії, Білорусі, Україні та ін.

У результаті інтродукційного вивчення було встановлено, що в умовах Лісостепу України розторопша плямиста розвивається як однорічна, середньостигла трав'яниста рослина, яка добре росте у культурі [5].

За даними лабораторних досліджень також було доведено, що цій рослині притаманна властивість поглинати речовини з ґрунту у підвищених концентраціях, що може спричинити накопичення у ній шкідливих для людського організму важких металів, зокрема, свинцю та кадмію, які Всесвітня організація охорони здоров'я вважає найнебезпечнішими [6].

Свинець є надзвичайно токсичним для людини та всіх живих організмів. Так, під час видобутку лише однієї тонни свинцю двадцять п'ять кілограмів його потрапляє в навколишнє середовище. Велика кількість свинцю також може надходити у ґрунт з вихлопними газами автотранспорту. Потрапляючи в ґрунт, свинець поглинається рослинами, які вживають в їжу людина і тварини. Надлишок свинцю за надходження до організму призводить до ураження центральної нервової системи, головного мозку, печінки та нирок. Він також є небезпечним своєю канцерогенною та мутагенною дією [7–9].

Кадмій не належить до фізіологічно необхідних мікроелементів, однак досить активно поглинається рослинами. Джерелами потрапляння кадмію в екосистеми є промислові викиди, осади стічних вод, викиди автомобільного транспорту, а також сільськогосподарська діяльність, зокрема, застосування фосфорних мінеральних добрив, вапнякових матеріалів (спричиняють надходження кадмію у зерно і солому) [10–12].

У разі потрапляння до живого організму кадмій може замінювати кальцій у мінералах через подібний йонний радіус, однаковий заряд і аналогічну хімічну поведінку [13].

Накопичення кадмію в організмі людини і тварин пов'язано з його дуже повільним виведенням. У зв'язку з цим вміст кадмію в організмі людини впродовж життя постійно зростає. За народження він не перевищує 1 мкг, а до 50 років досягає 15–30 мкг. В організм людини кадмій потрапляє як з рослинною, так і з тваринною їжею. Особливо велика концентрація

його знаходиться у печінці та нирках тварин, у мідях, устрицях, грибах [14, 15].

В організмі людини кадмій спричиняє дисфункцію ниркових каналців, деформацію скелета, зупинку росту у дітей, сильні болі в спині, остеопороз через конкуренцію з кальцієм та іншими поживними речовинами, також має тривалий біологічний період напіврозпаду від – 10 до 35 років, а його тривала дія може призводити до різних типів раку [16]. Нещодавно Комісією ЄС відповідно до Європейського плану боротьби з раком зменшено наявність канцерогенних забруднювачів у продуктах харчування. Ці заходи було застосовано з 30 серпня 2021 р. для максимального рівня свинцю і з 31 серпня 2021 р. – для кадмію [17].

Забруднення навколишнього середовища важкими металами створило серйозні проблеми для безпечного сільськогосподарського використання ґрунтів [18–20]. Доведено, що для визначення поведінки важких металів у системі ґрунт-рослина важливими є наступні чинники: концентрація важких металів та їх форма вмісту в ґрунті, вміст гумусу, механічний і мінералогічний склад ґрунту, рН, рівень окиснювально-відновного потенціалу, а також біологічні особливості рослин. Зважаючи на різноманіття чинників та їх поєднання в агрофері, накопичення важких металів у рослинах вивчено недостатньо [17, 21]. Отже, проведення моніторингу забруднення та вивчення особливостей накопичення важких металів у лікарській сировині є актуальним питанням.

**Мета дослідження** полягає у вивченні інтенсивності накопичення розторопшею плямистою свинцю та кадмію на різних ґрунтах.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили в умовах сільськогосподарських угідь Тиврівського району Вінницької області на ґрунтах: темно-сірих опідзолених, сірих лісових і світло-сірих опідзолених. Ґрунти для дослідження відбирали методом конвєрту з п'яти точок кожної ділянки на глибині обробітку. Після об'єднання цих зразків і видалення залишків вегетативної маси із утвореної загальної партії методом точкових проб відбирали представницькі зразки ґрунту, які після упаковки та маркування відправляли в лабораторію для визначення вмісту важких металів.

Вегетативну масу (стебла, листкова маса) розторопші плямистої відбирали методом точкових проб у фазі бутонізації.

Вміст важких металів (свинець, кадмій) у ґрунтах та вегетативній масі визначали атомно-абсорбційним методом [22].

За результатами проведених лабораторних аналізів щодо вмісту свинцю та кадмію у ве-



гетативній масі розторопші плямистої розраховували коефіцієнт накопичення цих елементів як співвідношення вмісту досліджуваного металу у рослині та його рухомих форм у ґрунті, а також коефіцієнт небезпеки як співвідношення вмісту досліджуваного металу у рослині і ГДК для визначення небезпеки накопичення важкого металу (свинець, кадмій) рослиною щодо їх ГДК [23]. Статистичне оброблення отриманих даних проведено за загальноприйнятими методиками [24].

#### Результати дослідження та обговорення.

Вирощування високоякісної лікарської сировини сприяє успішному її використанню в медичній практиці. Відомо, що якість рослинної сировини залежить від екологічного стану ґрунтів.

Аналіз забруднення ґрунтів важкими металами на досліджуваних територіях (рис. 1) показав, що рівень концентрації свинцю та кадмію не перевищував ГДК, які становлять 6,0 і 0,70 мг/кг відповідно.

Зокрема, концентрація свинцю у темно-сірих опідзолених, сірих лісових і світло-сірих

опідзолених ґрунтах була нижча за ГДК у 2,2, 2,4 та 2,1 раза відповідно.

Концентрація кадмію також була нижча за ГДК у темно-сірих опідзолених ґрунтах у 3,1, сірих лісових – у 3,0, світло-сірих опідзолених – у 2,8 раза.

Коефіцієнт небезпеки свинцю та кадмію у ґрунтах не перевищував показник 1, що вказує на відповідність ґрунтів щодо безпечного їх використання.

Аналіз концентрації важких металів у вегетативній масі розторопші плямистої (табл. 1) показав, що цей показник перевищував ГДК та залежав певною мірою від типу ґрунтів, у яких уміст свинцю та кадмію був у межах норми.

За даними досліджень концентрація свинцю та кадмію у вегетативній масі розторопші плямистої, вирощеної на темно-сірих опідзолених ґрунтах, перевищувала ГДК відповідно у 1,97 і 1,18 раза; на сірих лісових – у 2,34 і 1,18 раза; на світло-сірих опідзолених ґрунтах – у 2,86 і 1,44 раза відповідно.

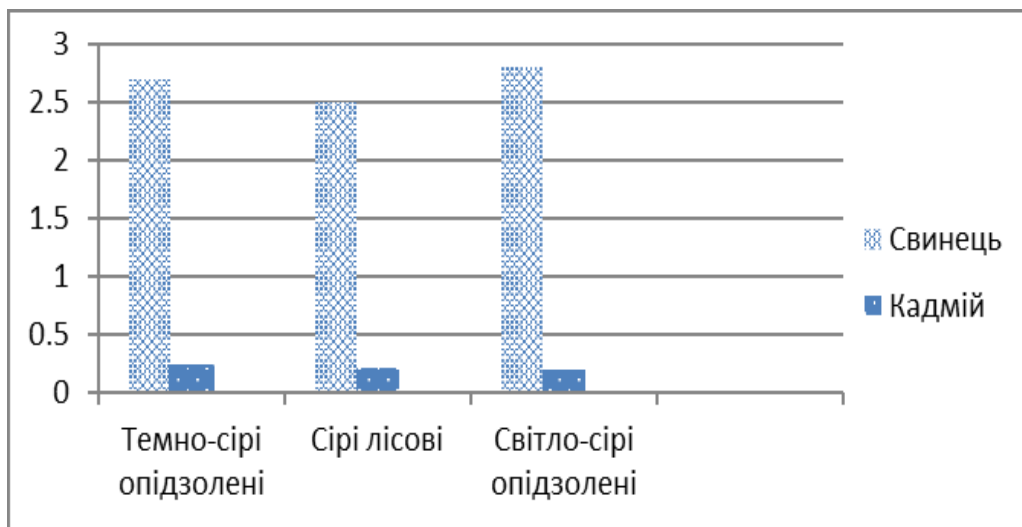


Рис. 1. Інтенсивність забруднення ґрунтів важкими металами, мг/кг.

Таблиця 1 – Інтенсивність накопичення важких металів вегетативною масою розторопші плямистої, мг/кг

Тип ґрунту	Концентрація у вегетативній масі важких металів			
	Свинець		Кадмій	
	ГДК	Фактична концентрація	ГДК	Фактична концентрація
Темно-сірий опідзолений	5,0	9,87±0,84	1,0	1,18±0,03
Сірий лісовий	5,0	11,7±1,44	1,0	1,71±0,04
Світло-сірий опідзолений	5,0	14,3±1,95	1,0	2,12±0,06

Найнижчу концентрацію свинцю і кадмію у вегетативній масі розторопші плямистої було виявлено за вирощування її на темно-сірих опідзолених ґрунтах, зокрема, в 1,18 і 1,45 рази порівняно із сірими лісовими та 1,44 і 1,79 рази – зі світло-сірими опідзоленими ґрунтами.

Концентрація свинцю і кадмію у вегетативній масі розторопші плямистої, вирощеної на світло-сірих опідзолених ґрунтах, була вища порівняно з варіантами на темно-сірих опідзолених ґрунтах у 1,44 і 1,79 рази та сірими лісовими – у 1,22 і 1,23 рази відповідно.

Водночас у вегетативній масі розторопші плямистої спостерігалась вища інтенсивність накопичення свинцю порівняно з кадмієм на темно-сірих опідзолених ґрунтах у 8,36 рази, сірих лісових – у 6,84 та світло-сірих опідзолених ґрунтах – у 6,74 рази.

Результати досліджень коефіцієнта накопичення у вегетативній масі свинцю (табл. 2) показали, що за вирощування розторопші плямистої на темно-сірих опідзолених ґрунтах цей показник становив 3,65 та був нижчим порівняно із вирощуванням її на сірих лісових ґрунтах у 1,28 рази та на світло-сірих опідзолених ґрунтах – у 1,39 рази. Подібна тенденція спостерігалась і за кадмієм.

Так, коефіцієнт накопичення кадмію у вегетативній масі розторопші плямистої за вирощування її на темно-сірих опідзолених ґрунтах був нижчим у 1,82 рази порівняно з варіантом вирощування на сірих лісових та у 2,0 рази – на світло-сірих опідзолених ґрунтах.

Коефіцієнт накопичення кадмію вегетативною масою розторопші плямистої був вищим порівняно зі свинцем у 1,45 рази за вирощування її на темно-сірих опідзолених ґрунтах, 1,73 – сірих лісових та у 2,07 рази – на світло-сірих опідзолених ґрунтах.

Коефіцієнт небезпеки важких металів у вегетативній масі розторопші плямистої (табл. 3) також залежав від типу ґрунтів. Зокрема, за вирощування рослини на темно-сірих опідзолених ґрунтах коефіцієнт небезпеки свинцю і кадмію був нижчим відповідно у 1,18 і 1,45 рази порівняно з вирощуванням розторопші плямистої на сірих лісових ґрунтах, та у 1,45 і 1,79 рази – на світло-сірих опідзолених ґрунтах.

Коефіцієнт небезпеки свинцю у вегетативній масі розторопші плямистої був вищим порівняно з кадмієм за вирощування її на темно-сірих опідзолених ґрунтах у 1,67 рази; на сірих лісових – 1,36 та на світло-сірих опідзолених ґрунтах – 1,35 рази.

Таблиця 2 – Коефіцієнт накопичення важких металів у вегетативній масі розторопші плямистої

Тип ґрунту	Свинець			Кадмій		
	Концентрація у ґрунті	Концентрація у вегетативній масі	Коефіцієнт накопичення	Концентрація у ґрунті	Концентрація у вегетативній масі	Коефіцієнт накопичення
Темно-сірий опідзолений	2,7	9,87	3,65	0,22	1,18	5,3
Сірий лісовий	2,5	11,7	4,68	0,21	1,71	8,1
Світло-сірий опідзолений	2,8	14,3	5,1	0,20	2,12	10,6

Таблиця 3 – Коефіцієнт небезпеки важких металів у вегетативній масі розторопші плямистої

Тип ґрунту	Концентрація важких металів у вегетативній масі					
	Свинець			Кадмій		
	ГДК	Факт. конц.	Коефіцієнт небезпеки	ГДК	Факт. конц.	Коефіцієнт небезпеки
Темно-сірий опідзолений	5,0	9,87	1,97	1,0	1,18	1,18
Сірий лісовий	5,0	11,7	2,34	1,0	1,71	1,71
Світло-сірий опідзолений	5,0	14,3	2,86	1,0	2,12	2,12

**Висновки.** За вирощування розторопші плямистої на темно-сірих опідзолених, сірих лісових та світло-сірих опідзолених ґрунтах із вмістом свинцю від 2,5 до 2,8 мг/кг, а кадмію – від 0,2 до 0,22 мг/кг спостерігається перевищення допустимих рівнів цих токсикантів у вегетативній масі розторопші плямистої – відповідно від 1,97 до 2,86 та від 1,18 до 1,44 раза.

Найнижчу концентрацію та коефіцієнт накопичення свинцю і кадмію у вегетативній масі розторопші плямистої спостерігали за вирощування її на темно-сірих опідзолених ґрунтах, тимчасом найвищу – на світло-сірих опідзолених ґрунтах.

Виявлено, що концентрація, коефіцієнт накопичення та коефіцієнт небезпеки свинцю у вегетативній масі розторопші плямистої були вищі порівно з кадмієм.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Intensity of heavy metal accumulation in plants of *Silybum marianum* L. in conditions of field rotation / Razanov S.F. et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2020. 10 (2). P. 131–136. DOI: 10.15421/2020\_75
- Разанов С.Ф., Разанова А.М., Овчарук В.В. Вплив рівня забруднення ґрунтів важкими металами на інтенсивність накопичення їх у листі розторопші плямистої (*SILYBUM MARIANUM*). Сільське господарство та лісівництво. 2019. Вип. 14. С. 196–205.
- Розторопша (плоди): лікувальні властивості, дія на організм. URL: <https://liktravy.ua/ru/useful/encyclopedia-of-herbs/roztoropshi-plody>
- Рослинно-медикаментозні взаємодії в клінічній практиці / Бодревич Б.Б. та ін. Рациональна фармакотерапія. 2017. № 1 (42). С. 5–12.
- Холод С.М. Особливості росту і розвитку інтродукованих форм розторопші плямистої (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) в Лісостепу України. Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій: матеріали третьої Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Полтава, 15–16 травня 2014 р. С. 93–95.
- Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Разанова А.М. Інтенсивність накопичення важких металів листовою масою розторопші плямистої за її удобрення новітніми добривами. Агробіологія. 2020. № 2. С. 152–159. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-152-159
- Effect of bean perennial plants growing on soil heavy metal concentrations / Razanov S.F. et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2018. 8 (2). P. 294–300.
- Гуцол Г.В. Моніторинг забруднення важкими металами ґрунтів сільськогосподарського призначення Лісостепу Правобережного. Slovak international scientific journal. 2020. № 40. С. 12–17.
- Важкі метали – найбільш небезпечні елементи. URL: <http://moyaosvita.com.ua/ekologiya/vazhki-metalinajbilsh-nebezpechni-elementi/>
- Мислива Т.М., Білявський Ю.А. Просторово-часова мінливість вмісту свинцю та кадмію в лікарських рослинах Житомирського Полісся. Таврійський науковий вісник. 2012. № 80. Ч. 2. С. 347–356.

11. Шкатула Ю.М. Вплив агротехнологій вирощування озимого ріпаку на вміст важких металів та мікроелементів у вегетативній масі. International independent scientific journal. 2020. № 13. С. 15–21.

12. Zwolak A., Sarzyńska M., Szpyrka E., Stawarczyk K. Sources of Soil Pollution by Heavy Metals and Their Accumulation in Vegetables: a Review. Water Air Soil Pollut. 2019. 230. 164.

13. Kubiera A, Wilkinb R., Pichler T. Cadmium in soils and groundwater: A review. Applied Geochemistry. 2019. № 108. P. 1–16.

14. Чорний С.Г. Оцінка якості ґрунтів: навч. посіб. Миколаїв: МНАУ, 2018. 233 с.

15. Врадій О.І. Оцінка інтенсивності забруднення істивних грибів важкими металами в умовах Лісостепу Правобережного України. Сільське господарство та лісівництво. 2019. № 12. С. 244–254.

16. Cadmium levels in Europe: implications for human health / Pan J.L. et al. Environ Geochem Hlth. 2010. 32. P. 1–12.

17. Європейський план боротьби з раком: Комісія зменшує наявність канцерогенних забруднювачів у продуктах харчування. URL: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/mex\\_21\\_4181#2](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/mex_21_4181#2)

18. Ковальова С.П., Мажарівська І.А. Концентрація важких металів у ґрунті при вирощуванні енергетичних культур на території радіоактивного забруднення. Наукові горизонти. 2020. № 3. С. 121–126. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-121-126.

19. Бондарева О.Б., Коноваленко Л.І., Мілігула О.М. Міграція та накопичення свинцю і кадмію у ґрунті і рослинах під впливом добрив. Агроекологічний журнал. 2012. № 3. С. 20–23.

20. Довгопола К.А. Екологічна оцінка вмісту важких металів у ґрунті та *Trifolium pratense* L. Проблеми екологічної біотехнології. 2016. № 1. С. 3–7.

21. Первачук М.В., Чернявський Л.М., Нагребецький М.І. Оцінка агроекологічного стану ґрунтів Вінницької області. Сільське господарство та лісівництво. 2015. № 1. С. 106–117.

22. ДСТУ 4770.1-9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектроскометрії.

23. Ткачук О.П. Забруднення ґрунту важкими металами за вирощування бобових багаторічних трав. Сільське господарство та лісівництво. 2020. № 16. С. 212–225. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-15.

24. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство): навч. посіб. / Ушкаренко В.О. та ін. Херсон: Грінь Д.С., 2018. 448 с.

#### REFERENCES

- Razanov, S.F., Tkachuk, O.P., Razanova, A.M., Bakhmat, M.I., Bakhmat, O.M. (2020). Intensity of heavy metal accumulation in plants of *Silybum marianum* L. in conditions of field rotation. Ukrainian Journal of Ecology. no. 10 (2), pp. 131–136. DOI: 10.15421/2020\_75
- Razanov, S.F., Razanova, A.M., Ovcharuk, V.V. (2019). Vplyv rivnja zabrudnennja g'runtiv vazhkyh metalamy na intensyvniest' nakopychennja i'h u lysti

roztoropshi pljamystoi' (SILYBUM MARIANUM) [Influence of the level of soil pollution with heavy metals on the intensity of accumulation of their in leaves milk thistle (SILYBUM MARIANUM)]. Sil's'ke gospodarstvo ta lisivnyctvo [Agriculture and forestry], no. 14, pp. 196–205.

3. Roztoropsha (plody): likuval'ni vlastyvoli, dija na organizm [Milk thistle (fruit): medicinal properties, effect on the body]. Available at: <https://liktravy.ua/ru/useful/encyclopedia-of-herbs/roztoropshi-plody>

4. Bodrevych, B.B., Panasjuk, M.T., Panasjuk, I.V., Ostrogljad, T.V. (2017). Roslynno-medykamentozni vzajemodii' v klinichnij praktyci [Herbal-drug interactions in clinical practice]. Racional'na farmakoterapija [Rational pharmacotherapy], no. 1 (42), pp. 5–12.

5. Holod, S.M. (2014). Osoblivosti rostu i rozvitku introdukovanih form roztoropshi plyamystoyi (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) v Lisostepu Ukrayini. Likarske roslinnitstvo: vid dosvidu minulogo do novitnih tehnologiy: materiali tretoyi Mizhnarodnoyi naukovopraktichnoyi Internet-konferentsiyi [Features of growth and development of introduced forms of thistle blisters (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) in the forest-steppe of Ukraine. Medicinal plant growing: from the experience of the past to the latest technologies: Proceedings of the third International scientific-practical Internet conference]. Poltava, pp. 93–95.

6. Razanov, S.F., Tkachuk, O.P., Razanova, A.M. (2020). Intensyvniat' nakopychennja vazhkyh metaliv lystkovoju masoju roztoropshi pljamystoi' za i'i' udobrennja novitnymi dobryvamy [The intensity of heavy metals accumulation by the milk thistle leaf mass under its fertilization with the latest fertilizers]. Agrobiologija [Agrobiology], no. 2, pp. 152–159. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-152-159.

7. Razanov, S.F., Tkachuk, O.P., Mazur, V.A., Didur, I.M. (2018). Effect of bean perennial plants growing on soil heavy metal concentrations. Ukrainian Journal of Ecology, no. 8 (2), pp. 294–300.

8. Gucol, G.V. (2020). Monitoryng zabrudnennja vazhkyh metalamy g'runtiv sil's'kogospodars'kogo pryznachenja Lisostepu Pravoberezhnogo [Monitoring of heavy metals contamination of agricultural land of Rightbank Forest steppe]. Slovak international scientific journal [Slovak international scientific journal], no. 40, pp. 12–17.

9. Vazhki metaly – najbil'sh nebezpechni elementy [Heavy metals are the most dangerous elements]. Available at: <http://moyaosvita.com.ua/ekologiya/vazhki-metalina-jbilsh-nebezpechni-elementi/>.

10. Myslyva, T.M., Biljavs'kyj, Ju.A. (2012). Prostoro-vo-chasova minlyvist' vmistu svyncju ta kadmiju v likars'kyh roslynah Zhytomyrs'kogo Polissja [Spatio-temporal variability of the content of lead and cadmium in medicinal plants of Zhytomyr Polesie]. Tavrijs'kyj naukovyj visnyk [Tavrian Science Bulletin], no. 80, part 2, pp. 347–356.

11. Shkatula, Ju.M. (2020). Vplyv agrotehnologij vyroshhuvannja ozymogo ripaku na vmist vazhkyh metaliv ta mikroelementiv u vegetatynij masi [Influence of agricultural technologies of cultivation of winter rape on the content of heavy metals and microelements in vegetative mass]. International independent scientific journal, no. 13, Vol. 2, pp. 15–21.

12. Zwolak, A., Sarzyńska, M., Szpyrka, E., Stawarczyk, K. (2019). Sources of Soil Pollution by Heavy Metals and Their Accumulation in Vegetables: a Review. Water Air Soil Pollut. 230, 164.

13. Kubiera, A., Wilkinb, R., Pichler, T. (2019). Cadmium in soils and groundwater: A review. Applied Geochemistry, no. 108, pp. 1–16.

14. Chornyj, S.G. (2018). Ocinka jakosti g'runtiv: navch. posib. [Soil quality assessment]. Mykolaiv, MNAU, 233 p.

15. Vradij, O.I. (2019). Ocinka intensyvnosti zabrudnennja i'stivnyh grybiv vazhkyh metalamy v umovah Lisostepu Pravoberezhnogo Ukrainy [Evaluation of the intensity of edible mushrooms contamination by heavy metals in the conditions of Rightbank Forest-steppe of Ukraine]. Sil's'ke gospodarstvo ta lisivnyctvo [Agriculture and forestry], no. 12, pp. 244–254.

16. Pan, J.L., Plant, J.A., Voulvoulis, N., Oates, C.J., Ihlenfeld, C. (2010). Cadmium levels in Europe: implications for human health. Environ Geochem Hlth. no. 32, pp. 1–12.

17. Jevropejs'kyj plan borot'by z rakom: Komisija zmenshuje najavniat' kancerogenykh zabrudnjuvachiv u produktah harchuvannja [European Cancer Plan: The Commission reduces the presence of carcinogenic contaminants in food]. Available at: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/mex\\_21\\_4181#2](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/mex_21_4181#2).

18. Koval'ova, S.P., Mozharivs'ka, I.A. (2020). Koncentracija vazhkyh metaliv u g'runti pry vyroshhuvanni energetychnykh kul'tur na terytorii' radioaktyvnogo zabrudnennja [Heavy metal concentration in soils while growing energy crops in the radioactively contaminated territory]. Naukovi goryzonty [Scientific Horizons], no. 3, pp. 121–126. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-121-126.

19. Bondareva, O.B., Konovalenko, L.I., Miligula, O.M. (2012). Migracija ta nakopychennja svyncju i kadmiju u g'runti i roslynah pid vplyvom dobryv [Migration and accumulation of lead and cadmium in soil and plants under the influence of fertilizers]. Agroekologichnyj zhurnal [Agroecological journal], no. 3, pp. 20–23.

20. Dovhopola, K.A. (2016). Ekolohichna otsinka vmistu vazhkykh metaliv u hrunti ta *Trifolium pratense* L. [Ecological assessment of heavy metals in soil and *Trifolium pratense* L.]. Problemy ekolohichnoi biotekhnologii [Problems of ecological biotechnology], no. 1, pp. 3–7.

21. Pervachuk, M.V., Chernjavs'kyj, L.M., Nagrebek'kyj, M.I. (2015). Ocinka agroekologichnogo stanu g'runtiv Vinnyts'koj oblasti [Assessment of agroecological condition of soils of Vinnytsia region]. Sil's'ke gospodarstvo ta lisivnyctvo [Agriculture and forestry], no. 1, pp. 106–117.

22. DSTU 4770.1-9:2007. Yakist gruntu. Vyznachenja vmistu rukhomykh spoluk marhantsiu (tsynku, kadmiju, zaliza, kobaltu, midi, nikeliu, khromu, svyntsiu) v grunti v bufernii amoniino-atsetatnij vytyazhtsi z rN 4,8 metodom atomnoabsorbtsiinoi spektrofotometrii (2007). [The quality of the soil. Determination of the content of mobile compounds of manganese (zinc, cadmium, iron, cobalt, copper, nickel, chromium, lead) in a soil in a buffer ammonium acetate extract with a pH of 4.8 by atomic absorption spectrophotometry].

23. Tkachuk, O.P. (2020). Zabrudnennja gruntu vazhkyh metalamy za vyroshhuvannja bobovyh bagatorichnykh trav [Pollution of soil with heavy metals while growing perennial grasses]. Sil's'ke gospodarstvo ta lisivnyctvo [Agriculture and forestry], no. 16, pp. 212–225. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-15.

24. Ushkarenko, V.O., Vozhegova, R.A., Goloborod'ko, S.P., Kokovihin, S.V. (2018). Metodyka pol'ovogo doslidu (zroshuvane zemlerobstvo): navch. posib. [Methods of field research (irrigated agriculture)]. Kherson, Grin' D.S., 448 p.

### Интенсивность накопления расторопшей пятнистой свинца и кадмия на разных почвах

Вдовенко С.А., Гетман Н.Я., Дідур І.Н.

Статья направлена на изучение интенсивности накопления тяжелых металлов (свинец, кадмий) вегетативной массой расторопши пятнистой на разных почвах.

На основе анализа литературных источников установлено, что расторопша пятнистая отличается широким спектром применения, и благодаря наличию биологически активных веществ в ее составе обладает полезными и лечебными свойствами. В то же время отмечена склонность растения к накоплению тяжелых металлов, что может влиять на качество и безопасность расторопши пятнистой.

В результате проведенных исследований установлено, что при выращивании расторопши пятнистой на светло-серых оподзоленных, серых лесных и темно-серых оподзоленных почвах с содержанием свинца от 2,5 до 2,8 мг/кг, кадмия – от 0,2 до 0,22 мг/кг наблюдается превышение предельно допустимых концентраций этих токсикантов в вегетативной массе. В частности, отмечено превышение предельно допустимых концентраций в вегетативной массе свинца – в 1,97–2,86 раза и кадмия – в 1,18–1,44 раза.

Самое низкое содержание и наименьший коэффициент накопления свинца и кадмия в вегетативной массе расторопши пятнистой наблюдался на темно-серых оподзоленных почвах, а самый высокий – на светло-серых оподзоленных почвах. Установлено также, что коэффициент опасности свинца и кадмия в вегетативной массе расторопши пятнистой превышал показатель 1,0, что свидетельствует о низком качестве этого сырья. Самым низким коэффициентом опасности характеризовалась вегетативная масса расторопши пятнистой, которая была выращена на темно-серых оподзоленных почвах, тогда как самым высоким – на светло-серых оподзоленных почвах.

**Ключевые слова:** расторопша пятнистая, вегетативная масса, свинец, кадмий, почвы, коэффициент накопления, коэффициент опасности.

### The intensity of lead and cadmium accumulation of milk thistle in various soils

Vdovenko S., Hetman N., Didur I.

The article aims to study the intensity of heavy metals (lead, cadmium) accumulation in the vegetative mass of milk thistle on different soils.

Based on the analysis of literary sources, it was found that milk thistle has a wide range of applications and, due to the presence of biologically active substances in its composition, has useful and medicinal properties. However, we have noted the plants liability for heavy metals accumulation which can affect the quality and safety of milk thistle.

The purpose of the research is to study the intensity of the accumulation of heavy metals by the vegetative mass of milk thistle when grown in a modern field crop rotation on different soils.

The article presents data from scientific literary sources and the results of our own field and laboratory research.

The study results reveal an excess of the maximum permissible concentrations of the toxicants in the vegetative mass under growing milk thistle on light gray podzolized, gray forest and dark gray podzolized soils with a lead content of 2.5 mg/kg–2.8 mg/kg and cadmium content of 0.2 mg/kg–0.22 mg/kg. In particular, an excess of the maximum permissible concentrations in the vegetative mass for lead by 1.97 – 2.86 times and cadmium – by 1.18 – 1.44 times was noted.

The lowest content and the lowest coefficient of accumulation of lead and cadmium in the vegetative mass of milk thistle was observed on dark gray podzolized soils, and the highest – on light gray podzolized soils. It was also found that the hazard coefficient of lead and cadmium in the vegetative mass of milk thistle exceeded 1.0, which indicates the low quality of this raw material. The vegetative mass of milk thistle, which was grown on dark gray podzolized soils, was characterized by the lowest hazard coefficient, while the highest – on light gray podzolized soils.

**Key words:** milk thistle, vegetative mass, lead, cadmium, soils, accumulation coefficient, hazard coefficient.



Copyright: Вдовенко С.А., Гетман Н.Я., Дідур І.Н. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.




УДК 635.073

## Ріст, урожайність та збереженість коренеплодів пастернаку за вирощування у передгірній зоні Закарпаття

Гамор А.Ф. , Садовська Н.П. , Попович Г.Б. 

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

 Гамор А.Ф. E-mail: andriy.hamor@uzhnu.edu.ua

Гамор А.Ф., Садовська Н.П., Попович Г.Б. Ріст, урожайність та збереженість коренеплодів пастернаку за вирощування у передгірній зоні Закарпаття. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 22–32.

Hamor A., Sadovska N., Popovich H. Growth, yield and preservation of parsnip roots for cultivation in the foothills of Transcarpathia. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 22–32.

Рукопис отримано: 30.09.2021 р.

Прийнято: 15.10.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-22-32

Пастернак посівний є цінною овочевою культурою. Його коренеплоди використовують у різних галузях народного господарства завдяки багатому хімічному складу. Однак площі під цією культурою незначні. Попри значну кількість наукових публікацій, в умовах Закарпаття культура залишається невивченою. Тому метою досліджень стало вивчення процесів росту та розвитку, урожайності та збереженості коренеплодів пастернаку посівного за вирощування у ґрунтово-кліматичних умовах передгірної зони Закарпаття. Під час вивчення фенології сортів відмічено, що період від появи сходів до формування розетки листків найкоротшим був у сорту угорської селекції Фелгосцу – 31 доба. А найкоротший міжфазний період «формування розетки – формування коренеплодів», який тривав 41 добу, зафіксовано на варіанті з сортом німецької селекції Борис. Вивчення біометричних параметрів розетки листків пастернаку показало, що за її висотою та діаметром переважає сорт Фелгосцу – 69,8 та 38,4 см відповідно. Кількість листків у розетці (6,4 шт.) максимальною була у сорту Борис. За довжиною (26,8 см), діаметром (4,9 см) та масою коренеплодів (158,8 г) виділявся сорт-стандарт Петрик. Цей сорт формувал найвищий урожай – 56,7 т/га, в межах якого 90,3 % становила товарна продукція. Сорт Борис формувал товарний урожай на рівні 45,9, а Фелгосцу – 44,9 т/га, що становило відповідно 87,4 та 82,8 % від загального врожаю. Для вивчення кращого способу збереженості продукції використовували три способи зберігання: насипом у ящиках, немитими та митими в поліетиленових мішках. За зберігання коренеплодів насипом у ящиках відмічали максимальні втрати маси – у межах 6,2–6,7 %. Найбільшу частку маси втрачали продуктивні органи сорту німецької селекції. Однак ці втрати за різних способів зберігання розподілялися в часі нерівномірно. На початку зберігання вони були достатньо високими, до січня–лютого вони різко знижувалися, а надалі знову зростали. Серед способів зберігання коренеплодів найкращим виявилось зберігання їх немитими у поліетиленових мішках. За такого способу вихід товарних коренеплодів після тривалого зберігання з кінця жовтня до кінця травня коливався від 92,8 до 93,6 %, і найвищим був у сорту Петрик. Цей сорт давав найбільший вихід товарних коренеплодів і за збереження їх насипом у ящиках та митими у поліетиленових мішках.

**Ключові слова:** пастернак посівний, фенофази, біометричні параметри, коренеплоди, урожайність, збереженість.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Одним з важливих завдань овочівництва нині є задоволення потреб населення у розширенні асортименту овочевої продукції завдяки вирощуванню нових та малопоширених культур. Вагоме значення серед останніх мають овочеві коренеплоди, зокрема петрушка

й пастернак, обсяги вирощування яких незначні і поступаються іншим культурам, однак які є унікальним джерелом вітамінів, легкодоступних мінеральних солей та ефірних олій. Усі ці компоненти регулюють процеси обміну речовин в організмі людини і вкрай необхідні цілодобово [1, 2].

Пастернак посівний (*Pastinaca sativa* L.) належить до родини Селерових (Apiaceae Lindl.) порядку Зонтикоцвітних (Umbelliferae Bartl.) У дикому вигляді зустрічається у багатьох країнах Європи і Азії, зокрема дуже поширений дикий пастернак в Україні. У перший рік пастернак утворює коренеплоди і розетку листків, на другий – стебло, суцвіття і насіння. Коренеплоди м'ясисті, білого або жовто-білого забарвлення, з гладенькою поверхнею і добре вираженими вічками [3]. Належить до групи пряних овочевих рослин з високим вмістом сухих речовин. Ароматичність пастернаку надають ефірні олії, що містяться в листках, коренеплодах і насінні [4]. Культивовані сорти пастернаку, завдяки своєму цінному складу, широко використовуються у різних галузях (харчовій промисловості, медицині, фармації та ін.). Як відмічено в роботі [5], хімічний склад пастернаку містить значну кількість біологічно активних сполук, які визначають широкий спектр його біологічних властивостей, здатних ефективно впливати на різні органи і системи організму та підтримувати їх здоров'я. Детальному вивченню хімічного складу пастернаку посівного та використанню його в офіційній і народній медицині присвячено низку досліджень [6–8]. Зокрема, у роботі [6] наголошується на високому вмісті йоду в коренеплодах пастернаку. Відомо, що гостра нестача цього елемента спостерігається у всьому світі, зокрема і в Закарпатті. Унаслідок може відбуватися зниження імунітету, порушення ростових процесів та диференціації тканин, погіршення мозкової діяльності.

Важливими чинниками підвищення продуктивності рослин пастернаку посівного є добір високопродуктивних сортів та удосконалення елементів технології для оптимізації умов вирощування з метою максимальної реалізації їх генетичного потенціалу [9]. Найважливішим завданням під час вирощування пастернаку є збільшення врожайності з одиниці площі та покращення якості продукції на основі удосконалення сортових технологій його вирощування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [2]. У роботі [10] зазначено, що західний регіон України сприятливий для вирощування культури. Ріст урожайності та валові збори мають бути забезпечені завдяки багатьом чинникам, серед яких важливе місце належить сорту тощо. Наразі в овочівництві для інтенсифікації технологій вирощування дедалі ширше використовуються регулятори росту рослин нового покоління, які здатні забезпечити стабільно високі врожайність і якість продукції за незначних економічних і енергетичних затрат

[11, 12]. У роботі [13] наведено позитивні результати, отримані за використання регуляторів росту Емістим та Регоплант для передпосівного оброблення насіння пастернаку. Встановлено [14], що використання регулятора росту Біоглобіну для оброблення насіння пастернаку сорту Стимул та позакореневих підживлень забезпечувало збільшення маси коренеплодів, врожайності рослин, товарності та поліпшення якості товарної продукції. Підвищувався вміст сухої речовини, цукрів та вітаміну С. Із збільшенням кількості обробок регулятором росту відмічали тенденцію зниження концентрації нітратів у коренеплодах.

Урожайність пастернаку посівного значною мірою залежить від розмірів і рівня активності асиміляційної поверхні посіву. Тому надзвичайно важливо сформуванню густоти рослин так, щоб посів мав структуру, за якої сонячна енергія буде поглинатися найповніше. За результатами досліджень [15] встановлено, що найвищі показники площі листової поверхні, фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу отримано у варіантах за схем сівби  $(50+20) \times 8$  см,  $(70+10+10) \times 10$  см та  $(70+10+10) \times 8$  см із густотою рослин відповідно 357,1, 333,3 та 416,7 тис. шт./га. Виявлено прямий сильний зв'язок ( $R=0,97$ ) між загальною урожайністю коренеплодів пастернаку посівного сорту Стимул та чистою продуктивністю фотосинтезу. Основою урожайності кожної сільськогосподарської культури [16], є показник динаміки формування фотосинтетичної продуктивності. Зазначено, що в умовах Правобережного Лісостепу України досліджувані сорти пастернаку посівного формували високу площу активної асиміляційної поверхні, динаміка змін якої залежить від етапу органогенезу, ґрунтово-кліматичних умов та сортових особливостей. Результати досліджень впливу схем сівби насіння пастернаку та густоти рослин на урожайність та якість коренеплодів наведено у роботі [17]. Установлено оптимальні схеми для вирощування пастернаку сорту Стимул. Доведено, що за сівби на грядках вихід товарних коренеплодів сягає 90–93 % і є найвищим.

Одним із важливих чинників підвищення урожайності овочів, зокрема пастернаку, є внесення органічних та мінеральних добрив. Крім основних елементів живлення, важливе значення мають мікроелементами. Останні входять до складу ферментів, що є каталізаторами біохімічних процесів. За їх наявності покращується розвиток рослин, підвищується стійкість до стресів та хвороб, покращується засвоєння основних елементів живлення. Серед робіт, присвячених вивченню впливу добрив на уро-

жайність та якість пастернаку варто назвати [18]. З метою упередження дії таких негативних чинників як посуха, підвищена вологість ґрунту, різні захворювання кореневої системи запропоновано проводити позакореневе підживлення мікроелементами [19]. Результати досліджень свідчать про позитивний вплив такого підживлення на урожайність і якість коренеплодів. Як відмічає автор, для одержання високого урожаю та доброї якості продукції коренеплодів пастернаку, доцільно проводити позакореневе підживлення мікроелементами молібденом або бором, або бором, марганцем та молібденом.

Важливе значення для цілорічного забезпечення населення та галузей харчової промисловості продукцією пастернаку має лежкість коренеплодів. Як відмічають у роботах [20, 21], ступінь стиглості пастернаку, який позначається на їх збереженості, не можна визначити за розміром коренеплоду, оскільки в цьому разі впливають умови вирощування й агротехніка. Смакові якості і консистенцію тканини з періодом вегетації від 120 до 180 діб рослин розрізнити теж важко. Вченими теоретично доведено та експериментально обґрунтовано, за яких умов спостерігаються найвища лежкість та найменші втрати маси пастернаку.

Коренеплідні овочі не мають чітко вираженого природного стану спокою. Тому актуальним є вивчення умов створення штучного спокою, за якого знижується обмін речовин та ростові процеси (досліджувався сорт Петрик). У роботі [22] наведено, що на інтенсивність фізіологічних процесів, які відбуваються під час зберігання, основними чинниками впливу є стадія стиглості і способи пакування. Важливим чинником, що впливає на якість урожаю коренеплодів, а отже, і на їх лежкість, є стійкість до хвороб і шкідників. Дослідження вітчизняних сортів пастернаку показали [23], що у зоні Лісостепу високу товарну врожайність (40,5–47,4 т/га) формували сорти Гормон і Петрик, у них відмічено менший ступінь ураження хворобами та пошкодження шкідниками.

Попри значну кількість досліджень цієї цінної коренеплідної культури, в умовах Закарпаття вона залишається невивченою. Відомо, що одним із важливих чинників підвищення урожайності культур, які не вимагають значних капіталовкладень, є підбір сортів.

**Мета дослідження** полягала у вивченні особливостей проходження фенофаз сортами пастернаку посівного, дослідженні їх урожайності в ґрунтово-кліматичних умовах передгірної зони Закарпаття та встановленні лежкості сортів за різних способів зберігання.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження агробіологічних особливостей сортів пастернаку посівного та збереженості коренеплодів проводили на території приватного господарства в передгірній зоні Закарпаття у 2018–2020 рр. Матеріалом для досліджень було обрано три сорти пастернаку: Петрик – української селекції, який був стандартом, Борис – німецької та Фелгосцу – угорської селекції.

Сорт Петрик – дворічна рослина. Розетка листків напіврозкидиста, самі листки великі, роздільно-перисті, зверху гладкі, знизу густо опушені. Особливістю є те, що листя використовують для ароматизації супів і гарячих страв. Колір коренеплодів білий, довжина 20–35 см, діаметр 4–8 см, поверхня гладка, форма конічна, у поперечному розрізі середина біла, м'якуш щільний, соковитий, сіро-білого кольору, ароматний, маса 150–250 г, містить приблизно 17–19 % сухих речовин, 8,6–10,5 % цукру, вітаміни С, В<sub>1</sub> і В<sub>2</sub>. Сорт цінується за лікувальні і дієтичні властивості, стійкість до хвороб. Сорт середньостиглий, за призначенням використовується як приправа. Смакові якості хороші. Товарні якості високі.

Сорт Борис – високоврожайний ранній сорт пастернаку. Форма коренеплоду конусоподібна, колір кремовий. М'якуш соковитий, білий, щільний, має солодкий аромат. Коренеплоди дуже смачні і використовуються в кулінарії для перероблення та в свіжому вигляді. Сорт багатий корисними мікроелементами і вітамінами, має лікувальні і дієтичні властивості.

Сорт Фелгосцу – високоврожайний, пізній і посухостійкий сорт пастернаку. Форма коренеплоду конусоподібна, білого кольору. Довжина до 30 см, а маса до 160 г. Має стоячу розетку листків. М'якуш білий, дуже ароматний і смачний.

Кожен сорт був окремим варіантом. Ділянки з сортами розміщували рендомним методом у триразовому повторенні. Площа облікової ділянки – 8 м<sup>2</sup>. Попередником пастернаку в 2018 році була цибуля, у 2019 – картопля.

Насіння усіх сортів пастернаку висівали в ґрунт одночасно у I декаді травня. Попередньо його замочували на три доби у теплій воді, після чого просушували до сипкості. Площа живлення рослин після проривання становила 40×7 см (357 тис./га). Догляд за посівами проводили згідно з регіональними рекомендаціями [24].

За вивчення онтогенезу сортів відмічали тривалість міжфазних періодів між наступними фенофазами: поява сходів, утворення 1-го листка, формування розетки, формування коренеплодів, а також тривалість вегетаційного періоду. Для вивчення біометричних показників



вимірювали: висоту розетки листків, діаметр розетки листків, а також кількість листків.

Збір урожаю проводили поступово з настанням технічної стиглості коренеплодів досліджуваних сортів (з кожної повторності окремо) щорічно в II декаді жовтня. Крім загальної, визначали товарну врожайність. Під час збору визначали також масу, діаметр, довжину коренеплодів, індекс форми.

Сортування проводили згідно з вимогами ДСТУ 8473:2015 «Пастернак свіжий. Технічні умови» [25]. Отримані результати оброблено статистично [24] та наведено у формі таблиць.

Крім цього, вивчали вплив сортових особливостей та способів зберігання на лежкість коренеплодів. Перед закладанням на зберігання хворі та пошкоджені коренеплоди вибракували. Водночас керувалися методичними вказівками щодо проведення науково-дослідних робіт зі зберігання [26].

Зберігали коренеплоди пастернаку такими способами: у ящиках насипом, немиті у поліетиленових мішках, миті в поліетиленових мішках. Температуру протягом усього періоду зберігання підтримували на рівні (0 °C – +2 °C).

Після тривалого зберігання (з кінця жовтня до кінця травня у 2018–2019 та 2019–2020 рр.) визначали природні втрати, пророслі коренеплоди, абсолютний брак, ураженість хворобами та збереженість. Для цього проби коренеплодів відбирали щомісячно. Лежкість визначали встановленням максимального строку зберігання за оптимальних для цього продукту умов.

Отриманий цифровий матеріал опрацьовано статистично з використанням комп'ютерного програмного забезпечення (*Excel 2010*) та представлено у формі таблиць і діаграм.

**Результати дослідження та обговорення.** Насіння пастернаку проростало неодноразово. Першими в обидва роки досліджень з'явилися сходи на варіанті з сортом Фелгосцу. Тривалість періоду «висів–сходи» становила 17 діб (табл. 1).

Довшим на дві доби був цей період на варіанті зі стандартом. Найбільш тривалий час від висіву до появи сходів відмічено у сорту німецької селекції. Тут він затягувався на три доби порівняно зі стандартом, та на п'ять діб – з Фелгосцу. Наступний міжфазний період на всіх ділянках був однаковий за тривалістю – 4 доби. Період від появи 1-го справжнього листка до формування розетки у сортів відрізнявся на 1–2 доби, і найкоротшим був у Фелгосцу (табл. 1). Попри те, що ростові процеси у сорту Борис від висіву до формування розетки загалом були дещо затягнутими порівняно з іншими варіантами, час між формуванням розетки і формуванням коренеплодів виявився найкоротшим і тривав 41 добу, що на 3 доби менше від стандарту та Фелгосцу.

Дуже важливим є період від початку формування коренеплодів до настання їх технічної стиглості, за якої можна проводити збір урожаю та закладати його на зберігання. Різниця між сортами за цим показником коливалася у межах 1–4 діб, а сама тривалість періоду становила 149–153 доби, і найкоротшою була у сорту Борис.

За вивчення біометричних параметрів надземної вегетативної частини рослин встановлено, що найбільші відмінності між сортами існують за висотою розетки листків (табл. 2).

Найвищу розетку формували рослини пастернаку на варіанті з сортом Фелгосцу – 69,8 см, що вище за стандарт на 12,8 %, а від сорту Борис – на 20,1 %. Щодо діаметра розетки різниця між сортами становила 2,2–4,6 см. Угорський сорт формував розетку максимального діаметра. Приріст щодо стандарту сягав 6,1 %, а порівняно із сортом німецької селекції був на 13,6 % більшим. Мінімальну різницю між сортами спостерігали за кількістю листків у розетці (табл. 2).

Вивчення біометричних параметрів підземних продуктивних органів рослин також засвідчило певні сортові відмінності (табл. 3).

Таблиця 1 – Тривалість міжфазних періодів пастернаку, діб (середнє за 2018–2019 рр.)

Сорт	Висів – сходи	Сходи – поява 1-го справжнього листка	Поява 1-го справжнього листка – формування розетки	Формування розетки – формування коренеплодів	Формування коренеплодів – технічна стиглість	Тривалість вегетаційного періоду
Петрик (стандарт)	19	4	11	44	93	152
Борис	22	4	12	41	92	149
Фелгосцу	17	4	10	44	95	153

Таблиця 2 – Біометричні параметри розетки листків пастернаку (середнє за 2018–2019 рр.)

Сорт	Висота розетки листків, см	Діаметр розетки листків, см	Кількість листків у розетці, шт.
Петрик (стандарт)	61,9	36,2	5,5
Борис	57,9	33,8	6,4
Фелгосцу	69,8	38,4	5,5
НІР <sub>0,05</sub>	4,7	2,4	0,6

Таблиця 3 – Біометричні параметри коренеплодів пастернаку (середнє за 2018–2019 рр.)

Сорт	Довжина коренеплодів, см	Діаметр коренеплодів, см	Індекс форми	Маса коренеплодів, г
Петрик (стандарт)	26,8	4,9	5,7	158,8
Борис	25,3	4,6	5,6	147,0
Фелгосцу	24,5	4,9	5,1	151,9
НІР <sub>0,05</sub>	2,1	0,4	-	10,3

Найдовші коренеплоди формували рослини сорту-стандарту – 26,8 см. На варіанті з сортом Борис довжина їх була меншою на 5,6 %, а в Фелгосцу – на 8,6 %. Середнє значення діаметра коренеплодів у сорту-стандарту та Фелгосцу було однаковим (табл. 3), а у Бориса – на 0,3 см менше, що не є статистично значущим. Індекс форми корелює із довжиною коренеплодів.

За масою продуктивних органів виділявся сорт-стандарт. Його коренеплоди досягали 158,8 г, що на 7,4 % більше, ніж у Бориса, та на 4,3 % більше, ніж у Фелгосцу.

Як зазначає І. Дидів [10], основним критерієм, що відображає оптимізацію всіх чинників, які впливають на життєдіяльність рослинного організму, є урожайність. В умовах передгірної зони Закарпаття найвищий урожай отримано на варіанті з сортом-стандартом (табл. 4).

Сорт Борис сформував загальний урожай менший порівняно з Петриком на 4,2 т/га, а Фелгосцу – на 2,5 т/га. Частка товарного урожаю коливалася від 82,8 до 90,3 %. Найвищий товарний урожай – 52,0 т/га, також зафіксовано на ділянці, де вирощували сорт Петрик. У сорту Борис величина цього показника була меншою на 6,1, а у Фелгосцу – на 7,1 т/га. Сорт-стандарт вирізнявся найбільшою врожайністю серед інших і за вирощування у низинній зоні Закарпаття, однак на відміну від ґрунтово-кліматичних умов передгір'я, наближався до нього за урожайністю та низкою інших показників сорт німецької селекції Борис [27].

Попит на свіжі коренеплоди зберігається і в зимово-весняний період. На відміну від моркви, пастернак має краще розвинену, механічно міцнішу шкірку. Завдяки цій особливості його коренеплоди зберігаються краще та

Таблиця 4 – Урожайність сортів пастернаку посівного, т/га (середнє за 2018–2019 рр.)

Сорт	Урожайність			Відхилення від стандарту (т/га) товарного урожаю	
	Загальна	Товарна	% товарного урожаю	т/га	%
Петрик (стандарт)	56,7	52,0	90,3	-	-
Борис	52,5	45,9	87,4	-6,1	-2,9
Фелгосцу	54,2	44,9	82,8	-7,1	-7,5

менше уражаються різними гнилями. Дослідженнями вчених [28] доведено, що зниження температури в природних умовах нижче 5 °С за 8 тижнів до збору врожаю призводить до зниження у коренеплодах крохмалю та підвищення рівня загального цукру. Зберігання коренеплодів у холодильнику за температури 1 °С упродовж 24 тижнів призводило майже до повного вичерпування крохмалю, тимчасом концентрації сахарози та мальтоолігосахариду (MOS) зростали щонайменше вдвічі. Підвищувалися також концентрації глюкози і фруктози. Накопичення цукрів, відповідно, може підвищити кулінарні якості пастернаку, що зберігався в охолодженому вигляді.

У низці робіт [20–22] зазначено, що лежкість коренеплодів меншою мірою залежить від особливостей сорту і більшою – від способу їх зберігання. Отримані результати повністю узгоджуються із цим твердженням.

За зберігання коренеплодів у ящиках насипом різниця у виході стандартної продукції між сортами не виходила за межі 1,8 % (табл. 5.) Найвищий показник збереженості стандартної продукції було зафіксовано для сорту Петрик.

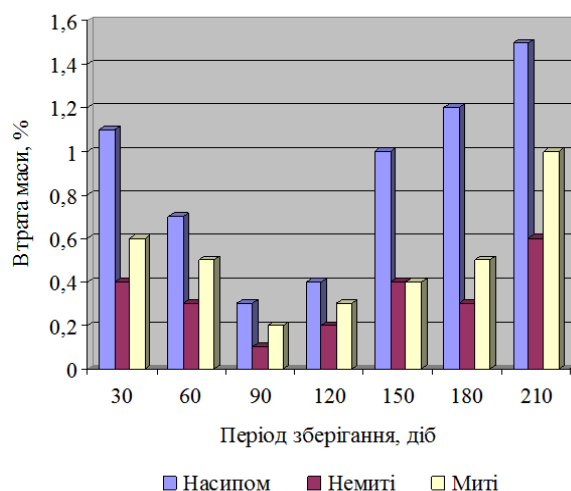
Найбільшу втрату маси – 6,7 %, відмічено у варіанті з сортом Борис. У стандарту цей показник менший на 0,5 %, а у Фелгосцу – на 0,3 %.

За зберігання коренеплодів у поліетиленових мішках, як митими так і немитими, втрати маси значно менші (табл. 5) через зменшення інтенсивності дихання коренеплодів. Однак величина цього показника у варіанті, де коренеплоди попередньо не мити є меншою, ніж у варіанті з митою продукцією. Різниця між варіантами за цією ознакою становить для сортів Петрик і Фелгосцу 1,2 %, для сорту Борис – 0,9 %. Частка втраченої маси за зберігання немитих коренеплодів у поліетиленових мішках становила для сорту-стандарту 2,3 %, а у сортів Борис та Фелгосцу була більшою відповідно на 0,5 і 0,2 %.

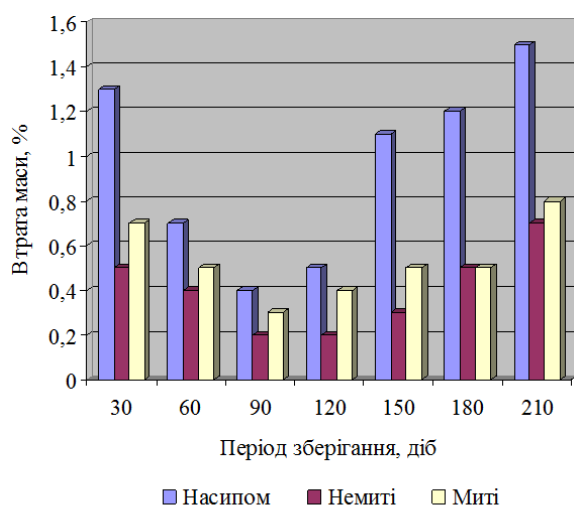
Упродовж усього періоду зберігання продукції різними способами втрата маси проходила нерівномірно. У всіх сортів її зменшення було більш відчутним у перші місяці зберігання, досягало свого мінімуму за відбору проб у січні–лютому, а далі знову доволі різко зростало аж до кінця терміну зберігання (рис. 1).

Таблиця 5 – Збереженість коренеплодів пастернаку залежно від сорту та способу зберігання, % (середнє за 2018–2020 рр.)

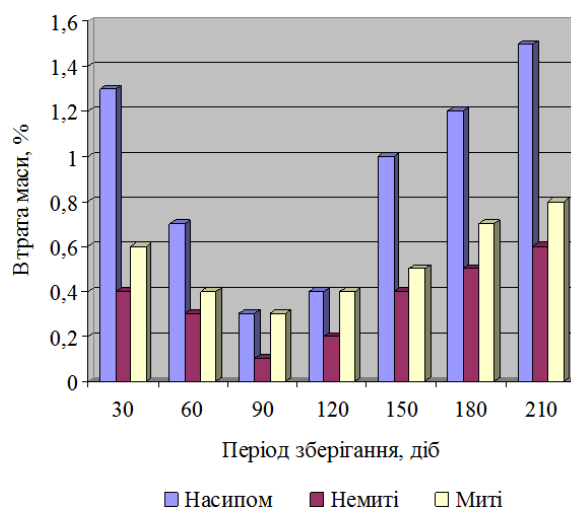
Спосіб зберігання	Втрати під час зберігання, %				Вихід стандартних коренеплодів
	Втрата маси	Пророслі коренеплоди	Хворі	Брак	
Петрик (стандарт)					
Насипом у ящиках	6,2	0,5	1,4	0	91,9
Немиті у поліетиленових мішках	2,3	1,2	2,0	0,7	93,8
Миті у поліетиленових мішках	3,5	0,8	10,2	1,8	83,7
Борис					
Насипом у ящиках	6,7	0,8	2,0	0,4	90,1
Немиті у поліетиленових мішках	2,8	1,5	1,9	1,0	92,8
Миті у поліетиленових мішках	3,7	0,5	10,9	3,1	81,8
Фелгосцу					
Насипом у ящиках	6,4	0,6	1,6	0,2	91,2
Немиті у поліетиленових мішках	2,5	1,4	1,4	1,1	93,6
Миті у поліетиленових мішках	3,7	2	7,8	2,2	84,3



а) Сорт Петрик



б) Сорт Борис



в) Сорт Фелгосцу

Рис. 1. Втрати маси коренеплодами пастернаку за різних способів зберігання, %.

Серед інших втрат, максимальний відсоток припадав на хворі коренеплоди (табл. 5). Найбільше уражених гнилями коренеплодів фіксували у всіх сортів за зберігання продукції у митому вигляді в поліетиленових мішках. Частка втрачених через захворювання коренеплодів у сорту вітчизняної селекції знаходилася на рівні 10,2 %, у німецького сорту була на 9,7 % більшою. Миті коренеплоди Фелгосцу виявилися менш уразливими до хвороб. На їх частку припадало на 2,4 % менше, ніж у Петрика, та на 3,1 % менше порівняно з Борисом.

Найбільше пророслих коренеплодів у варіанті за зберігання немитими у поліетиленових мішках відмічено у німецького сорту – 1,5 %,

а серед митої продукції – у Фелгосцу – 2,9 %. Найменшу кількість браку у всіх сортів було зафіксовано за зберігання у ящиках.

**Висновки.** Найвищий урожай коренеплодів – 56,7 т/га, за вирощування пастернаку у передгірній зоні Закарпаття отримано у сорту Петрик. Частка товарної продукції у загальній масі врожаю сягала 90,3 %.

Серед усіх способів зберігання пастернаку найкращим було зберігання коренеплодів немитими у поліетиленових мішках. Найвищу збереженість наприкінці досліду за такого способу зафіксовано у сорту Фелгосцу – 94,6 %. Наближався до нього за цим показником сорт Петрик (93,8 %).

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Науково-практичні підходи селекції і насінництва петрушки та пастернаку. Теорія і практика / Корнієнко С.І. та ін.; за ред. С.І. Корнієнка. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 152 с.
2. Хареба В.В., Комар О.О. Вплив строків сівби на динаміку формування листової поверхні і маси коренеплоду пастернаку посівного (*Pastinaca Sativa L.*). Науковий вісник НУБіП України. Агрономія. Київ, 2017. № 269. С. 201–208.
3. Пастернак: овоч із давньою історією. URL: <https://www.pro-of.com.ua/pasternak-ovoch-iz-davnoyu-istoriyeu>
4. Особливості технології вирощування малопоширених овочевих рослин / Корнієнко С.І. та ін.; за ред. С.І. Корнієнка. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 133 с.
5. Симоненко Н.А., Шпичак О.С. Пастернак посівний – перспективна сировина для застосування в медицині, фармації та косметології. Косметологія та ароматологія: етапи становлення і майбутнє: зб. наук. праць Міжнар. наук.-практ. конф., Харків, 22–23 лютого 2018 р. С. 127–130.
6. Элементный состав пастернака (*Pastinaca sativa L.*) / Голубкина Н.А. и др. Овощи России. 2014. № 3. С. 18–21. DOI: 10.18619/2072-9146-2014-3-18-21
7. Шханукова З.Х., Коновалов Д.А. Изучение минерального состава пастернака посевного (*Pastinaca sativa L.*). Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2 (2). URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23037>
8. Шиморова Ю.Є., Кисличенко В.С., Кузнєцова В.Ю. Вивчення жирнокислотного складу коренеплодів *Pastinaca sativa L.* Фітотерапія. Часопис. 2017. № 1. С. 46–48.
9. Комар О.О., Шеметун О.В., Комар В.О. Оцінка фотосинтетичної діяльності сортів пастернаку посівного в умовах Правобережного Лісостепу України. Рослинництво та ґрунтознавство. 2020. Vol. 11. № 4. С. 87–94. DOI: 10.31548/agr2020.04.087
10. Дидів І.В., Дидів О.Й. Продуктивність пастернаку залежно від сортів вітчизняної та зарубіжної селекції. Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія. 2013. № 17 (2). С. 147–150.
11. Бобось І.М., Завадська О.В. Удосконалення технологій вирощування коренеплодів для зберігання та переробки. Київ: Компрінт. 2015. 227 с.
12. Ткачук О.О. Екологічна безпека та перспективи застосування регуляторів росту рослин. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2014. № 3. С. 41–44.
13. Хареба В., Комар А. Подбор регуляторов роста растений для предпосевной обработки семян пастернака (*Pastinaca sativa L.*) в условиях Правобережной Лесостепи Украины. Ştiinţa agricolă. 2017. № 2. С. 63–66.
14. Вплив регулятора росту Біоглобін на врожайність та якість товарної продукції пастернаку в умовах Західного Лісостепу України / Дидів І.В. та ін. Plant Varieties Studying and Protection. Рослинництво. 2021. Т. 17. № 1. С. 73–79. DOI: 10.21498/2518-1017.17.1.2021.228216
15. Хареба В.В., Комар О.О. Фотосинтетична активність та врожайність пастернаку посівного залежно від схем сівби та густоти рослин. Овочівництво і баштанництво. 2017. Вип. 63. С. 344–351.
16. Комар О.О., Шеметун О.В., Комар В.О. Оцінка фотосинтетичної діяльності сортів пастернаку посівного в умовах Правобережного Лісостепу України. Рослинництво та ґрунтознавство. 2020. Вип. 11. № 4. С. 87–94. DOI: 10.31548/agr2020.04.087

17. Комар О.О. Урожайність і якість коренеплодів пастернаку посівного залежно від схем сівби та густоти рослин. Вісник аграрної науки. 2017. Т. 95. № 11. С. 71–75.
18. Вплив нового комплексного мінерального добрива Нітроамофоска-М на урожайність і якість пастернаку / Дидів І. та ін. Вісник ЛНАУ. Агрономія. 2020. № 24. С. 93–98. DOI: 10.31734/agronomy2020.01.093
19. Дидів І.В. Вплив позакореневого підживлення мікроелементами на врожайність і якість пастернаку в умовах західного регіону України. Овочівництво і баштанництво. Харків, 2011. Вип. 57. С. 141–145.
20. Збереженість коренеплодів пастернаку залежно від ступеня стиглості, сортових особливостей і способу зберігання / Пузік Л.М. та ін. DOI: 10.15587/1729-4061.2019
21. Пузік Л.М. Збереженість коренеплодів пастернаку залежно від тривалості вегетаційного періоду. Овочівництво і баштанництво. Харків, 2013. Вип. 59. С. 239–243.
22. Пузік Л.М. Тепловологовідлення коренеплодів пастернаку під час зберігання. Вісник ХНАУ. Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання. 2016. Вип. 2. С. 12–20.
23. Бобось І.М. Вплив шкідників і хвороб на продуктивність сортів петрушки й пастернаку. Карантин і захист рослин. 2013. № 2. С. 12–14.
24. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві, 3-тє вид. / за ред. Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка. Х.: Основа, 2001. 369 с.
25. ДСТУ 9473:2015 «Пастернак свіжий. Технічні умови» введ. 01.07.2017 р.
26. Пузік Л.М., Гордієнко І.М. Технологія зберігання плодів, овочів та винограду: навч. посібник. Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.М. Докучаєва. Харків, 2011. 336 с.
27. Формування продуктивності сортів пастернаку посівного за вирощування в низинній зоні Закарпаття / Садовська Н.П. та ін. Scientific Collection «InterConf», (71): with the Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Scientific and Practical Conference «Current Issues and Prospects for the Development of Scientific Research» (August 19–20, 2021). Orléans, France: Epi, 2021. С. 351–362. DOI: 10.51582/interconf.19-20.08.2021.033
28. Bufler G., Horneburg B. Changes in sugar and starch concentrations in parsnip (*Pastinaca sativa L.*) during root growth and development and in cold storage. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 2013. Vol. 88. Issue 6. P. 756–761. DOI: 10.1080/14620316.2013.11513035

## REFERENCES

1. Kornijenko, S.I., Gorova, T.K., Shtepa, L.Ju., Pidlubenko, I.M., Mogyl'na, O.M., Ter'ohina, L.A., Zelendin, Ju.D., Borysenko, L.D., Chernenko, K.M., Cherkasova, V.K., Demydenko, F.T., Lagodovec', T.M., Stovbir, O.P. (2015). Naukovo-praktychni pidhody selektsii i nasinnnytva petrushky ta pasternaku. Teoriya i praktyka [Scientific and practical approaches to selection and seed production of parsley and parsnip. Theory and practice]. Vinnitsa, Nilan-LTD, 152 p.
2. Hareba, V.V., Komar, O.O. (2017). Vplyv strokiv sivyby na dynamiku formuvannja lystkovoї poverhni i masy

- koreneplođu pasternaku posivnogo (*Pastinaca sativa* L.) [Influence of sowing periods on the dynamics of forming of leaf surface and root weight of parsnip (*Pastinaca sativa* L.)]. Naukovyj visnyk NUBiP Ukrainy. Agronomija [Scientific Bulletin of NUBiP of Ukraine. Agronomy]. Vol. 269, pp. 201–208.
3. Pasternak: ovoid iz davn'uju istorijeju [Parsnip: a vegetable from an old history]. Available at: <https://www.prof.com.ua/pasternak-ovoid-iz-davnoyu-istoriyeyu>
4. Kornijenko, S.I., Hareba, V.V., Hareba, O.V., Poznjak, O.V. (2015). Osoblyvosti tehnologii' vyroshhuvannja maloposhyrenyh ovochevyh roslyn [Features of technology for growing uncommon vegetable plants]. Vinnitsa, Nilan-LTD, 133 p.
5. Symonenko, N.A., Shpychak, O.S. (2018). Pasternak posivnyj – perspektyvna syrovyna dlja zastosuvannja v medycyni, farmacii' ta kosmetologii' [Parsnip is a promising raw material for use in medicine, pharmacy and cosmetology]. Kosmetologija ta aromologija: etapy stanovlennja i majbutnje: zb. nauk. prac' Mizhnar. nauk.-prakt. konf., Harkiv, 22–23 ljutogo 2018r. [Cosmetology and Aromology: Stages of Formation and Future: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Kharkiv, pp. 127–130.
6. Golubkina, N.A., Fedorova, M.I., Stepanov, A.N., Nadezhkin, S.M. (2014). Jelementnyj sostav pasternaka [Content of micro- and macro-elements of parsnip (*Pastinaca sativa* L.)]. Ovoshhi Rossii [Vegetable crops of Russia], no. 3, pp. 18–21. DOI: 10.18619/2072-9146-2014-3-18-21
7. Shhanukova, Z.H., Kononov, D.A. (2015). Yzuchenye myneral'nogo sostava pasternaka posevnogo (*Pastinaca sativa* L.) [Study of mineral composition parsnip]. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija [Modern Problems of Science and Education], no 2(2). Available at: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23037>
8. Shymorova, Ju.Je., Kyslychenko, V.S., Kuznjecova, V.Ju. (2017). Vyvchennja zhynokyslotnogo skladu koreneplođu *Pastinaca sativa* L. [Study of the fatty acid composition of the roots of *Pastinaca sativa* L.]. Fitoterapija. Chasopys [Phytotherapy. Magazine], no. 1, pp. 46–48.
9. Komar, O.O., Shemetun, O.V., Komar, V.O. (2020). Ocinka fotosyntetichnoi' dijial'nosti sortiv pasternaku posivnogo v umovah Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrainy [Photosynthetic activity of parsnip varieties in the conditions of the Right-bank Forest-steppe of Ukraine]. Roslynnictvo ta g'runtoznavstvo [Plant and Soil Science]. Vol. 11, no. 4, pp. 87–94. DOI: 10.31548/agr2020.04.087
10. Dudiv, I., Dudiv, O., (2013). Produktivnist' pasternaku zalezno vid sortiv vitchyznjanoi' ta zarubizhnoi' selekcii' [Parsnip productivity depending on the varieties of domestic and foreign breeding]. Visnyk LNAU. Agronomija [Vestnik of the LNAU. Agronomy], no. 17 (2), pp. 147–150.
11. Bobos', I.M., Zavads'ka, O.V. (2015). Udoskonalennja tehnologij vyroshhuvannja koreneplođu dlja zberigannja ta pererobky [Improving technologies for growing roots for storage and processing]. Kyiv, Komprint, 227 p.
12. Tkachuk, O.O. (2014). Ekologichna bezpeka ta perspektyvy zastosuvannja regulatoriv rostu roslyn [Ecological safety and prospects of using of plant growth regulators]. Visnyk VPI [Visnyk of Vinnytsia Polytechnical Institute], no. 3, pp. 41–44.
13. Khareba, V., Komar, A. (2017). Podbor regulatoriv rosta rastenij dlja predposevnoj obrabotki semjan pasternaka (*Pastinaca sativa* L.) v uslovijah Pravoberezhnoj Lesostepi Ukrainy [Selection of plant growth regulators for pre-sowing treatment of parsnip (*Pastinaca sativa* L.) seeds in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Štiința agricolă, no. 2, pp. 63–66.
14. Dudiv, I.V., Dudiv, O.Y., Dudiv, A.I., Kohovska, I.V. (2021). Vplyv regulatora rostu Bioglobina na vrozhajnist' ta jakist' tovarnoi' produkcii' pasternaku v umovah Zahidnogo Lisostepu Ukrainy [Influence of growth regulator Bioglobin on yield and quality of commercial parsnip products in the conditions of Western Forest-Steppe of Ukraine]. Plant Varieties Studying and Protection. Vol. 17, no. 1, pp. 73–79. DOI: 10.21498/2518-1017.17.1.2021.228216
15. Khareba, V.V., Komar, O.O. (2017). Fotosyntetichna aktyvnist' ta vrozhajnist' pasternaku posivnogo zalezno vid shem sivby ta gustoty roslyn [Photosynthetic activity and productivity of parsnip depending on sowing scheme and plant density]. Ovochivnyctvo i bashtannyctvo [Vegetables and Melons Growing]. Vol. 63, pp. 344–351.
16. Komar, O.O., Shemetun, O.V., Komar, V.O. (2020). Ocinka fotosyntetichnoi' dijial'nosti sortiv pasternaku posivnogo v umovah Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrainy [Photosynthetic activity of parsnip varieties in the conditions of the Right-bank Forest-steppe of Ukraine]. Roslynnictvo ta g'runtoznavstvo [Plant and Soil Science]. Vol. 11, no. 4, pp. 87–94. DOI: 10.31548/agr2020.04.087
17. Komar, O. (2017). Urozhajnist' i jakist' koreneplođu pasternaku posivnogo zalezno vid shem sivby ta gustoty roslyn [Productivity and quality of root crops of parsnip depending on schemes of sowing and density of plants]. Visnyk agrarnoi' nauky [Bulletin of Agricultural Science]. Vol. 95, no. 11, pp. 71–75.
18. Dydiv, I., Dydiv, O., Dydiv, A., Yuzkiv, M., Hajko, L.I. (2020). Vplyv novogo kompleksnogo mineral'nogo dobrovy Nitroamofoska-M na urozhajnist' i jakist' pasternaku [Influence of the new complex mineral fertilizer Nitroammophoska-M on the yield and quality of parsnip]. Visnyk LNAU. Agronomija [Vestnik of the LNAU. Agronomy], no. 24, pp. 93–98. DOI: 10.31734/agronomy2020.01.093
19. Dydiv, I.V. (2011). Vplyv pozakorenevoogo pidzhyvlennja mikroelementamy na vrozhajnist' i jakist' pasternaku v umovah zahidnogo regionu Ukrainy [Influence of foliar feeding microelements on yield and quality of parsnip in the western region of Ukraine]. Ovochivnyctvo i bashtannyctvo [Vegetables and Melons Growing]. Kharkiv, no. 57, pp. 141–145.
20. Puzik, L.M., Puzik, V.K., Ljubymova, N.O., Bondarenko, V.A., Rozhkov, A.O., Sergijenko, O.V., Denysenko, S.A., Kononenko, L.M. Zberezhenist' koreneplođu pasternaku zalezno vid stupenja styglosti, sortovyh osoblyvostej i sposobu zberigannja [Preservation of parsnip roots depending on the degree of ripeness, varietal characteristics and method of storage]. DOI: 10.15587/1729-4061.2019
21. Puzik, L.M. (2013). Zberezhenist' koreneplođu pasternaku zalezno vid tryvalosti vegetacijnogo periodu [The storage of parsnip roots has been evaluated comparatively depending on the duration of the vegetative period]. Ovochivnyctvo i bashtannyctvo [Vegetables and Melons Growing]. Kharkiv, no. 59, pp. 239–243.
22. Puzik, L.M. (2016). Teplovologovydlennja koreneplođu pasternaku pid chas zberigannja [Secretion

of heat and moisture in parsnip edible roots in storage conditions]. *Visnyk HNAU. Serija: Roslynnnytstvo, selekcija i nasynnytstvo, plodoovochivnytstvo i zberigannja* [Bulletin of KhNAU. Chapter: Crop production, selection and seed production, fruit and vegetable growing and storage]. Vol. 2, pp. 12–20.

23. Bobos', I.M. (2013). Vplyv shkidnykiv i hvorob na produktyvnist' sortiv petrushky j pasternaku [Influence of pests and diseases on productivity of grades of parsley and parsnip]. *Karantin i zahist roslin* [Plant Protection and Quarantine], no. 2, pp. 12–14.

24. Bondarenko, H.L., Yakovenko, K.I. (2001). *Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi ta bashtantnystvii* [Methodology of experimental work in vegetable and melon]. Kharkiv, Basis, 369 p.

25. DSTU 9473:2015 «Pasternak svizhyj. Tehnichni umovy» vved. 01.07.2017 r. [DSTU 9473: 2015 “Fresh parsnips. Technical conditions” introduction. 01.07.2017].

26. Puzik, L.M. (2011). *Texnologiya zberigannya plodiv, ovochiv ta vy'nogradu: navch. Posibny'k* [Technology of storage of fruits, vegetables and grapes: Tutorial]. Hark. nac. agrar. un-t. im. V.M. Dokuchajeva [Kharkiv National Agrarian University named after V.M. Dokuchaeva]. Kharkiv, 336 p.

27. Sadovska, N.P., Popovich, H.B., Hamor, A.F., Serednianska, M.Ju. (2021). Formuvannia produktyvnosti sortiv pasternaku posivnoho za vyroshchuvannia v nyzynnii zoni Zakarpattia [Formation of productivity of varieties of parsnip for cultivation in the lowland zone of Transcarpathia]. *Scientific Collection «InterConf»*, (71): with the Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Scientific and Practical Conference «Current Issues and Prospects for the Development of Scientific Research» (August 19–20, 2021). Orléans, France, Epi, pp. 351–362. DOI: 10.51582/interconf.19-20.08.2021

28. Bufler, G., Horneburg, B. (2013). Changes in sugar and starch concentrations in parsnip (*Pastinaca sativa* L.) during root growth and development and in cold storage. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. Vol. 88, Issue 6, pp. 756–761. DOI: 10.1080/14620316.2013.11513035

### **Рост, урожайность и сохранность корнеплодов пастернака при выращивании в предгорной зоне Закарпатья**

**Гамор А.Ф., Садовська Н.П., Попович Г.Б.**

Пастернак посевной – ценное овощное растение. Его корнеплоды используют в разных отраслях народного хозяйства благодаря богатому химическому составу. Но площади под этой культурой незначительны. Несмотря на большое количество научных публикаций, в условиях Закарпатья культура остается неизученной. В связи с этим, целью исследований стало изучение процессов роста и развития, урожайности и сохранности корнеплодов пастернака посевного при выращивании в почвенно-климатических условиях предгорной зоны Закарпатья. При изучении фенологии сортов отмечено, что период от появления всходов до формирования розетки листьев самым кратким был у сорта венгерской селекции Фелгосцу – 31 сутки. А самый краткий междуфазный период «формирование розетки – формирование корнеплодов», который длился 41 сутки, зафиксирован на варианте с сортом немецкой селекции Борис. Изучение биометрических параметров розетки листьев пастернака показало, что по ее высоте и диаметру превалирует сорт

Фелгосцу – 69,8 и 38,4 см соответственно. Количество листьев в розетке (6,4 шт.) максимальным было у сорта Борис. По длине (26,8 см), диаметру (4,9 см) и массе корнеплодов (158,8 г) выделялся сорт-стандарт Петрик. Этот сорт формировал наивысший урожай – 56,7 т/га, в пределах которого 90,3 % составляла товарная продукция. Сорт Борис формировал товарный урожай на уровне 45,9, а Фелгосцу – 44,9 т/га, что составляло соответственно 87,4 та 82,8 % от валового урожая. Для выявления лучшего способа сохранности продукции использовали три способа хранения: насыпью в ящиках, невымытыми в полиэтиленовых мешках и мытыми в полиэтиленовых мешках. При хранении корнеплодов насыпью в ящиках отмечали максимальные потери массы. Они колебались в пределах 6,2–6,7 %. Наибольшую часть массы теряли продуктивные органы сорта немецкой селекции. Но эти потери при разных способах хранения распределялись по времени неравномерно. В начале хранения они были достаточно высокими, к январю-февралю резко понижались, а в дальнейшем снова возрастали. Среди способов хранения корнеплодов наилучшим оказалось хранение их невымытыми в полиэтиленовых мешках. При таком способе выход товарных корнеплодов после длительного хранения с конца октября до конца мая колебался от 92,8 до 93,6 %, и самым высоким был у сорта Петрик. Этот сорт давал наибольший выход товарных корнеплодов и при хранении их насыпью в ящиках, и мытыми в полиэтиленовых мешках.

**Ключевые слова:** пастернак посевной, фенофазы, биометрические параметры, корнеплоды, урожайность, сохранность.

### **Growth, yield and preservation of parsnip roots for cultivation in the foothills of Transcarpathia**

**Hamor A., Sadovska N., Popovych H.**

Parsnip is a valuable vegetable crop. Its roots are used in various sectors of the economy due to its rich chemical composition. But the area under the crop is insignificant. Despite the significant number of scientific publications, the issue of parsnip growth in the conditions of Transcarpathia has not been explored. Therefore, the aim of our research was to study the processes of growth and development, yield and preservation of parsnip roots for cultivation in soil and climatic conditions of the foothills of Transcarpathia. When studying the phenology of varieties, it was noted that the period from the emergence of seedlings to the formation of a rosette of leaves was the shortest in the variety of Hungarian selection Felhosszu and lasted 31 days. The shortest interphase period "rosette formation – root formation", which lasted 41 days, was recorded on the variant with the variety of German selection Boris. The study of the biometric parameters of the rosette of parsnip leaves showed that its height and diameter are dominated by the Felhosszu variety – 69.8 and 38.4 cm, respectively. The number of leaves in the rosette (6.4 pcs.) was the maximum in the Boris variety. The standard variety Petryk was distinguished by its length (26.8 cm), diameter (4.9 cm) and weight of root crops (158.8 g). This variety formed the highest yield – 56.7 t/ha, within which 90.3 % were marketable products. The Boris variety formed a marketable harvest at the level of 45.9, and Felhosszu – 44.9 t/ha, which was 87.4 and 82.8 % of the total harvest, respectively. To study the best way to

preserve products, we used three methods of storage: bulk in boxes, unwashed and washed in plastic bags. Maximum weight loss was observed during storage of root crops in bulk in boxes. They ranged from 6.2 to 6.7 %. The largest share of the mass was lost by the food organs of the German selection variety. But these losses in different storage methods were distributed unevenly over time. At the beginning of storage they were high enough, by January-February they sharply decreased, and further grew again. Among the

methods of storing roots, the best one was to store them unwashed in plastic bags. In this way, the yield of marketable roots after long-term storage from late October to late May ranged from 92.8 to 93.6 % and was highest in the Petryk variety. This variety gave the highest yield of marketable roots and for their preservation in bulk in boxes and washed in plastic bags.

**Key words:** parsnip, phenophases, biometric parameters, roots, yield, safety.



Copyright: Гамор А.Ф., Садовська Н.П., Попович Г.Б. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Гамор А.Ф.

Садовська Н.П.

Попович Г.Б.

<https://orcid.org/0000-0001-7833-077X>

<https://orcid.org/0000-0002-4391-6102>

<https://orcid.org/0000-0002-5300-3366>



## АГРОНОМІЯ

УДК 633.15; 631.543.81

## Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від застосування комплексних мінеральних добрив

Грабовський М.Б.<sup>1</sup> , Вахній С.П.<sup>1</sup> ,Лозінський М.В.<sup>1</sup> , Панченко Т.В.<sup>1</sup> , Басюк П.Л.<sup>2</sup><sup>1</sup> Білоцерківський національний аграрний університет<sup>2</sup> ТОВ «НВК Євроагрогруп» Грабовський М.Б. E-mail: nikgr@mail.ru

Грабовський М.Б., Вахній С.П., Лозінський М.В., Панченко Т.В., Басюк П.Л. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від застосування комплексних мінеральних добрив. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 33–42.

Grabovskyi M., Vakhniy S., Lozinskyi M., Panchenko T., Basyuk P. Grain productivity hybrids of corn depending on the use of complex mineral fertilizers. «Agrobology», 2021. no. 2, pp. 33–42.

Рукопис отримано: 04.10.2021 р.

Прийнято: 19.10.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-33-42

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Сучасні агротехнології в сільсько-господарстві є важливим чинником підвищення продуктивності сільськогосподарських культур та збереження родючості ґрунтів. Нові технології сприяють ефективнішому використанню потенціалу сучасних гібридів, а також підвищують урожайність та їх якість, впливаючи на продуктивний процес розвитку рослин. Ці технології сприяють оптимізації виробни-

Наведено результати вивчення впливу комплексних мінеральних добрив на продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Правобережного Лісостепу. Дослідження проведено у 2019–2021 рр. в умовах дослідного поля Науково-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету. В досліді вивчали 9 ранньостиглих, середньоранніх та середньостиглих гібридів кукурудзи (ФАО 170–350) і 4 рівні удобрення: без добрив,  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Frumentum (1 л/га),  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Grain (1 л/га). Встановлено, що у всіх досліджуваних гібридів найвищі показники довжини качана, маси зерна з качана та маси 1000 зерен відмічено за застосування  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Frumentum. Не відмічено суттєвої різниці за елементами структури врожаю за застосування  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Frumentum і  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Grain. Максимальну врожайність зерна забезпечили середньостиглі гібриди Каріфолс і ЛГ30352 на варіанті  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Frumentum – 8,21 та 7,84 т/га. За застосування  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Grain урожайність становила 8,16 і 7,81 т/га. Урожайність зерна гібридів ранньостиглої групи становила 5,82 т/га, середньоранньої – 6,71, середньостиглої – 7,35 т/га. Серед гібридів ранньостиглої групи найпродуктивнішим виявився ЛГ30189 (4,75–6,63 т/га), середньоранньої – Р8409 (5,29–7,61 т/га), середньостиглої групи – Каріфолс (6,04–8,21 т/га). Завдяки післясходовому застосуванню комплексних мінеральних добрив Plantonit Frumentum і Plantonit Grain продуктивність культури зростала в середньому на 6,0 і 5,4 % порівняно з внесенням лише  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . За внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Grain ранньостиглі гібриди збільшували врожайність зерна на 1,76 т/га, середньоранні – 2,11, середньостиглі – на 1,96 т/га, порівнюючи з варіантом без добрив. Водночас найвищий приріст врожайності спостерігався у середньоранніх та середньостиглих гібридів (1,48–2,32 т/га). Не встановлено вплив мінеральних добрив на вологість зерна кукурудзи, цей показник залежав від біологічних особливостей досліджуваних гібридів.

**Ключові слова:** кукурудза, зерно, гібрид, мінеральні добрива, урожайність, позакореневі підживлення.

чих витрат з огляду на екологічну безпеку навколишнього середовища [1].

Сучасні гібриди кукурудзи є досить вимогливими до технології вирощування та строків виконання технологічних операцій – порушення технології або ж несприятливі погодні умови зумовлюють різке зниження врожайності [2].

Потенціал урожайності сучасних гібридів є досить високим – до 16–18 т/га у виробничих умовах. Досягти такого рівня урожайності

можливо за оптимального поєднання максимальної кількості чинників, які зумовлюють реалізацію потенціалу [3]. Оптимальне забезпечення рослин елементами живлення, вологою та теплом сприяє досягненню високих рівнів урожайності [4].

Вивчення системи удобрення кукурудзи є одним з першочергових завдань аграрного сектору України. Використання збалансованих тукоsumішей восени, оптимальних форм мінеральних добрив навесні, проведення позакореневих підживлень у критичні фази росту і розвитку забезпечують високу врожайність зерна з високими показниками якості [5].

Ефективність застосування добрив залежить від біологічних особливостей гібридів, кліматичних умов вегетаційного періоду та типу ґрунту [6–7].

За вирощування кукурудзи на зерно важливим у її живленні є не тільки кількість внесених поживних речовин з добривами, а й співвідношення між ними. Збалансоване живлення дає змогу уникнути подовження другої половини вегетації і сприяє збиранню врожаю в оптимальні терміни [8].

Макро- і мікроелементи можуть набувати нових функцій, які визначаються їх фізичними, хімічними та біологічними властивостями. У зв'язку з цим вивчення можливих взаємодій між окремими елементами відкриває широкі можливості щодо регуляції надходження і транспорту їх в рослинний організм [9].

Взаємодія елементів мінерального живлення спостерігається тоді, коли присутність одного впливає на поглинання, надходження, транспорт, розподіл, накопичення, функціонування іншого, що визначається не тільки наявністю та кількістю певних елементів у середовищі, а й співвідношенням з іншими. Вивчення взаємодій між елементами відкриває перспективи до спрямованого регулювання надходження в рослини макроелементів через позакореневе підживлення рослин з метою оптимізації вмісту в рослинах мікроелементів [10].

Завдяки внесенню азотних добрив покращується родючість ґрунту та підвищується врожайність сільськогосподарських культур, зокрема урожайність зерна кукурудзи від 43 до 68 % [11]. За умови внесення під кукурудзу азоту 200 кг/га д.р. урожайність зерна культури була вищою відповідно на 17 і 8,5 %, ніж за дози азоту 100 і 150 кг/га д.р. [12].

Вплив фосфору на поглинання цинку зумовлений зниженням його вмісту у корені. Ймовірно це пов'язане з утворенням у ґрунті важкорозчинних і взагалі нерозчинних вторинних та третинних фосфатів. Внесення азоту,

особливо у вигляді  $\text{NH}_4^+$ , може призвести до підвищення поглинання фосфору [13].

Для отримання урожайності кукурудзи на рівні 10,0–11,5 т/га, в умовах Правобережного Лісостепу, рекомендується вирощувати гібриди середньостиглої групи з густотою стояння 90 тис. рослин/га та внесенням  $\text{N}_{120-150} \text{P}_{105-135} \text{K}_{105-135}$ . Норми добрив варто змінювати залежно від вологозабезпечення ґрунту [14].

У системі живлення кукурудзи, крім традиційних мінеральних добрив, широко застосовують позакореневі підживлення різними макрота мікроелементами [15]. За застосування підвищених доз мінеральних добрив відчувається дефіцит мікроелементів. Особливо часто така ситуація складається на бідних елементами живлення піщаних і супіщаних ґрунтах, на зрошуваних землях, на осушених торфовищах. За таких умов рослини позитивно реагують на мікродобрива. Застосування таких добрив дає змогу істотно підвищити врожайність зеленої маси і зерна кукурудзи [16].

Найбільш виправданим з економічного погляду є внесення мікроелементів під час позакореневого підживлення через листя, яке гарантує майже 100 % їх засвоєння. Збалансовані за складом під потреби кожної рослини мікроелементи в найдоступнішій хелатованій формі засвоюються рослиною через листя упродовж трьох годин. У рослині, завдяки отриманню належної кількості елементів життя, підвищується осмотичний тиск, прискорюється проходження та активізація низки реакцій обміну речовин і покращується фізіологічний стан рослин, активізується діяльність кореневої системи [17].

Покращення умов живлення рослин кукурудзи через позакореневе внесення добрив позитивно впливає на інтенсивність формування листкового апарату, накопичення рослинами надземної маси, рівень врожайності культури та якість зерна, дає змогу скоригувати дефіцити мікроелементів упродовж вегетації кукурудзи і максимально ефективно використовувати добрива, усунувши їх трансформацію в недоступні форми [18].

Найкращим строком проведення позакореневого підживлення є міжфазний період від закладання 4–10 листків до початку формування волоті. Добрива, що використовуються для позакореневого підживлення, збільшують урожайність на 8–10 % і суттєво підвищують окупність мінеральних добрив. У Вінницькій області найвище значення урожайності гібридів кукурудзи отримано за дворазового внесення мікродобрива Еколист Моно Цинк у фазу

5–7 та 10–12 листків кукурудзи: ДКС 2971 (ФАО 200) – 7,5 т/га, ДКС 3476 (ФАО 260) – 9,8 т/га та ДКС 3511 (ФАО 330) – 10,4 т/га, тимчасом на контролі урожайність становила 6,6; 8,8 та 9,0 т/га, відповідно [19].

За результатами досліджень, проведених в південній частині штату Мінесота, фосфорні добрива, внесені за сівби кукурудзи, підвищували висоту рослин та зменшували вологість зерна під час збирання, однак не збільшували врожайність зерна [20].

Проведення листового підживлення в період 7–8 листків поліпшує озерненість качана кукурудзи та підвищує якість продукції. У цій фазі зростає потреба у мікроелементах: цинку (Zn), марганцю (Mn), бору (B) та міді (Cu). Для швидкого покриття дефіциту певного елемента живлення можна використовувати висококонцентровані монодобрива, такі як Басфоліар Zn Фло з вмістом цинку в добриві 42 %, Солю Марганець із вмістом марганцю в добриві 15 % та магнію – 3 %, Спідфолбор із вмістом бору 17 % [21].

У зоні нестійкого зволоження Ставропольського краю істотно підвищення врожайності кукурудзи забезпечує позакореневе підживлення добривами Басфоліар Фло Zn (0,5 л/га) – на 0,57 т/га, або 8,5 %, і МЕРС (0,5 л/га) – на 0,53 т/га, або 7,9 %. Підвищення врожайності зерна кукурудзи від застосування добрив Аква Zn (0,5 л/га) і Сівід Комплекс (0,3 л/га) були істотними в окремі роки і становили 0,28–0,78 і 0,31–0,58 т/га [22].

В умовах Вінницької області найвищу урожайність зерна кукурудзи (9,61 т/га) було отримано у середньостиглого гібрида Адевей за застосування Реаком-Плюс-Зерно у фазі 10–12 листків [23].

Позакореневе підживлення рослин добривами Батр 40 Нітроген, Батр Макс забезпечує значне підвищення врожайності зерна кукурудзи – в середньому на 0,43 та 0,44 т/га у 2018–2020 рр. Спільне використання цих добрив не сприяло подальшому збільшенню врожайності. Мікродобриво Батр Цинк, у середньому за 2019–2020 рр., збільшило врожайність зерна на 0,73 т/га. Порівняно з використанням добрив для позакореневого підживлення азотом Батр 40 (3,0 л/га), Батр Макс (1,0 л/га) та Батр Цинк (1,0 л/га), внесення сечовини ( $N_{10}$ ) у фазі 7–8 листків кукурудзи є менш ефективним [24].

Обприскування рослин 5 % розчином карбаміду забезпечило підвищення урожайності зерна кукурудзи на 0,20–0,24 т/га. За позакореневого підживлення сумішшю карбаміду з препаратом хелат Zn або квантум-кукурудза урожайність зерна збільшувалася на 0,30–0,34

т/га. Найбільший приріст урожайності зерна (0,41 т/га) отримано у варіанті з дворазовим обприскуванням посівів кукурудзи сумішшю карбаміду з препаратом хелат цинку у фазі 5–6 листків і сумішшю карбаміду з препаратом квантум-кукурудза у фазі 8–9 листків [25].

Застосування в посівах кукурудзи у фазу 7–9 листків добрива Вітазим (1 л/га) забезпечило формування найвищої урожайності зерна на фоні повного мінерального добрива [26].

В умовах Полтавської державної дослідної станції найбільшу врожайність гібридів ДН Патріот та ДН Фіеста було одержано за умови внесення мінеральних добрив дозою  $N_{45}P_{40}K_{60}$  + позакореневого підживлення карбамідом (15 кг/га) та мікродобривом Новалон Фоліар (1,0 кг/га) у фазу 5–6 листків на фоні полицевого обробітку ґрунту. Приріст урожайності зерна гібридів щодо контролю становив відповідно 1,06 і 1,20 т/га, або 19,2 і 18,9 % [27].

**Метою дослідження** було визначення впливу комплексних мінеральних добрив на продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

**Матеріал і методи дослідження.** Польові досліді проводили в умовах дослідного поля Науково-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету, яке розміщене в Правобережному Лісостепу України.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий вилугуваний. Агрохімічна характеристика ґрунту: вміст гумусу (за Тюрнімом і Коновою) – 3,5–4,2 %, азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом), – 90–120 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору і обмінного калію (за Чириковим) – відповідно 130–160 і 120–130 мг/кг ґрунту. Загальна площа ділянки – 84 м<sup>2</sup>, облікова – 63 м<sup>2</sup>.

Дослідження проводили в 2019–2021 рр. за наступною схемою: Чинник А. Гібриди кукурудзи. Ранньостиглі. 1. ДН Позитив (ФАО 170), ЛГ30189 (ФАО 200), ДН Патріот (ФАО 190); Середньоранні. Жаклін (ФАО 230), Амарос (ФАО 230), Р8409 (ФАО 260); Середньостиглі. ЛГ30352 (ФАО 340), Каріфолс (ФАО 380), ДА Сонка (ФАО 350). Чинник В. Застосування добрив. 1. Без добрив. 2. Нітроамофоска ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) 3.  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Frumentum (1 л/га) 4.  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Grain (1 л/га).

Погодні умови вегетаційного періоду кукурудзи у 2021 рр. були сприятливими для росту і розвитку кукурудзи, а у 2019 р. – порівняно сприятливими. У 2020 рр. в період цвітіння-формування зерна відмічена ґрунтова та повітряна засуха, що вплинуло на зменшення продуктивності досліджуваних гібридів.

Агротехніка в досліджах відповідала загальноприйнятій для Правобережного Лісостепу України, крім досліджуваних чинників. Сівбу проводили в 3-й декаді квітня, за температури ґрунту на глибині загортання насіння 8–10 °С. Густота стояння рослин кукурудзи для ранньостиглих гібридів 750000 шт./га, середньоранніх – 70000, середньостиглих – 65000 шт./га. Збирання врожаю відбувалося у фазі повної стиглості зерна кукурудзи комбайном Hébé 125. Нітроамофоску ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) вносили восени під основний обробіток ґрунту, підживлення комплексними добривами Plantonit проводили у фазу 4–6 листків кукурудзи. Методичною основою були “Основи наукових досліджень в агрономії” та [28].

*Plantonit Grain* – високоефективне добриво, що містить збалансований набір макро- та мікроелементів, які є необхідними для повноцінного живлення зернових культур у критичний період розвитку. Використовується для підживлення зернових культур, таких як: кукурудза, пшениця, жито, тритикале, овес, ячмінь. Забезпечує нормальний ріст та розвиток рослин для реалізації генетичного потенціалу продуктивності. Хімічний склад: N – 100 г/л,  $P_2O_5$  – 90,  $K_2O$  – 90, MgO – 80,  $SO_3$  – 50, B – 10, Fe – 10, Mn – 20, Cu – 60, Zn – 4, Mo – 1, амінокислоти – 2 г/л.

*Plantonit Frumentum* – унікальне комплексне добриво для позакореневого підживлення рослин, таких як кукурудза, сорго та інші. Сприяє покращенню процесів обміну речовин

у рослині. Покращує цвітіння та запилення. Підвищує ефективність протікання окисно-відновних реакцій та процесу фотосинтезу. Особливістю добрива є підвищений вміст цинку, що посилює стійкість до бактеріальних та грибкових хвороб, а також допомагає забезпечити стійкість до екстремальних температур. Хімічний склад: N – 90 г/л,  $P_2O_5$  – 90,  $K_2O$  – 90, MgO – 50,  $SO_3$  – 50, B – 10, Fe – 4, Mn – 4, Cu – 10, Zn – 100, Mo – 1, амінокислоти – 2 г/л.

**Результати дослідження та обговорення.** Зміна мінерального живлення по-різному впливала на формування гібридами кукурудзи елементів структури врожаю. У ранньостиглого гібрида ДН Позитив максимальні показники маси зерна з качана та 1000 зерен відмічено за застосування  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Frumentum – 129,8 та 195,4 г, що більше порівняно з варіантом без добрив на 28,5 та 13,1 г (табл. 1).

За внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Grain ці показники були несуттєво меншими порівняно з попереднім варіантом і на 28,1 та 12,7 г вищими, ніж на варіанті без добрив.

У гібридів ЛГ30189 і ДН Патріот спостерігалась аналогічна тенденція, структурні показники врожаю (маса зерна з качана та 1000 зерен) були найбільшими за застосування  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Frumentum, що більше порівняно з варіантом без добрив на 14,3 і 17,7 г та 10,3 і 13,7 г. Довжина качана у всіх ранньостиглих гібридів була найбільшою на варіантах з внесенням добрив, хоча суттєвої різниці між ними не

Таблиця 1 – Елементи структури врожаю ранньостиглих гібридів кукурудзи (середнє 2019–2021 рр.)

Добрива	Довжина качана, см	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 зерен, г
ДН Позитив			
без добрив	17,4	101,3	182,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$	18,6	128,7	194,5
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Frumentum	18,7	129,8	195,4
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Grain	18,7	129,4	195,0
ЛГ30189			
без добрив	18,9	110,3	227,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$	19,8	122,8	236,4
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Frumentum	20,1	124,6	237,6
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Grain	20,2	124,0	238,2
ДН Патріот			
без добрив	19,6	114,3	232,4
$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,5	130,5	245,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Frumentum	20,8	132,0	246,1
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Grain	20,7	131,5	245,7

відмічено. Цей показник знаходився в межах 18,6–20,8 см та змінювався також залежно від біологічних особливостей гібридів.

У гібридів середньоранньої групи максимальні показники елементів структури врожаю відмічено за застосування  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Frumentum (табл. 2).

У гібридів Жаклін, Амарос та Р8409 показники маси зерна з качана та маси 1000 зерен становили 146,0 і 241,2 г, 136,2 і 245,9 г та 150,2 і 271,8 г, що більше порівняно з варіантом без добрив на 25,5 і 21,0 г, 19,4 і 19,6 та 24,2 і 21,5 г відповідно. Як і у ранньостиглій групі суттєвої різниці за елементами структури врожаю за застосування  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Frumentum і  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Grain не відмічено.

Під час аналізу структурних показників врожаю середньостиглої групи визначено, що у гібридів ЛГ30352, Каріфолс та ДА Сонка, максимальні показники отримано за застосування  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Frumentum та  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Grain. Так, маса зерна з качана та маса 1000 зерен були в межах 149,5–160,7 і 265,0–283,4 г відповідно до варіантів удобрення та гібридів (табл. 3).

Довжина качана залежала від біологічних особливостей гібридів і несуттєво варіювала під впливом удобрення.

За вирощування гібридів кукурудзи без внесення добрив найбільшу врожайність зерна забезпечили гібриди Каріфолс і ДА Сонка – 6,04 та 5,96 т/га відповідно. Найменшу вро-

жайність зерна отримано у ранньостиглих гібридів ДН Позитив, ЛГ30189 і ДН Патріот – 4,32, 4,75 та 4,67 т/га відповідно (табл. 4).

Згідно з отриманими даними, найбільшу врожайність зерна забезпечили гібриди Каріфолс і ЛГ30352 на варіанті  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Frumentum – 8,21 та 7,84 т/га. За застосування  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Grain урожайність зерна була несуттєво меншою – 8,16 і 7,81 т/га. Аналогічна тенденція щодо варіантів удобрення спостерігалась і за іншими гібридами. Завдяки післясходовому застосуванню комплексних мінеральних добрив Plantonit Frumentum і Plantonit Grain продуктивність культури зростала в середньому на 6,0 і 5,4 % порівняно з внесенням лише  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Урожайність зерна гібридів ранньостиглої групи становила за всіма рівнями удобрення 5,82 т/га, середньоранньої – 6,71 т/га, середньостиглої – 7,35 т/га. Серед гібридів ранньостиглої групи найпродуктивнішим виявився ЛГ30189 (4,75–6,63 т/га), середньоранньої – Р8409 (5,29–7,61 т/га), середньостиглої групи – Каріфолс (6,04–8,21 т/га).

Під час вивчення гібридів кукурудзи встановлено, що всі гібриди підвищували врожайність на 24,8–44,6 % порівняно з варіантом без добрив. Так, за застосування  $N_{60}P_{60}K_{60}$  врожайність зерна гібридів у ранньостиглій групі зростала на 1,39 т/га, середньоранній – на 1,71 т/га, середньостиглій – на 1,59 т/га (табл. 5).

Таблиця 2 – Елементи структури врожаю середньоранніх гібридів кукурудзи (середнє 2019–2021 рр.)

Добрива	Довжина качана, см	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 зерен, г
Жаклін			
без добрив	19,2	120,5	220,2
$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,1	143,4	239,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Frumentum	20,1	146,0	241,2
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Grain	20,3	145,4	240,6
Амарос			
без добрив	19,8	116,8	226,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,7	135,4	245,0
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Frumentum	21,0	136,2	245,9
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Grain	20,9	136,0	245,4
Р8409			
без добрив	20,5	126,0	250,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$	21,7	148,1	270,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Frumentum	21,8	150,2	271,8
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Grain	22,0	150,0	271,2

Таблиця 3 – Елементи структури врожаю середньостиглих гібридів кукурудзи (середнє 2019–2021 рр.)

Добрива	Довжина качана, см	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 зерен, г
ЛГ30352			
без добрив	22,3	134,9	245,2
$N_{60}P_{60}K_{60}$	23,5	150,4	264,0
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Frumentum	23,6	152,0	265,0
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Grain	23,8	152,5	265,8
Каріфолс			
без добрив	23,0	134,0	246,0
$N_{60}P_{60}K_{60}$	23,9	147,5	268,4
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Frumentum	24,0	149,7	270,5
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Grain	23,8	149,5	271,0
ДА Сонка			
без добрив	23,2	139,0	264,0
$N_{60}P_{60}K_{60}$	24,4	158,5	282,1
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Frumentum	24,5	160,7	283,4
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Grain	24,2	160,1	282,8

Таблиця 4 – Урожайність зерна гібридів кукурудзи (середнє 2019–2021 рр.), т/га

Гібриди	без добрив	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Frumentum	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Grain
ДН Позитив	4,32	5,63	6,04	6,00
ЛГ30189	4,75	6,24	6,63	6,60
ДН Патріот	4,67	6,05	6,45	6,42
<i>Середнє у групі</i>	<b>4,58</b>	<b>5,97</b>	<b>6,37</b>	<b>6,34</b>
Жаклін	5,12	6,73	7,14	7,10
Амарос	5,26	6,90	7,33	7,29
P8409	5,29	7,18	7,61	7,60
<i>Середнє у групі</i>	<b>5,22</b>	<b>6,94</b>	<b>7,36</b>	<b>7,33</b>
ЛГ30352	5,88	7,42	7,84	7,81
Каріфолс	6,04	7,78	8,21	8,16
ДА Сонка	5,96	7,44	7,81	7,79
<i>Середнє у групі</i>	<b>5,96</b>	<b>7,55</b>	<b>7,95</b>	<b>7,92</b>
НІР <sub>05</sub> , т/га, для чинника: А – 0,07; В – 0,03; АВ – 0,14				

Таблиця 5 – Прирости врожайності зерна гібридів кукурудзи залежно від застосування мінеральних добрив (середнє 2019–2021 рр.), т/га

Гібриди	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Frumentum	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Grain
ДН Позитив	1,31	1,72	1,68
ЛГ30189	1,49	1,88	1,85
ДН Патріот	1,38	1,78	1,75
Жаклін	1,61	1,79	1,76
Амарос	1,64	2,02	1,98
P8409	1,89	2,07	2,03
ЛГ30352	1,54	2,32	2,31
Каріфолс	1,74	2,14	2,11
ДА Сонка	1,48	1,96	1,93
Середнє	1,56	2,17	2,12
НІР <sub>05</sub>	0,02	0,04	0,04

Внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Frumentum підвищувало врожайність зерна у ранньостиглій групі на 1,79 т/га, середньоранній – на 2,14 т/га, середньостиглій на 1,99 т/га порівняно з неудобреним варіантом. За внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Grain ранньостиглі гібриди збільшували врожайність зерна на 1,76 т/га, середньоранній – на 2,11, середньостиглі – на 1,96 т/га. Водночас найвищий приріст врожайності спостерігався у середньоранніх та середньостиглих гібридів (1,48–2,32 т/га). Максимальні прибавки від застосування добрив отримано у гібрида Р8409 – 1,89–2,32 т/га та Каріфолс – 1,74–2,17 т/га.

Не встановлено вплив мінеральних добрив на вологість зерна кукурудзи, цей показник залежав від біологічних особливостей досліджуваних гібридів (табл. 6).

Мінімальними значеннями вологості зерна характеризувалися ранньостиглі гібриди кукурудзи (13,2–14,9 %), максимальними – середньостиглі (17,3–18,5 %). Найвищу вологість відмічено у гібрида Каріфолс – 18,0–18,5 %.

**Висновки.** Отже, найбільшу врожайність зерна забезпечували гібриди середньостиглої групи (7,55–7,95 т/га), однак вони відзначаються і високими показниками вологості зерна (17,3–18,5 %). Найбільше реагували на внесення мінеральних добрив гібриди ЛГ30352 та Каріфолс. Водночас приріст урожайності зер-

Таблиця 6 – Вологість зерна гібридів кукурудзи (середнє 2019–2021 рр.), %

Гібриди	без добрив	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Frumentum	$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Plantonit Grain
ДН Позитив	13,2	13,8	13,6	13,0
ЛГ30189	14,2	14,7	14,2	14,4
ДН Патріот	14,5	14,2	14,4	14,9
<i>Середнє у групі</i>	<b>14,0</b>	<b>14,2</b>	<b>14,1</b>	<b>14,1</b>
Жаклін	15,3	15,5	15,6	15,4
Амарос	15,7	16,0	16,2	16,5
Р8409	16,4	16,5	16,6	16,7
<i>Середнє у групі</i>	<b>15,8</b>	<b>16,0</b>	<b>16,1</b>	<b>16,2</b>
ЛГ30352	17,3	17,4	17,8	17,3
Каріфолс	18,2	18,0	18,4	18,5
ДА Сонка	17,9	17,8	18,0	18,1
<i>Середнє у групі</i>	<b>17,8</b>	<b>17,7</b>	<b>18,1</b>	<b>18,0</b>

на становив у них 1,54–2,32 та 1,74–2,14 т/га порівняно з варіантом без добрив. Застосування комплексних мінеральних добрив Plantonit Frumentum і Plantonit Grain у листову підживлення дає змогу підвищити урожайність кукурудзи в середньому на 37,8 і 37,1 % порівняно з варіантом без добрив.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Agrobiological and ecological bases of productivity increase and genetic potential implementation of new buckwheat cultivars in the conditions of the Northeastern Forest-Steppe of Ukraine / Butenko A.O. et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2019. 9 (1). P. 162–168.
2. Штукін М.О., Оничко В.І. Особливості підбору гібридів кукурудзи для умов північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Агрономія і біологія. 2013. №11. С. 213–217.
3. Improving fertilizer management in the U.S. and Canada for N<sub>2</sub>O mitigation: Understanding potential positive and negative side-effects on corn yields / Abalos D. et al. Agriculture, Ecosystems & Environment. 2016. Vol. 221. P. 214–221. DOI: 10.1016/j.agee.2016.01.044.
4. Формування продуктивності кукурудзи на силос залежно від фону мінерального живлення / Грабовський М.Б. та ін. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. 2019. Вип. 71. С. 37–40.
5. Паламарчук В.Д. Вплив позакореневих підживлень на лінійні розміри рослин кукурудзи. Науковий вісник НУБІП України. Агрономія. 2018. № 286. С. 231–244.
6. Variability in Corn Yield Response to Nitrogen Fertilizer in Eastern Canada / Kablan L.A. et al. Agronomy Journal. 2017. 109. P. 2231–2242. DOI: 10.2134/agnonj2016.09.0511
7. Грабовський М.Б. Удобрення кукурудзи: на часі економія. The Ukrainian Farmer. 2015. № 1. С. 56–57.
8. Assessing genotypic variation in Brazilian maize use efficiency and associated traits in Brazilian maize hybrids grown under low and high nitrogen inputs / Zuffo L.T. et al. Euphytica. 2021. 217. 4. DOI: 10.1007/s10681-021-02806-y.
9. Phenology and Biomass Production of Adapted and Non-Adapted Tropical Corn Populations in Central Iowa / Infante P.A. et al. Agronomy Journal. 2018. 110. P. 171–182. DOI: 10.2134/agnonj2016.11.0666
10. Corn response to long-term manure and fertilizer applications on a preceding perennial forage crop / Zhang H. et al. European Journal of Agronomy. 2020. Vol. 115. DOI: 10.1016/j.eja.2019.125990.
11. Evaluation of Two Irrigation Scheduling Methods and Nitrogen Rates on Corn Production in Alabama / Cunha J.F. et al. International Journal of Agronomy. 2020. P. 1–13. DOI: 10.1155/2020/8869383
12. Biswas D.K., Ma B.L. Effect of nitrogen rate and fertilizer nitrogen source on physiology, yield, grain quality, and nitrogen use efficiency in corn. Canadian Journal of Plant Science. 2016. 96(3). P. 392–403. DOI: 10.1139/cjps-2015-0186
13. Validation and use of critical phosphorus concentration in maize / Gagnon B. et al. European Journal of Agronomy. 2020. 120. P. 126–147. DOI: 10.1016/j.eja.2020.126147

14. Каленська С.М., Таран В.Г., Данилів П.О. Особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від удобрення, густоти стояння рослин та погодних умов. Таврійський науковий вісник. 2018. № 101. С. 42–49.

15. Ломовский Д.В. Продуктивность кукурузы в зависимости от обработки семян протравителями, микроудобрениями и прикорневой подкормки макроудобрениями на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09. Краснодар, 2007. 24 с.

16. Development and Performance Evaluation of a Precise Application System for Liquid Starter Fertilizer while Sowing Maize / Yu C. et al. *Actuators*. 2021. 10. 9 p. DOI: 10.3390/act10090221

17. Crop Rotation Affects Corn, Grain Sorghum, and Soybean Yields and Nitrogen Recovery / Sindelar A.J. et al. *Agronomy Journal*. 2016. 108. P. 1592–1602. DOI: 10.2134/agronj2016.01.0005

18. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Венедіктов О.М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: монографія. Вінниця, 2011. 432 с.

19. Паламарчук В.Д., Демчук Б.С. Роль позакореневих підживлень у сучасних технологіях вирощування зернової кукурудзи. Сільське господарство та лісівництво. 2021. №20. С. 60–76. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-5

20. Kaiser D.E., Coulter J.A., Vetsch J.A. Corn Hybrid Response to In-Furrow Starter Fertilizer as Affected by Planting Date. *Agronomy Journal*. 2016. 108. P. 2493–2501. DOI: 10.2134/agronj2016.02.0124

21. Мосьондз В.Л., Сидякіна О.В. Особливості системи удобрення кукурудзи на зерно. Перспектива: збірник наукових праць ДВНЗ «ХДАУ». 2019. Вип. 32. С. 51–53.

22. Efficiency of foliar additional corn feeding with agrochemicals / Bagrintseva V.N. et al. *Kukuruzna i Sorgo*. 2019. №2. P. 3–8.

23. Influence of foliar feeding on the grain productivity of corn hybrids in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine / Kolisnyk O.M. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2020. 10 (2). P. 40–44. DOI: 10.15421/2020\_61

24. Bagrintseva V.N. Efficiency of foliar additional fertilizing of corn with fertilizers of brand BATR. *News of the Kabardin-Balkar Scientific Center of RAS*. 2021. № 1. P. 28–36. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-1-99-28-36.

25. Дудка М.І., Якунін О.П., Пустовий С.І. Вплив позакореневого підживлення на формування зернової продуктивності кукурудзи за вирощування її після соняшнику. Таврійський науковий вісник. 2020. № 115. С. 42–48. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.115.6

26. Єрмакова Л.М., Свистунов Ю.В. Формування врожаю та якості зерна кукурудзи залежно від удобрення в Лівобережному Лісостепу. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2016. №(4). С. 60–62. DOI: 10.31210/visnyk2016.04.11

27. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи / Лень О.І. та ін. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. №2. С. 52–58. DOI: 10.31210/visnyk2021.02.06

28. Основи наукових досліджень в агрономії / під ред. В. О. Єщенко. Київ : Дія, 2005. 288 с.

## REFERENCES

1. Butenko, A.O., Sobko, M.G., Ilchenko, V.O., Radchenko, M.V., Hlupak, Z.I., Danylchenko, L.M., Tykhonova, O.M. (2019). Agrobiological and ecological bases of productivity increase and genetic potential implementation of new buckwheat cultivars in the conditions of the Northeastern Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 9(1), pp. 162–168.

2. Shtukin, M.O., Onichko, V.I. (2013). Osoblivosti pidboru gibrydiv kukurudzi dlja umov pivnichno-shidnogo Lisostepu Ukrai'ni [Features of selection of maize hybrids for the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnik Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu. Agronomija i biologija* [Bulletin of Sumy National Agrarian University. Agronomy and Biology], no. 11, pp. 213–217.

3. Abalos, D., Jeffery, S., Drury, C.F., Wagner-Riddle, C. (2016). Improving fertilizer management in the U.S. and Canada for N<sub>2</sub>O mitigation: Understanding potential positive and negative side-effects on corn yields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 221, pp. 214–221. DOI: 10.1016/j.agee.2016.01.044.

4. Grabovs'kij, M.B., Grabovs'ka, T.O., Gorodec'kij, O.S., Kurilo, V.L. (2019). Formuvannja produktivnosti kukurudzi na silos zalezno vid fonu mineral'nogo zhivlennja [Formation of corn productivity on silage depending on the background of mineral nutrition]. *Zroshuvane zemlerobstvo: mizhvidomchij tematicnij naukovij zbirnik* [Irrigated agriculture: an interagency thematic scientific collection], no. 71, pp. 37–40.

5. Palamarchuk, V.D. (2018). Vpliv pozakorenevih pidzhivlen' na linijni rozmiri roslin kukurudzi [Influence of foliar fertilization on linear sizes of corn plants]. *Naukovij visnik NUBIP Ukrai'ni. Agronomija* [Scientific Bulletin of NUBIP of Ukraine. Agronomy], no. 286, pp. 231–244.

6. Kablan, L.A., Chabot, V., Mailloux, A., Bouchard, M.-È., Fontaine, D., Bruulsema, T. (2017). Variability in Corn Yield Response to Nitrogen Fertilizer in Eastern Canada. *Agronomy Journal*. 109, pp. 2231–2242. DOI: 10.2134/agronj2016.09.0511

7. Grabovs'kij, M.B. (2015). Udobrennja kukurudzi: na chasi ekonomija [Corn fertilizers: time savings]. *The Ukrainian Farmer*. no. 1, pp. 56–57.

8. Zuffo, L.T., Luz, L.S., Destro, V., Silva, M.E.J., Rodrigues, M.C., Lara, L.M., Faria, S.V., DeLima, R.O. (2021). Assessing genotypic variation for nitrogen use efficiency and associated traits in Brazilian maize hybrids grown under low and high nitrogen inputs. *Euphytica*. 217, 4 p. DOI: 10.1007/s10681-021-02806-y.

9. Infante, P.A., Moore, K.J., Lenssen, A.W., Archontoulis, S.V., Scott, P., Fei, S.-z. (2018). Phenology and Biomass Production of Adapted and Non-Adapted Tropical Corn Populations in Central Iowa. *Agronomy Journal*. 110, pp. 171–182. DOI: 10.2134/agronj2016.11.0666

10. Zhang, H., Bittman, S., Hunt, D.E., Bounaix, F. (2020). Corn response to long-term manure and fertilizer applications on a preceding perennial forage crop. *European Journal of Agronomy*. Vol. 115. DOI: 10.1016/j.eja.2019.125990.

11. Cunha, J.F., Filho, L., Ortiz, B.V., Balkcom, K.S., Damianidis, D., Knappenberger, T.J., Dougherty, M. (2020). Evaluation of Two Irrigation Scheduling Methods and



Nitrogen Rates on Corn Production in Alabama. *International Journal of Agronomy*. pp. 1–13. DOI: 10.1155/2020/8869383

12. Biswas, D.K., Ma, B.L. (2016). Effect of nitrogen rate and fertilizer nitrogen source on physiology, yield, grain quality, and nitrogen use efficiency in corn. *Canadian Journal of Plant Science*. 96(3), pp. 392–403. DOI: 10.1139/cjps-2015-0186

13. Gagnon, B., Ziadi, N., Bélanger, G., Parent, G. (2020). Validation and use of critical phosphorus concentration in maize. *European Journal of Agronomy*. 120 p., pp. 126–147. DOI: 10.1016/j.eja.2020.126147

14. Kalens'ka, S.M., Taran, V.G., Daniliv, P.O. (2018). Osoblivosti formuvannja urozhajnosti gibridiv kukurudzi zalezno vid udobrennja, gustoti stojannja roslin ta pogodnih umov [Features of formation of productivity of hybrids of corn depending on fertilizer, density of standing of plants and weather conditions]. *Tavrijs'kij naukovij visnik [Taurian Scientific Bulletin]*, no. 101, pp. 42–49.

15. Lomovskij, D.V. (2007). Produktivnost' kukuruzy v zavisimosti ot obrabotki semjan protraviteljami, mikroudobrenijami i prikornevoj podkormki makroudobrenijami na vyshhelochennom chernozeme Zapadnogo Predkavkaz'ja: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.01.09. [Productivity of corn depending on seed treatment with dressing agents, microfertilizers and root top dressing with macrofertilizers on leached chernozem of the Western Ciscaucasia: abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences: 06.01.09]. Krasnodar, 24 p.

16. Yu, C., Wang, Q., Cao, X., Wang, X., Jiang, S., Gong, S. (2021). Development and Performance Evaluation of a Precise Application System for Liquid Starter Fertilizer while Sowing Maize. *Actuators*. 10, 9 p. DOI: 10.3390/act10090221

17. Sindelar, A.J., Schmer, M.R., Jin, V.L., Wienhold, B.J., Varvel, G.E. (2016). Crop Rotation Affects Corn, Grain Sorghum, and Soybean Yields and Nitrogen Recovery. *Agronomy Journal*. 108, pp. 1592–1602. DOI: 10.2134/agnonj2016.01.0005

18. Palamarchuk, V.D., Polishchuk, I.S., Venediktov, O.M. (2011). Systemy suchasnyh intensyvnih tehnologij u roslynnyctvi [Systems of modern intensive technologies in crop production]. *Vynnyeja*, 432 p.

19. Palamarchuk, V.D., Demchuk, B.S. (2021). Rol' pozakorenevnyh pidzhyvlen' u suchasnyh tehnologijah vyroshhuvannja zernovoi' kukurudzy [The role of foliar fertilization in modern technologies for growing corn]. *Sil's'ke gospodarstvo ta lisivnyctvo [Agriculture and forestry]*, no. 20, pp. 60–76. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-5

20. Kaiser, D.E., Coulter, J.A., Vetsch, J.A. (2016). Corn Hybrid Response to In-Furrow Starter Fertilizer as Affected by Planting Date. *Agronomy Journal*. 108, pp. 2493–2501. DOI: 10.2134/agnonj2016.02.0124

21. Mos'ondz, V.L., Sydjakina, O.V. (2019). Osoblyvosti systemy udobrennja kukurudzy na zerno [Features of the corn fertilizer system for grain]. *Perspektyva: zbirnyk naukovyh prac' HDAU [Perspective: a collection of scientific works of HDAU]*, no. 32, pp. 51–53.

22. Bagrintseva, V.N., Bukarev, V.V., Nikitin, S.V., Cherkasova, M.A. (2019). Efficiency of foliar additional corn feeding with agrochemicals. *Kukuruzi i Sorgo*. no. 2, pp. 3–8.

23. Kolisnyk, O.M., Khodanitska, O.O., Butenko, A.O., Lebedieva, N.A., Yakovets, L.A., Tkachenko, O.M., Ihnatieva,

O.L., Kurinnyi, O.V. (2020). Influence of foliar feeding on the grain productivity of corn hybrids in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 10 (2), pp. 40–44. DOI: 10.15421/2020\_61

24. Bagrintseva, V.N. (2021). Efficiency of foliar additional fertilizing of corn with fertilizers of brand BATR. *News of the Kabardin-Balkar Scientific Center of RAS*. no. 1, pp. 28–36. DOI: 10.35330/1991-6639-2021-1-99-28-36.

25. Dudka, M.I., Jakunin, O.P., Pustovyj, S.I. (2020). Vplyv pozakorenevogo pidzhyvlennja na formuvannja zernovoi' produktyvnosti kukurudzy za vyroshhuvannja i'i' pislja sonjashnyku [Influence of foliar feeding on the formation of grain productivity of corn for its cultivation after sunflower]. *Tavrijs'kij naukovij visnyk [Taurian Scientific Bulletin]*, no. 115, pp. 42–48. DOI 10.32851/2226-0099.2020.115.6

26. Jermakova, L.M., Svystunov, Ju.V. (2016). Formuvannja vrozhajju ta jakosti zerna kukurudzy zalezno vid udobrennja v Livoberezhnomu Lisostepu [Formation of yield and quality of corn grain depending on fertilizer in the Left Bank Forest-Steppe]. *Visnyk Poltav's'koi' derzhavnoi' agrarnoi' akademii' [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]*, no. 4, pp. 60–62. DOI: 10.31210/visnyk2016.04.11

27. Len, O.I., Totskyi, V.M., Hanhur, V.V., Yeremko, L.S. (2021). The effect of fertilization system and primary soil tillage on the productivity of corn hybrids. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. no. 2, pp. 52–58. DOI: 10.31210/visnyk2021.02.06

28. Yeshhenko V.O. (2005). *Osnovy` naukovy`x doslidzen` v agronomiyi [Fundamentals of Scientific Research in Agronomy]*. Kyiv, Diya, 288 p.

#### **Зерновая продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от применения комплексных минеральных удобрений**

**Грабовский Н.Б., Вахний С.П., Лозинский Н.В., Панченко Т.В., Басюк П.Л.**

Приведены результаты изучения влияния комплексных минеральных удобрений на продуктивность гибридов кукурузы различных групп спелости в условиях Правобережной Лесостепи. Исследования проведены в 2019–2021 гг. в условиях опытного поля Научно-производственного центра Белоцерковского национального аграрного университета. В опыте изучали 9 раннеспелых, среднеранних и среднеспелых гибридов кукурузы (ФАО 170–350) и 4 уровня удобрений: без удобрений,  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{Plantonit Frumentum}$  (1 л/га),  $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{Plantonit Grain}$  (1 л/га). Установлено, что у всех исследуемых гибридов высокие показатели массы зерна с качана и массы 1000 зерен были при применении  $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{Plantonit Frumentum}$ . Не отмечено существенной разницы по элементам структуры урожая при применении  $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{Plantonit Frumentum}$  и  $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{Plantonit Grain}$ . Максимальную урожайность зерна обеспечили среднеспелые гибриды Карифолс и ЛГ30352 на варианте  $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{Plantonit Frumentum}$  – 8,21 и 7,84 т/га. При применении  $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{Plantonit Grain}$  урожайность составляла 8,16 и 7,81 т/га. Урожайность зерна гибридов раннеспелой группы составляла 5,82 т/га, среднеранней – 6,71 т/га, среднеспелой – 7,35 т/га. Среди гибридов раннеспелой группы наиболее урожайным был ЛГ30189

(4,75–6,63 т/га), середнеранній – P8409 (5,29–7,61 т/га), середньоспелой групи – Карифолс (6,04–8,21 т/га). За счет применения комплексных минеральных удобрений Plantonit Frumentum и Plantonit Grain производительность культуры возросла в среднем на 6,0 и 5,4 % по сравнению с внесением только  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . При внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Grain раннеспелые гибриды увеличивали урожайность зерна на 1,76 т/га, среднеранние – на 2,11 т/га, среднеспелые – на 1,96 т/га по сравнению с вариантом без удобрений. При этом наибольший прирост урожайности наблюдался в среднеранних и среднеспелых гибридах (1,48–2,32 т/га). Не установлено влияния минеральных удобрений на влажность зерна кукурузы, этот показатель зависел от биологических особенностей исследуемых гибридов.

**Ключевые слова:** кукуруза, зерно, гибрид, минеральные удобрения, урожайность, внекорневые подкормки.

#### Grain productivity hybrids of corn depending on the use of complex mineral fertilizers

Grabovskiy M., Vakhniy S., Lozinskyi M., Panchenko T., Basyuk P.

The results of studying the effect of complex mineral fertilizers on the productivity of corn hybrids of different ripeness groups in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe are presented. The studies were carried out in 2019–2021 in the conditions of the experimental field of the Scientific and Production Center of the Bila Tserkva National Agrarian University. The experiment studied 9 early, mid-early and mid-season corn hybrids (FAO 170–350) and 4 levels of fertilizers: no fertilizers,  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  +

Plantonit Frumentum (1 l/ha),  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Grain (1 l/ha). It was found that all the studied hybrids had high parameters of the grain mass from the kernel and the mass of 1000 grains when using  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Frumentum. There was no significant difference in the elements of the yield structure when using  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Frumentum and  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Grain. The maximum grain yield was provided by mid-season hybrids Carifols and LG30352 on the variant  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Frumentum – 8.21 and 7.84 t/ha. When  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Grain was applied, the yield was 8.16 and 7.81 t/ha. The grain yield of the hybrids of the early maturing group was 5.82 t/ha, the medium-early – 6.71 t/ha, and the mid-season – 7.35 t/ha. Among the hybrids of the early-maturing group, the most productive was LG30189 (4.75–6.63 t/ha), in the medium-early group – P8409 (5.29–7.61 t/ha), in the mid-season group – Carifols (6.04–8.21 t/ha). Due to the use of complex mineral fertilizers Plantonit Frumentum and Plantonit Grain, the productivity of the crop increased by an average of 6.0 and 5.4 % compared to the application of only  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . When  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + Plantonit Grain was applied, early-maturing hybrids increased grain yield by 1.76 t/ha, medium-early by 2.11 t/ha, mid-season by 1.96 t/ha compared to the variant without fertilizers. At the same time, the greatest increase yield was observed in medium-early and mid-season hybrids (1.48–2.32 t/ha). The effect of mineral fertilizers on the moisture content of corn grain has not been established, and this indicator depended on the biological characteristics of the studied hybrids.

**Key words:** corn, grain, hybrid, mineral fertilizers, productivity, foliar feeding.



Copyright: Грабовський М.Б. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Грабовський М.Б.  
Вахній С.П.  
Лозінський М.В.  
Панченко Т.В.

<https://orcid.org/0000-0002-8494-7896>  
<https://orcid.org/0000-0002-3460-9493>  
<https://orcid.org/0000-0002-6078-3209>  
<https://orcid.org/0000-0003-1114-5670>


## АГРОНОМІЯ

УДК: 633.111.1

## Походження та агробіологічна характеристика сорту пшениці м'якої озимої Уманська царівна

Діордієва І.П. , Рябовол Я.С. , Рябовол Л.О. 

Уманський національний університет садівництва

 Діордієва І.П. E-mail: diordieva201443@gmail.com

Діордієва І.П., Рябовол Я.С., Рябовол Л.О. Походження та агробіологічна характеристика сорту пшениці м'якої озимої Уманська царівна. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 43–49.

Diordiieva I., Riabovol Ya., Riabovol L. Origin and agrobiological potential of the Umanska tsarivna soft winter wheat variety. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 43–49.

Рукопис отримано: 09.09.2021 р.

Прийнято: 24.09.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-43-49

Метою дослідження було створення нових високопродуктивних генотипів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) за міжвидової гібридизації із пшеницею спельта озимою (*Triticum spelta* L.).

У процесі досліджень було проведено схрещування сортів пшениці м'якої озимої Колумбія та Миронівська 65 між собою та наступну гібридизацію отриманих нащадків із сортом пшениці спельта озимої Зоря України. За використання багаторазових індивідуальних доборів за морфологічними, біологічними та господарсько цінними показниками виділено селекційний зразок 6274, що за період конкурсного сортовипробування (2016–2018 рр.) в умовах Уманського національного університету садівництва характеризувався високою продуктивністю (7,21 т/га), вмістом клейковини в зерні (41,0 %) та комплексною резистентністю до несприятливих чинників навколишнього середовища, грибкових хвороб та шкідників. Зразок 6274 у 2018 р. під назвою Уманська царівна передано до Українського інституту експертизи сортів рослин, де впродовж 2018–2020 рр. проводили його формальну і кваліфікаційну експертизу у 17 філіях різних областей України. За цей період сорт мав урожайність зерна на рівні середніх показників за зоною Полісся (5,87 т/га) та характеризувався ранньостиглістю (вегетаційний період в межах 259–273 доби), високою стійкістю (8–9 балів) до обсипання, бурої іржі та шведської мухи. Хлібопекарські властивості сорту – добрі: сила борошна – 182–253 одиниць альвеографа, об'єм хліба зі 100 г борошна – 840–970 мм. Сорт Уманська царівна належить до середньоранньої групи рослин. Вирізняється вирівняним стеблостоем і рівномірним дозріванням.

За результатами кваліфікаційної експертизи сорт Уманська царівна занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2020 р., і рекомендовано до вирощування в зоні Полісся.

**Ключові слова:** пшениця м'яка, пшениця спельта, гібридизація, добір, конкурсне сортовипробування.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Пшениця є однією з найбільш цінних, стабільних і прибуткових культур. Однак для отримання високої рентабельності вирощування пшениці необхідно використовувати інтенсивні сорти культури, що забезпечують високу врожайність і прибуток [1, 2].

Пшениця м'яка озима є провідною зерновою культурою в Україні. Виробництво зерна пшениці – одна з найважливіших складових продовольчої безпеки нашої країни. Стратегічним напрямом аграрної політики в Україні є розвиток інноваційних процесів, що дає змогу науково обґрунтованому технологічному онов-

ленню виробництва досягти значного підвищення його ефективності [3, 4]. У зв'язку з цим у системі заходів, спрямованих на збільшення виробництва зерна, важливе значення має сорт – головний чинник отримання високих і стабільних урожаїв [5–7].

За даними багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених, на частку сорту відводиться 25–50 % приросту врожайності [8–10]. Отже, створення нових сортів, що поєднують високий показник продуктивності з генетичною системою захисту урожаю від лімітуючих чинників навколишнього середовища є пріоритетним напрямом селекції пшениці м'якої озимої. Важливим

показником стабільності врожайності є достатній рівень стійкості сорту до несприятливих чинників навколишнього середовища в умовах конкретного регіону країни [11–13]. Вирішення проблеми створення нових сортів ускладнюється проявом негативної кореляції ознак стійкості до біотичних і абіотичних чинників з найважливішими господарсько цінними показниками – продуктивністю, скоростиглістю тощо [14–16].

В Уманському національному університеті садівництва ведеться активна селекційна робота в напрямі створення нових зразків пшениці м'якої озимої з поліпшеними показниками продуктивності та якості зерна. Результатом проведених досліджень стало створення колекції унікальних рекомбінатних форм та нових високопродуктивних сортів культури [17–19].

**Метою дослідження** було створення нових високопродуктивних генотипів пшениці м'якої озимої за міжвидової гібридизації із пшеницею спельта озимою.

**Матеріал і методи дослідження.** Започаткував дослідження з міжвидової гібридизації пшениці м'якої і спельти в Уманському НУС доктор біологічних наук Ф.М. Парій. Вихідним матеріалом, що використовували безпосередньо для створення сорту Уманська царівна, були сорти пшениці м'якої озимої Колумбія та Миронівська 65 і сорт пшениці спельта озимої Зоря України. Гібридизацію проводили за ручної кастрації квіток материнської форми та штучного запилення їх пилом батьківської форми обмежено-вільним методом. Збирання та обліки врожаю проводили у фазу повної стиглості.

Гібридне потомство другого–п'ятого покоління аналізували за проявом морфологічних ознак (висота рослин, морфологічна будова і забарвлення колосу, форма і колір зернівки тощо) та господарсько цінних показників (маса зерна з головного колосу, маса 1000 зерен, вміст у зерні білка та клейковини і показники її якості, врожайність, обмолочуваність зерна тощо). Конкурсне сортовипробування відібраних кращих зразків проводили впродовж 2016–2018 рр. Дослідні ділянки розташовували систематичним методом за чотириразової повторності. Облікова площа ділянки – 10 м<sup>2</sup>. Густота рослин — 400 тис. шт./га. Усі обліки, фенологічні спостереження та облік урожаю проводили відповідно до Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових культур на придатність до поширення в Україні [18]. Отримані результати оцінювали статистично за резуль-

татами дисперсійного аналізу з використанням прикладної програми MS Excel. Формальну і кваліфікаційну експертизу сорту проводили впродовж 2018–2020 рр. у 17 філіях Українського інституту експертизи сортів рослин різних областей України.

#### **Результати дослідження та обговорення.**

Сорт Уманська царівна створено за ступінчастих схрещувань сортів пшениці м'якої озимої Колумбія (Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла НААНУ, Інститут фізіології та генетики НААНУ) та Миронівська 65 (Миронівський інститут пшениці ім. В. М. Ремесла НААНУ) і наступного схрещування гібридів F<sub>1</sub> із сортом пшениці спельта озимої Зоря України та використання багаторазових індивідуальних доборів (рис.).

У результаті гібридизації отримано 15 гібридних популяцій з широкою генетичною основою. За індивідуального добору було відібрано п'ять кращих форм, що аналізували у селекційному розсаднику за показниками продуктивності колоса та якості зерна, з яких відібрано два селекційних номери з високими якісними характеристиками, що продовжили аналізувати в конкурсному сортовипробуванні. Для ведення первинного насінництва паралельно відібрали типові колоси рослин пшениці і заклали розсадники випробування нащадків 1 і 2-го років. У такий спосіб було відселектовано остисту лінію 6274, яку продовжили тестувати у конкурсному сортовипробуванні.

За період конкурсного випробування (2016–2018 рр.) в умовах Уманського НУС зразок 6274 мав середню врожайність 7,21 т/га, що перевищувало груповий стандарт на 0,46 т/га ( $HP_{0,95} = 0,31$ ) (табл. 1).

Зразок 6274 характеризувався комплексною високою стійкістю до ураження збудниками грибкових захворювань, зокрема, кореневих гнилей, борошнистої роси, бурої іржі, септоріозу, фузаріозу, твердої сажки та пошкодження клопом-черепашкою (9 балів), посухо- та зимостійкістю (9 балів). Позитивною ознакою зразка 6274 є висока стійкість проти вилягання, що пов'язано з низьким стеблостоем (89 см) та наявністю міцної, грубої соломини. За масою 1000 насінин (52,2 г), вмістом у зерні білка (15,8 %) та клейковини (41,0 %) зразок істотно перевищував груповий стандарт.

За результатами трирічного конкурсного випробування зразок 6274 у 2018 р. передано на формальну і кваліфікаційну експертизу до Українського інституту експертизи сортів рослин під назвою Уманська царівна.

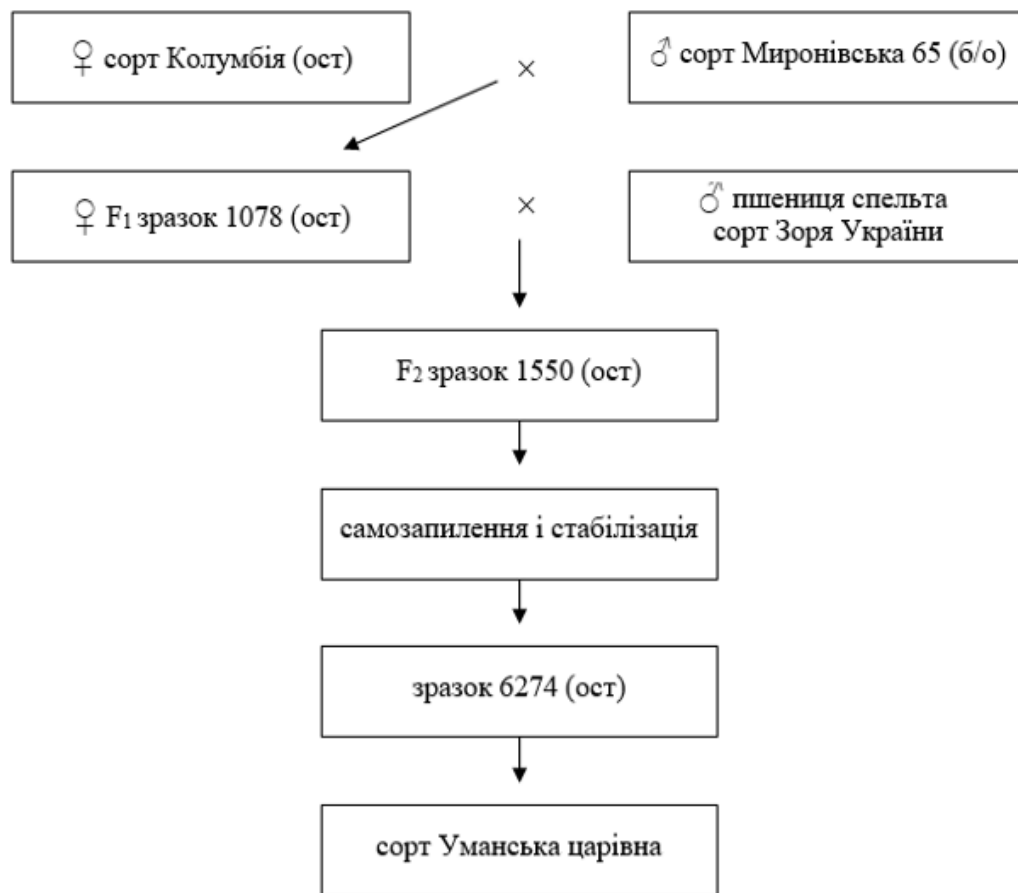


Рис. Схема родоводу сорту пшениці м'якої озимої Уманська царівна.

Таблиця 1 – Результати конкурсного випробування зразка 6274 в умовах Уманського НУС, середнє за 2016–2018 рр.

Показник		Груповий стандарт *	Зразок 6274	± до групового стандарту	НІР <sub>0,95</sub>
Урожайність, т/га		6,75	7,21	+0,46	0,31
Висота рослин, см		89	94	+5	4
Тривалість вегетаційного періоду, дб		295	290	-5	12
Зимостійкість, бал		9	9	—	—
Стійкість до вилягання, бал		8	9	—	—
Посухостійкість, бал		9	9	—	—
Маса 1000 насінин, г		47,2	52,2	+5,0	2,1
Натура зерна, г/л		780	780	—	31
Вміст білка, %		14,2	15,8	+1,6	0,5
Вміст клейковини, %		30,4	41,0	+10,6	1,1
Стійкість до, бал	кореневих гнилей	9	9	—	—
	борошнистої роси	7	9	—	—
	бурої іржі	9	9	—	—
	септоріозу	9	9	—	—
	фузаріозу	9	9	—	—
	твердої сажки	9	9	—	—
	клопа-черепашки	9	9	—	—

Примітка: \* груповий стандарт – сорти пшениці озимої м'якої Копилівчанка, Фаворитка, Подолянка.

Формальну та кваліфікаційну експертизу сорту проводили впродовж 2018–2020 рр. у 17 філіях Українського інституту експертизи сортів рослин різних областей України. За цей період середня урожайність сорту Уманська царівна у зоні Лісостепу становила 6,59 т/га, Степу – 4,79, Полісся – 5,87 т/га, що було на рівні усередненої за п'ять років врожайності для зони Полісся, однак поступалося середній врожайності для зон Лісостепу і Полісся на 0,12–0,49 т/га (табл. 2).

За результатами кваліфікаційної експертизи сорт Уманська царівна занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2020 р. Рекомендована зона вирощування – Полісся.

Сорт Уманська царівна належить до середньоранньої групи рослин. Virізняється вирівняним стеблостоем і рівномірним дозріванням. Тип розвитку – озимий. Різновидність *Erythrospermum*. Кущ – напіврозлогий, рослини з помірним восковим нальотом. Соломина

Таблиця 2 – Показники продуктивності сорту Уманська царівна за результатами кваліфікаційної експертизи, середнє за 2018–2020 рр.

Показник	Значення			
	Степ	Лісостеп	Полісся	
Середня врожайність сортів, що пройшли державну реєстрацію за попередні п'ять років, т/га	5,28	6,71	5,87	
Урожайність, т/га	4,79	6,59	5,87	
± до середньої врожайності, т/га	-0,49	-0,12	—	
Тривалість вегетаційного періоду, діб	268	259	273	
Висота рослин, см	86	94	98	
Маса 1000 насінин, г	40,4	44,1	40,5	
Вміст білка, %	14,5	14,0	13,3	
Вміст клейковини, %	28,8	28,1	26,7	
Сила борошна, о. а.	253	234	182	
Об'єм хліба зі 100 г борошна, мл	840	970	900	
Стійкість до, бал	вильгання	9	7	6
	осипання	8	9	9
	посухи	7	7	7
	борошнистої роси	8	7	7
	бурої іржі	9	9	8
	фузаріозу колоса	9	8	6
	шведської мухи	8	9	8
клопа-черепашки	8	8	9	
Зимостійкість, бал	8	7	8	
Морозостійкість за проморожування (в умовах Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва)	6,7			

Позитивною характеристикою сорту є ранньостиглість. Його вегетаційний період, залежно від зони вирощування, варіював у межах 259–273 доби, що відповідає середньоранній групі стиглості.

Високу стійкість (8–9 балів) до обсипання, бруї іржі та шведської мухи зафіксовано у всіх зонах тестування сорту з незначними відмінностями за часткою уражених рослин. Залежно від зони вирощування спостерігали відмінності за вмістом у зерні білка, що знижувався з півдня на північ і варіював у межах від 14,5 % у зоні Степу до 13,3 % у зоні Полісся. Аналогічну ситуацію відмічено за вмістом у зерні клейковини, що був у межах 28,8 % у зоні Степу, 26,7 % – у зоні Полісся. Хлібопекарські властивості сорту – добрі: сила борошна – 182–253 о. а., об'єм хліба зі 100 г борошна – 840–970 мм.

– слабо виповнена. Колос – пірамідальний, нещільний, середньої довжини (11,0 см), остистий, білого кольору. Зернівка – яйцеподібна, крупна, червоного забарвлення. Має задовільний рівень зимо- та посухостійкості, толерантний до хвороб, стійкий проти обсипання та проростання зерна в колосі.

**Висновки.** За віддаленої гібридизації пшениці м'якої озимої та пшениці спельта створено сорт пшениці м'якої озимої Уманська царівна, який занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2020 р. Рекомендована зона вирощування – Полісся.

Сорт характеризується ранньостиглістю (вегетаційний період у межах 259–273 доби), високою стійкістю (8–9 балів) до обсипання, бруї іржі та шведської мухи, та врожайністю понад 6,0 т/га.

Під час створення сорту Уманська царівна отримано зразки, що характеризуються низкою господарсько цінних ознак, які є вихідним матеріалом у селекційних схемах покращення пшениці м'якої озимої.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Galaev A.V., Sivolap Yu.M. Description of the soft wheat varieties of Ukrainian and Russian breeding by alleles of locus *csLV34* closely connected with multipathogen resistance gene *Lr34/Yr18/Pm38*. *Cytol. Genet.* 2015. Vol. 49(1). P. 12–18. DOI: 10.3103/S0095452715010041

2. Development of winter wheat starting material using interspecific crossing for breeding for increased protein content / Motsnyi I.I. et al. *Cytol. Genet.* 2019. Vol. 53(2). P. 113–123. DOI: 10.3103/S0095452719020075.

3. Селекція пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) з використанням генофонду ярих сортів в умовах Лісостепу України / Кочмарський В.С. та ін. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2010. № 1 (11). С. 65–72.

4. Рибалка О.І. Якість пшениці та її поліпшення: монографія. Київ: Логос, 2011. 496 с.

5. О результатах селекции пшеницы спельта (*Triticum spelta* L.) на продуктивность и качество зерна / Диордиева И.П. и др. *Сельскохозяйственная биология.* 2020. Т. 55. № 3. С. 552–564. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.3.552rus.

6. Гаврилюк М.М., Чайка В.Г. Функціонування насінництва: науково-організаційні заходи. *Насінництво.* 2011. № 9. С. 1–4.

7. Застосування похідних неповного пшенично-елімусного амфіплоїда (НПЕА) *Elytricum fertile* в селекції пшениці м'якої озимої / Моцний І.І. та ін. *Вісник аграрної науки.* 2017. Вип. 8. С. 45–50. DOI: 10.31073/agrovisnyk201708-08.

8. Лихочвор В.В. Значення сорту у підвищенні врожайності та якості зерна озимої пшениці залежно від технології вирощування. *Вісн. Львівського нац. аграр. ун-ту.* 2012. № 16. С. 200–210.

9. Барковская Т.А., Гладышева О.В., Давыдова Н.В. Перспективные сорта яровой мягкой пшеницы для Черноземья. *Земледелие.* 2018. № 8. С. 38–40.

10. Изучение адаптивности сортов озимой пшеницы на фоне искусственно создаваемых стрессов. Инновационные разработки по селекции и технологии возделывания сельскохозяйственных культур: материалы международной научной конференции, приуроченной к 90-летию со дня рождения академика Э.Д. Неттевича / Сандухадзе Б.И. и др. М.: ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка», 2018. С. 109–114.

11. Демидов О.А., Вологдина Н.В. Зимостійкість болгарських зразків пшениці озимої в умовах Лісостепу України. *Миронівський вісник.* 2017. Вип. 4. С. 27–39.

12. Моргун В.В., Топчий Т.В. Значення стійких сортів озимої пшениці, вивчення джерел і донорів стійкості до шкідників та основних збудників хвороб. *Физиология растений и генетика.* 2018. Т. 50. № 3. С. 218–240. DOI: 10.15407/frg2018.03.218/.

13. Use of rapid tests to predict quality traits of CIMMYT bread wheat genotypes grown under different environments / Guzman C. et al. *LWT Food Sci. Technol.* 2016. № 69. P. 327–333. DOI: 10.1016/j.atg.2016.10.004

14. Рябчун Н.І. Формування ознакових колекцій та колекцій сортів-еталонів за ознакою зимостійкості у озимих злаків. *Селекція і насінництво.* 2016. Вип. 101. С. 52–68.

15. Моргун В.В., Топчий Т.В. Пошук нових джерел стійкості пшениці озимої до основних збудників грибних хвороб. *Физиология растений и генетика.* 2016. Т. 48, № 5. С. 393–400. DOI: 10.15407/frg2016.05.393.

16. Створення інтрогресивних ліній пшениці м'якої озимої з ознаками стійкості до фітопатогенів / Моцний І.І. та ін. *Вісник ОНУ. Біологія.* 2020. Т. 25, Вип. 2(47). С. 59–82. DOI: 10.18524/2077-1746.2020.2(47).218058.

17. The characteristic of wheat collection created by *Triticum aestivum* L. / *Triticum spelta* L. Hybridization / Diordiieva I. et al. *Agronomy research.* 2018. Vol. 16. № 4. P. 45–53. DOI: 10.15159/AR.18.181.

18. Диордиева И.П., Рябовол Я.С. Показатели качества зерна образцов пшеницы, созданных путем гибридизации *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.* 2018. № 4. С. 35–39.

19. Evaluation of resistance to diseases of soft winter wheat samples created by hybridization of ecologically and geographically remote forms / Riabovol Ia. et al. *Ukrainian journal of ecology.* 2018. Vol. 8. Issue 3. P. 33–36.

20. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. *Методи визначення показників якості продукції рослинництва.* Київ: Український інститут експертизи сортів рослин, 2015. 133 с.

#### REFERENCES

1. Galaev, A.V., Sivolap, Yu.M. (2015). Description of the soft wheat varieties of Ukrainian and Russian breeding by alleles of locus *csLV34* closely connected with multipathogen resistance gene *Lr34/Yr18/Pm38*. *Cytol. Genet.* Vol. 49(1), pp. 12–18. DOI: 10.3103/S0095452715010041.

2. Motsnyi, I.I., Sokolov, V.M., Fayt, V.I., Sechnyak, V.Yu. (2019). Development of winter wheat starting material using interspecific crossing for breeding for increased protein content. *Cytol. Genet.* Vol. 53(2), pp. 113–123. DOI: 10.3103/S0095452719020075.

3. Kochmarsky, V.S., Kolomiyets, L.A., Kyrylenko, V.V., Kavunets, V.P., Marynka, S.M. (2010). Seleksiya pshenitsy miagkoi ozimoj (*Triticum aestivum* L.) z vykorystanniam genofondy iaryx sortiv v umovax Lisostepu Ukrainy [Breeding of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) with the use of genfond of spring varieties in Forrestersteppe of Ukraine]. *Sortovyvchennya ta okhorona prav na sorty roslyn* [Variety study and protection of rights to plant varieties], no. 1 (11), pp. 65–72.

4. Rybalka, O.I. (2011). Yakist pshenytsi ta yiyi poli-pshennya [Wheat quality and its improvement]. Kyiv, Logos, 496 p.

5. Diordiieva, I.P., Ryabovol, Ya.S., Kochmarskiy, V.S., Ryabovol, L.O. (2020). O resultatax seleksii pshenitsy spelta (*Triticum spelta* L.) na productivnost i kachestvo zerna [About the results of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) breeding for productivity and grain quality]. *Selskohoziaystvennaya biologiya* [Agricultural biology]. Vol. 55, no. 3, pp. 552–564. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.3.552rus.

6. Gavrilyuk, M.M., Chaika, V.G. (2011). *Funktsionuvannya nasinnitstva: naukovo-organizatsiini*

zasady [Functioning of seed production: scientific and organizational measures]. Nasinnystvo [Seed production], no. 9, pp. 1–4.

7. Motsny, I.I., Nargan, T.P., Yerinyak, M.I., Lifenko, S.P. (2017). Zastosuvannya poxidnyx nepovnogo pshenychno-elimusnogo amfiploida (NPEA) Elytricum fertile v selektsii pshenytsi miakoi ozymoi [The use of derivatives of incomplete wheat-elimus amphiploid (NPEA) Elytricum fertile in the selection of soft winter wheat]. Visnyk agrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. Issue 8, pp. 45–50. DOI: 10.31073/agrovisnyk201708-08.

8. Lykhochvor, V.V. (2012). Value of variety in increasing of yielding capacity and quality of grain of winter wheat depending on growing technology. Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrahnoho universytetu [Bulletin of Lviv National Agrarian University], no. 16, pp. 200–210.

9. Barkovskaya, T.A., Gladysheva, O.V., Davydova, N.V. (2018). Perspektivnye sorta iarovoimiagkoi pshenitsy dlia Nechernozemia [Perspective varieties of spring soft wheat for non-chernozem zone]. Zemledelie [Agriculture], no. 8, pp. 38–40.

10. Sandukhadze, B.I., Marchenkova, L.A., Mamedov, R.Z. (2018). Izuchenie adaptivnosti sortov ozimoi pshenicy na fone iskusstvenno stozdavaemykh stressov. Innovatsionnye razrobotki po selektsii i tehnologii vozdeylivaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur: materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii, priurochennoj k 90-letiju so dnja rozhdenija akademika Je.D. Nettevicha [Evaluation of adaptability of varieties of winter wheat on the phone of artificial made stress. Innovative developments in breeding and crop cultivation technology: mater. of int. sci. konf., dedicated to the 90th anniversary of the birth of Academician E. D. Nettevich]. Moscow, pp. 109–114.

11. Demidov, O.A., Vologdina, H.B. (2017). Zymostiikist bolgarskyx zrazkiv pshenytsi ozymoi v umovach Lisostepu Ukraine [Winter resistance of Bulgarian winter wheat varieties in the minds of Lisstep of Ukraine]. Myronivsky visnik [Bulletin of Myronivka], no. 4, pp. 27–39.

12. Morgun, V.V., Topchiiy, T.V. (2018). Znachennia stiykyx sortiv ozimoi pshenytsi, vyvchennia donoriv stiikosti do shkidnykiv ta osnovnykh zbudnykiv xvorob [The value of resistant varieties of winter wheat, the study of sources and donors of resistance to pests and major pathogens]. Fiziologia rastenii i genetika [Plant physiology and genetics]. Vol. 50, no. 3, pp. 218–240. DOI: 10.15407/frg2018.03.218/.

13. Guzman, C., Mondal, S., Govindan, V., Autrique, J.E. (2016). Use of rapid tests to predict quality traits of CIMMYT bread wheat genotypes grown under different environments. LWT Food Sci. Technol. no. 69, pp. 327–333. DOI: 10.1016/j.atg.2016.10.004

14. Ryabchun, N.I. (2016). Formuvannya oznakovykh kolektsii sortiv-etaloniv za oznakoju zymostiikosti u ozimyx zlakiv [Formation of the marked rings and the rings of varieties-etalon for the familiar winter-efficiency in winter cereals]. Selektisia i nasinnystvo [Plant breeding and seed production]. Issue 101, pp. 52–68.

15. Morgun, V.V., Topchiiy, T.V. (2016). Poshuk novyx dzherel stiikosti pshenitsi ozymoi do osnovnykh zbudnykiv xvorob [Search for new sources of resistance of winter wheat to the main pathogens of fungal diseases]. Fiziologia rastenii i genetika [Plant physiology and genetics]. Vol. 48, no. 5, pp. 393–400. DOI: 10.15407/frg2016.05.393.

16. Motsny, I.I., Molodchenkova, O.O., Smertenko, A.P., Litvinenko, M.A., Golub, E.A., Mishchenko, L.T. (2020). Stvorennia introgresyvnix liniy pshnetsi miakoi ozymoi z oznakamy stiikosti do fitopatogeniv [Creation of introgressive lines of soft winter wheat with signs of resistance to phytopathogens]. Visnyk ONU. Biologia [ONU Bulletin. Biology]. Vol. 25, Issue 2 (47), pp. 59–82. DOI: 10.18524/2077-1746.2020.2 (47).218058.

17. Diordieva, I., Riabovol, L., Riabovol, Ia., Serzhuk, O. (2018). The characteristic of wheat collection created by *Triticum aestivum* L. /*Triticum spelta* L. hybridization. Agronomy research. Vol. 16, no. 4, pp. 45–53. DOI: 10.15159/AR.18.181.

18. Diordieva, I.P., Ryabovol, Ya.S. (2018). Pokazateli kachestva zerna obraztsov pshnetsy, stozdanyx putem gibridizatsii *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. [Grain quality indicators of wheat samples created by hybridization *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L.]. Vestnik Belorusskoy gosydarstvennoy sel'skhozajstvennoy akademii [Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy], no. 4, pp. 35–39.

19. Riabovol, Ia., Riabovol, L., Diordieva, I., Poltoreskyi, S., Lubchenko, A., Kononenko, L., Kryzhanovskyi, V. (2018). Evaluation of resistance to diseases of soft winter wheat samples created by hybridization of ecologically and geographically remote forms. Ukrainian journal of ecology. Vol. 8, Issue 3, pp. 33–36.

20. Metodyka derzhavnoyi naukovo-tekhnichnoyi ekspertyzy sortiv roslyn. Metody vyznachennya pokaz-nykiv yakosti produktsiyi roslynnytstva [State met-hodology of scientific and technic expertise of plant varieties. Methods of determination of quality para-meters of plant growing products]. Kyiv, Ukraine State institute of expertise of plant varieties, 133 p.

#### **Происхождение и агробіологический потенциал сорта пшеницы мягкой озимой Уманская царица Диордиева И.П., Рябовол Я.С., Рябовол Л.О.**

Целью исследований было создание новых высокопроизводительных материалов пшеницы мягкой озимой (*Triticum aestivum* L.) по межвидовой гибридизации с пшеницей спельты озимой (*Triticum spelta* L.).

В процессе исследований было проведено скрещивание сортов пшеницы мягкой озимой Колумбия и Мироновская 65 между собой и последующую гибридизацию полученных потомков с сортом пшеницы спельты озимой Заря Украины. При использовании многократных индивидуальных отборов по морфологическим, биологическим и хозяйственно ценным показателям выделено селекционный образец 6274, который за период конкурсного сортоиспытания (2016–2018 гг.) в условиях Уманского национального университета садоводства характеризовался высокой производительностью (7,21 т/га), содержанием клейковины в зерне (41,0 %) и комплексной резистентностью к неблагоприятным факторам окружающей среды, грибковым болезням и вредителям. Образец 6274 в 2018 г. под названием Уманская царица передано в Украинский институт экспертизы сортов растений, где в течение 2018–2020 гг. проводили его формальную и квалификационную экспертизу в 17 филиалах различных областей Украины. За этот период сорт имел урожайность зерна на уровне средних показателей по зоне Полесья (5,87 т/га) и характеризо-



вался раннеспелостью (вегетационный период в пределах 259–273 суток), высокой устойчивостью (8–9 баллов) к осыпанию, бурой ржавчине и шведской мухе. Хлебопекарные свойства сорта – хорошие: сила муки – 182–253 единиц альвеографа, объем хлеба из 100 г муки – 840–970 мм. Сорт Уманская царевна относится к средне-ранней группе растений. Отличается выровненным стеблостоем и равномерным созреванием.

По результатам квалификационной экспертизы сорт Уманская царевна занесен в Государственный реестр сортов растений, пригодных для распространения в Украине с 2020 г., и рекомендуется для выращивания в зоне Полесья.

**Ключевые слова:** пшеница мягкая, пшеница спельта, гибридизация, отбор, конкурсное сортоиспытание.

#### **Origin and agrobiological potential of the Umanska tsarivna soft winter wheat variety**

**Diordiieva I., Riabovol Ia., Riabovol L.**

The aim of the research was to create new high-yielding materials of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) by interspecific hybridization with winter spelt wheat (*Triticum spelta* L.).

In the course of the research, crossbreeding of soft winter wheat varieties Columbia and Myronivska 65 was carried out among the crosses and subsequent hybridization of the obtained offspring with the Zorya Ukrainy spelt winter wheat variety. Breeding sample 6274 was selected using

multiple individual selections on morphological, biological and economically valuable indicators selected. The sample showed high productivity (7.21 t/ha), content gluten in grain (41.0 %) and complex resistance to adverse environmental factors, fungal diseases and pests for the period of competitive variety testing (2016–2018) in the Uman National University of Horticulture was characterized. Sample 6274 was transferred to the Ukrainian Institute of Plant Variety Examination in 2018 under the name Uman Princess, where during 2018–2020 its formal and qualification examination was conducted in 17 branches of different regions of Ukraine. During this period, the variety had a grain yield at the level of average indicators in the Polissya area (5.87 t/ha) and was characterized by early ripening (growing season within 259–273 days), high resistance (8–9 points) to shedding, brown rust and Swedish fly. The baking properties of the variety are good: the strength of the flour is 182–253 units of alveograph, the volume of bread from 100 g of flour is 840–970 mm. The Uman Princess variety belongs to the middle-early group of plants. Distinguished by aligned stems and uniform maturation.

According to the results of the qualification examination, the Umanska tsarivna variety was listed in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine since 2020 and recommended for cultivation in the Polissya area.

**Key words:** soft wheat, spelt wheat, hybridization, selection, control testing.



Copyright: Диордієва І.П., Рябовол Я.С., Рябовол Л.О. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Диордієва І.П.

Рябовол Я.С.

Рябовол Л.О.

<https://orcid.org/0000-0002-8534-5838>

<https://orcid.org/0000-0003-4325-5313>

<https://orcid.org/0000-0001-8988-4874>

УДК 633.179: 631. 53.01:631.559

## Сортування насіння проса прутіподібного (*Panicum virgatum* L.) за сукупністю ознак

Дрига В.В.<sup>1</sup> , Доронін В.А.<sup>1</sup> , Карпук Л.М.<sup>2</sup> , Кравченко Ю.А.<sup>1</sup> ,Доронін В.В.<sup>1</sup> , Павліченко А.А.<sup>2</sup> , Шубенко Л.А.<sup>2</sup><sup>1</sup> Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України<sup>2</sup> Білоцерківський національний аграрний університет

Дрига В.В., Доронін В.А., Карпук Л.М., Кравченко Ю.А., Доронін В.В., Павліченко А.А., Шубенко Л.А. Сортування насіння проса прутіподібного (*Panicum virgatum* L.) за сукупністю ознак. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 50–56.

Dryga V., Doronin V., Karpuk L., Kravchenko Yu., Doronin V., Pavlichenko A., Shubenko L. Sorting of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) seeds by a set of signs. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 50–56.

Рукопис отримано: 13.08.2021 р.

Прийнято: 30.08.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-50-56

У статті наведено результати досліджень ефективності сортування насіння проса прутіподібного за сукупністю ознак – питомою масою та аеродинамічними властивостями – з метою зниження біологічного стану спокою насіння та значного підвищення схожості.

Експериментально доведено, що послідовне сортування насіння в два етапи за сукупністю ознак – питомою масою на пневмостолі та аеродинамічними властивостями на аспіраційній колонці – забезпечило достовірне підвищення його енергії проростання, схожості та маси 1000 насінин. Сортування насіння сорту Морозко на пневмостолі забезпечило отримання насіння з енергією проростання і схожість в позиціях 1 та 2 відповідно – 16–19 та 20–22 %, тимчасом у позиціях 3–5 ці показники становила відповідно – 5–13 та 9–17 %. Повторне сортування цього насіння за аеродинамічними властивостями забезпечило підвищення енергії проростання та схожість насіння з позиції пневмостола 3, відповідно, на 12 та 13 %, проміжної фракції – на 14–16 %, а відходу – на 19–21 % порівняно з цими показниками до сортування, що зумовлено відбором легкого і з нижчою схожістю насіння. Сортування насіння за сукупністю ознак забезпечило не лише підвищення його якості, а і збільшення виходу більш схожого насіння.

Найефективнішим способом підготовки насіння проса прутіподібного до сівби є його сортування за сукупністю ознак – питомою масою та аеродинамічними властивостями, що забезпечує зниження біологічного стану спокою насіння, достовірне підвищення його енергії проростання, схожості, маси 1000 насінин та виходу якісного насіння. Однак цей захід не забезпечує повного вирішення зниження біологічного стану спокою насіння.

**Ключові слова:** вихід насіння, аеродинамічні властивості, питома маса, енергія проростання, схожість, маса 1000 насінин.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Створення відновлювальних джерел енергії є важливою альтернативою традиційним викопним енергоресурсам. Вагомою альтернативою традиційному пальному нині є біопаливо [1]. Енергетичні культури – важлива складова біоенергетичного сектору Європейського Союзу, де постійно підвищується інтерес до культур, які вирощують для отримання біомаси як джерела відновлювальної енергії та волокна для виробництва паперу, а також інших відновлювальних матеріалів [2, 3]. На 27-й Європейській конференції та виставці біомаси у Лісабоні було досягнуто широкого консенсу-

су про те, що вирощування біомаси є вирішальним для підтримання зростаючої європейської біоекономіки [4]. В Україні екологічно чиста біоенергія становить усього 3 % [5]. Сьогодні більшість біоенергетичних культур – це рослини типів  $C_3$  та  $C_4$  [6].

В Україні особливої уваги заслуговує багаторічна злакова культура, яка здатна нагромаджувати значні обсяги біомаси завдяки фотосинтезу – просо прутіподібне – свічграс (*Panicum virgatum* L.) [7]. Для промислового вирощування сировини цієї культури для біопалива необхідно мати достатню кількість якісного насіння, яке характеризується високим біологічним

станом спокою, що призводить до зниження лабораторної і польової схожості і, відповідно, до зменшення продуктивності культури. Отже, пошук і розроблення способів, які забезпечать зниження стану спокою насіння та підвищення його схожості, є актуальним.

Стан спокою насіння можна порушувати різними способами, однак більшість з них ґрунтується на створенні стресових умов у період проростання насіння або ж до початку його проростання. З метою порушення стану спокою насіння овочевих і квіткових культур та свіжозібране насіння пшениці озимої попередньо охолоджують за температури 5–10 °С, насіння тропічних та субтропічних культур – попередньо прогрівають [8], насіння деяких видів, яке не проростає зразу після збирання, також прогрівають упродовж 1–7 діб за температури 30–35 °С [9], окремих видів рослин – пророщують на субстраті, зволоженому 0,2 % розчином нітрату калію ( $KNO_3$ ) або розчином гіберлінової кислоти [10], якщо на насінні є інгібуючі речовини або насіння з твердою оболонкою, то його замочують [8, 11]. Зменшення стану спокою можливо застосуванням таких прийомів як стратифікація – це техніка зволоження та охолодження насіння для зменшення стану його спокою [12, 13], скарифікація – штучне пошкодження оболонки насінини [14], або сортування за аеродинамічними властивостями [15] та питомою масою [16].

Сортування насіння проса прутоподібного за аеродинамічними властивостями або за питомою масою забезпечує істотне підвищення його схожості порівняно з контролем – без сор-

тування, однак не вирішує проблеми зниження його біологічного стану спокою. У попередніх дослідженнях з вивчення ефективності сортування насіння проводили без врахування взаємозв'язку між цими ознаками, що не дає змоги отримувати насіння з необхідною якістю та призводить до невідповідних втрат повноцінного насіння у відходах [17]. Отже, найефективнішим є сортувати насіння за сукупністю ознак – аеродинамічними властивостями та питомою масою.

**Метою дослідження** передбачено розроблення способу підготовки насіння проса прутоподібного до сівби, який забезпечував би зниження біологічного стану спокою і, відповідно, підвищення його схожості.

**Матеріал і методи дослідження.** Досліди проводили в лабораторних умовах Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків у 2020–2021 рр. на лабораторному обладнанні – аспіраційній колонці фірми «Петкус» та пневматичному гравітаційному столі фірми «Веструб» (рис. 1). Об'єктом досліджень було насіння сорту Морозко, вирощене на Ялтушківській дослідно-селекційній станції. Схемою досліду передбачено послідовне сортування насіння за питомою масою з відбиранням схожого насіння з позицій 1–2, а насіння з позицій 3–5 направляли на повторне сортування за аеродинамічними властивостями (рис. 2). Режим роботи пневмостола: поздовжній кут 1,5°, поперечний 0,5°, частота коливань робочої поверхні 486 за хв, сортування за аеродинамічними властивостями проводили за швидкості повітря в аспіраційному каналі 7,7 м/с.



а) аспіраційна колонка



б) пневмостіл

Рис. 1. Лабораторне обладнання для сортування насіння.



Рис. 2. Схема відбирання насіння на пневмостолі.

Визначали: енергію проростання, схожість, масу 1000 насінин, очищеного насіння та відходів, відібраних після сортування за аеродинамічними властивостями та питомою масою; втрати насіння у відходах та вихід очищеного насіння. Енергію проростання та схожість насіння визначали за методикою Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків [18]. Статистичне оброблення експериментальних даних здійснювали дисперсійним аналізом за методом Фішера [19] з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0 від StatSoft [20].

**Результати дослідження та обговорення.** На насінневих заводах у класичній технологічній схемі підготовки насіння після грубої і тонкої очистки насіння від домішок, його калібрування проводять сортування за аеродинамічними властивостями, і кінцева операція – сортування за питомою масою, де його розділяють на три фракції: підготовлене насіння (має найвищу схожість), проміжна фракція (насіння, яке не встигло пройти сортування) і відхід. Проміжна фракція насіння направляється на повторне сортування за питомою масою. Враховуючи, що обсяги підготовки насіння

проса прутоподібного невеликі і в проміжну фракцію буде потрапляти мала кількість насіння, що не дасть змоги повторно його сортувати за питомою масою, тому що робоча поверхня пневмостола не буде рівномірно завантажена насінням, а в цьому разі сортування насіння не буде проходити, провели дослідження за змінною технологічною схемою: перше сортування провели на пневмостолі, а насіння з проміжної фракції направили на додаткове сортування за аеродинамічними властивостями.

Сортування насіння за питомою масою забезпечило вихід насіння 55,8 % зі схожістю 20–22 %, водночас у проміжну фракцію потрапило 21,6 % насіння зі схожістю 17 % (табл. 1).

Сортування насіння за питомою масою забезпечило достовірне підвищення енергії проростання і схожості насіння з позицій відбирання насіння на пневмостолі 1 та 2, відповідно на 4–7 та 6–8 % порівняно з контролем – без сортування. Насіння з позицій відбирання 3 і відхід мали найменшу схожість, і такого насіння було 22,7 %, тому воно було направлено на повторне сортування за аеродинамічними властивостями.

Таблиця 1 – Якість і вихід насіння проса прутоподібного за сортування його за питомою масою (середнє з трьох дослідів, 2021 р.)

Позиція відбирання насіння на пневмостолі	Енергія проростання, %	Схожість, %	Вихід насіння, %
Контроль – до сортування	12	14	-
1 – найважче схоже насіння	19	22	21,6
2 – найважче схоже насіння	16	20	34,2
3 – менш схоже насіння	5	9	9,0
4 – проміжна фракція	13	17	21,6
5 – відхід	9	11	13,7
НІР <sub>0,05</sub>	4,0	5,2	

Повторне сортування за аеродинамічними властивостями забезпечило значне підвищення енергії проростання і схожості насіння (табл. 2).

Енергія проростання та схожість насіння з позиції пневмостола 3 після сортування за аеродинамічними властивостями збільшилася відповідно на 12 та 13 %, проміжної фракції – на 14–16 %, а відходу – на 19–21 % порівняно з цими показниками до сортування.

Підвищення енергії проростання та схожості насіння зумовлено видаленням легкого за масою насіння, про що свідчить маса 1000 насінин очищеного насіння та відходу. Маса 1000 насінин відходу була значно меншою порівняно з очищеним насінням (рис. 3). За сортування насіння з позиції пневмостола 3 маса 1000 насінин становила: очищеного насіння – 1,7 г, відходу – 1,2 г ( $НІР_{0,05} = 0,10$  г). Навіть з насіння, що потрапило у відхід пневмостола, після сортування за аеродинамічними властивостями отримано очищене насіння з масою 1000 насінин 1,8 г та схожістю 32 %.

Підвищення енергії проростання, схожості насіння проса прутноподібного та його маси 1000 насінин після сортування за аеродина-

мічними властивостями зумовлено відбором легкого і з нижчою схожістю насіння, про що свідчить якість відходу насіння (рис. 4).

Енергія проростання і схожість насіння, що потрапило у відхід після сортування за аеродинамічними властивостями з позиції пневмостола 3 становила лише 1–2 %, проміжної фракції – 12–15 %, а відходу – 21–22 %.

Повторне сортування насіння з позицій пневмостола, яке мало низькі показники якості за аеродинамічними властивостями, забезпечило не лише підвищення його якості, а і збільшення виходу більш схожого насіння (рис. 5).

Так, за сортування насіння за питомою масою вихід схожого насіння становив 55,8 %, а повторне сортування за аеродинамічними властивостями забезпечило додаткове отримання ще 17,2 % насіння, і загальний вихід становив 72,9 %, що неможливо досягнути за сортування лише за одною ознакою – питомою масою або аеродинамічними властивостями. Отже, сортування насіння за сукупністю ознак забезпечило не лише достовірне підвищення якості насіння, а і збільшення кількості схожого насіння.

Таблиця 2 – Якість насіння проса прутноподібного за сортування його за аеродинамічними властивостями (середнє з трьох дослідів, 2021 р.)

Насіння з позиції пневмостола	Енергія проростання, %		Схожість, %	
	до сортування	після сортування	до сортування	після сортування
3 – менш схоже насіння	5	17	9	22
4 – проміжна фракція	13	27	17	33
5 – відхід	9	28	11	32
$НІР_{0,05}$	4,0	3,9	5,2	7,4

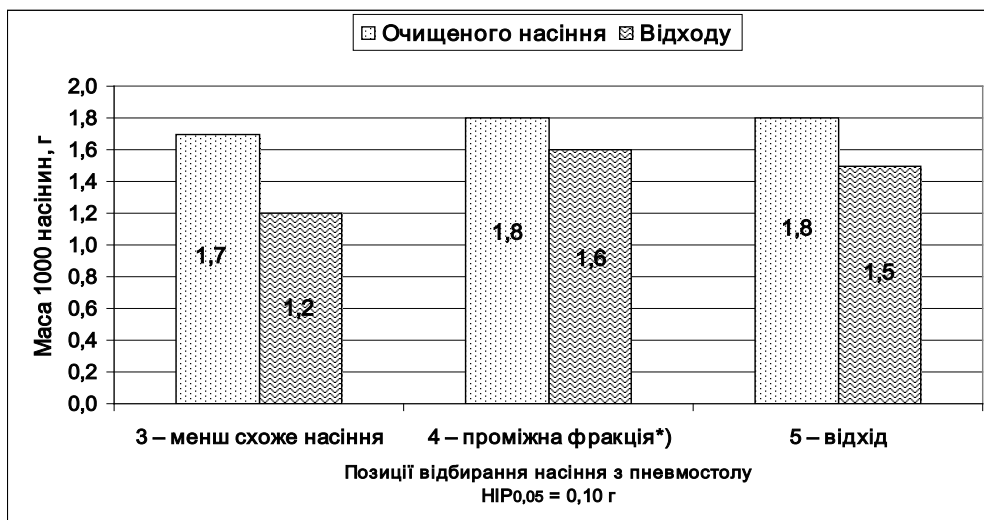


Рис. 3. Маса 1000 насінин очищеного насіння та відходу (середнє з трьох дослідів, 2021 р.).

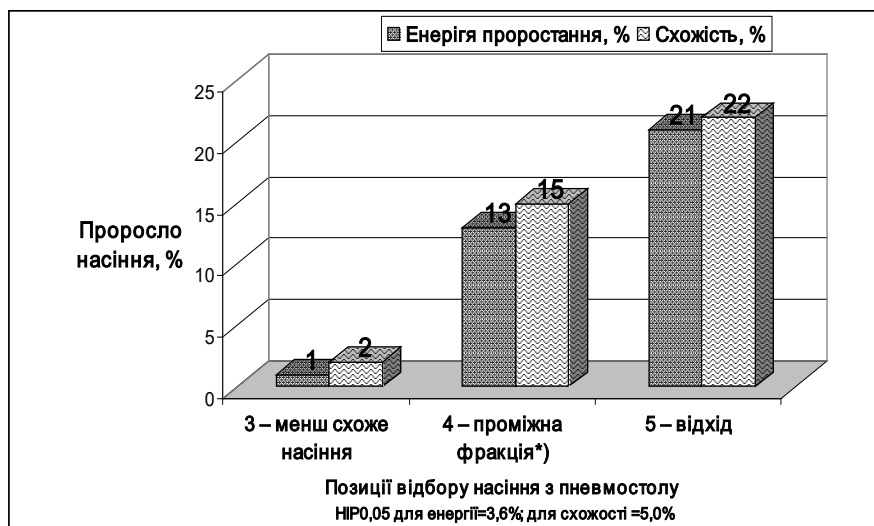


Рис. 4. Якість насіння, що потрапило у відхід за сортування за аеродинамічними властивостями (середнє з трьох дослідів, 2021 р.).

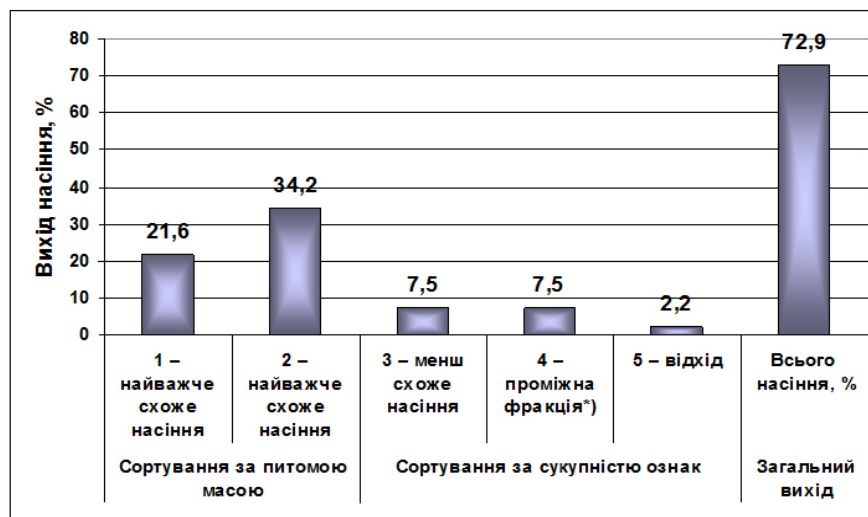


Рис. 5. Вихід насіння за його сортування за сукупністю ознак – питомою масою та аеродинамічними властивостями (середнє з трьох дослідів, 2021 р.).

Численними дослідженнями доведено, що сортування насіння різних сільськогосподарських культур, зокрема проса прутіподібного (свічграсу), за аеродинамічними властивостями та питомою масою є ефективними прийомами підвищення його якості. Попередніми дослідженнями встановлено високу ефективність сортування насіння цукрових буряків за сукупністю ознак – аеродинамічними властивостями та питомою масою. Було проведено аналогічні дослідження підвищення якості насіння проса прутіподібного з урахуванням результатів попередніх досліджень з сортування насіння цієї культури, окремо за аеродинамічними властивостями та питомою масою.

**Висновки.** Найефективнішим способом підготовки насіння проса прутіподібного до сівби є його сортування за сукупністю ознак – питомою масою та аеродинамічними властивостями. Сортування на пневмостолі з відбиранням насіння з найвищою схожістю (з позицій 1–2) та повторне сортування на аспіраційній колонці за аеродинамічними властивостями насіння з нижчою схожістю (з позицій 3–5) забезпечило зниження біологічного стану спокою насіння, достовірне підвищення його енергії проростання, схожості, маси 1000 насінин та виходу якісного насіння. Однак це не забезпечує повного вирішення зниження біологічного стану спокою насіння.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сінченко В.М., Гументик М.Я., Бондар В.С. Перспективи технології виробництва біопалива. Біоенергетика. № 2(4). Київ. 2014. 13 с.
2. Annual Statistical Report on the contribution of biomass to the energy system in the EU 27, AEBIOM, 2011. URL: <http://ru.scribd.com/doc/73012151/2011-AEBIOM-Annual-Statistical-Report>
3. European Bioenergy Outlook. AEBIOM, 2013 URL: <http://www.aebiom.org/blog/aebiom-statistical-report-2013/>
4. Scarlat N. Highlights of the Conference. In Proceedings of the 27th European Biomass Conference & Exhibition. Lisbon, Portugal, 27–30 May 2019. URL: <http://programme.eubce.com/search.php?close=all>
5. Пояснювальна записка до Закону України про зменшення споживання природного газу стосовно котлів на біомасі та інших видах місцевого палива. URL: [http://www.journal.esco.co.ua/2006\\_2/art123.htm](http://www.journal.esco.co.ua/2006_2/art123.htm).
6. Effect of three pretreatment techniques on the chemical composition and on the methane yields of *Opuntia ficus-indica* (prickly pear) biomass / Calabrò P.S. et al. Waste Manag. Res. 2018, 36. P. 17–29.
7. Щербаківа Т.О., Рахметов Д.Б. Особливості будови пагонів проса прутіподібного (*Panicum virgatum* L.) в умовах інтродукції в Правобережному Лісостепу та Поліссі України. Plant Varieties Studying and protection. 2017. Т. 13. № 1. С. 85–88.
8. Sorten – und Saatgutrecht der Europäischen Union. Brüssel, Stand 19. 2003, 532 p.
9. Семеноводство и семенной контроль (перевод с чешского Г.Н. Мирошниченко) / Еленко Е. и др. М.: Колос, 1981. 335 с.
10. OESD Scheme for the Varietal Certification of Sugar Beet and Fodder Beet Seed, moving in international trade. Fnnex IX to the decision, 2003. P. 123–145.
11. Фиросова М.К. Семенной контроль. М., Колос, 1969. С. 148–154.
12. Stratification in switchgrass seed is reversed and hastened by drying / Shen Z. et al. Crop Sci. 2001. 41. P. 1546–1551. URL: <https://www.-agronomy.org/publications/cs/articles/41/5/1546>.
13. Дрига В.В. Стратифікація, як спосіб підвищення схожості насіння проса прутіподібного (*Panicum virgatum* L.). Біоенергетика. 2021. № 1(17). С. 16–18.
14. Дрига В.В. Біологічний стан спокою насіння проса прутіподібного (*Panicum virgatum* L.) та способи його зниження. Зб. наук. праць Уманського національного університету садівництва. 2020. Вип. 96. Частина 1. С. 193–205.
15. Якість насіння свічграшу залежно від способів його сортування. Зб. наук. праць ІБКІЦБ / Доронін В.А. та ін. К.: ІБКІЦБ, 2013. Вип. 19. С. 28–32.
16. Способи підвищення якості насіння свічграшу / Доронін В.А. та ін. Біоенергетика. 2014. № 2. С. 22–24.
17. Доронін В.А., Бусол М.В. Сортування насіння за сукупністю ознак. Цукрові буряки. 2001. № 5. С. 16–17.
18. Визначення схожості насіння проса прутіподібного (свічграшу) *Panicum virgatum* L. / Доронін В.А. та ін. К., ІБКІЦБ НААН. 2015. 10 с.
19. Fisher R.A. Statistical methods for research workers. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.
20. Сайт компанії StatSoft, розробчика програми Statistica 6.0. URL: <http://www.statsoft.ru/>.

## REFERENCES

1. Sinchenko, V.M., Gumentyk, M.Ya., Bondar, V.S. (2014). Perspektivy`vy` tehnologiyi vy`robny`cztva biopaly`va [Perspectives of biofuel production technology]. Bioenergety`ka [Bioenergy]. Kyiv, no. 2(4), 13 p.
2. Annual Statistical Report on the contribution of biomass to the energy system in the EU 27, AEBIOM, 2011. Available at: <http://ru.scribd.com/doc/73012151/2011-AEBIOM-Annual-Statistical-Report>
3. European Bioenergy Outlook. AEBIOM, 2013. Available at: <http://www.aebiom.org/blog/aebiom-statistical-report-2013/>
4. Scarlat, N. Highlights of the Conference. In Proceedings of the 27th European Biomass Conference & Exhibition. Lisbon, Portugal, 27–30 May 2019. Available at: <http://programme.eubce.com/search.php?close=all>
5. Poyasnyuval`na zapy`ska do Zakonu Ukrayiny` pro zmenshennya spozhy`vannya pry`rodnogo gazu stosovno kotliv na biomasi ta inshy`x vy`dax miscevogo paly`va [Explanatory note to the Law of Ukraine on reduction of natural gas consumption in relation to biomass boilers and other local fuels]. Available at: [http://www.journal.esco.co.ua/2006\\_2/art123.htm](http://www.journal.esco.co.ua/2006_2/art123.htm).
6. Calabrò, P.S., Catalán, E., Folino, A., Sánchez, A., Komilis, D. (2018). Effect of three pretreatment techniques on the chemical composition and on the methane yields of *Opuntia ficus-indica* (prickly pear) biomass. Waste Manag. Res. no. 36, pp. 17–29.
7. Shherbakova, T.O., Raxmetov, D.B. (2017). Osobly`vosti budovy` pagoniv prosa prutopodibnogo (*Panicum virgatum* L.) v umovax introdukciji v Pravoberezhnomu Lisostepu ta Polissi Ukrayiny` [Peculiarities of the structure of shoots of millet (*Panicum virgatum* L.) in the conditions of introduction in the Right-bank Forest-steppe and Polissya of Ukraine]. Plant Varieties Studying and protection. Vol. 13, no. 1, pp. 85–88.
8. Sorten – und Saatgutrecht der Europäischen Union. Brüssel, Stand 19. 2003, 532 p.
9. Elenko, E., Bernat, J., Cheh, V. (1981). Semenovodstvo i semennoj kontrol' [Seed production and seed control]. Moscow, Kolos, 335 p.
10. OESD Scheme for the Varietal Certification of Sugar Beet and Fodder Beet Seed, moving in international trade. Fnnex IX to the decision. 2003, pp. 123–145.
11. Firosova, M.K. (1969). Semennoj kontrol' [Seed control]. Moscow, Kolos, pp. 148–154.
12. Shen, Z., Parrish, D.J., Wolf, D.D., Welbaum, G.E. (2001). Stratification in switchgrass seed is reversed and hastened by drying. Crop Sci. no. 41, pp. 1546–1551. Available at: <https://www.-agronomy.org/publications/cs/articles/41/5/1546>.
13. Dryga, V.V. (2021). Stratyfikacija, jak sposib pidvyshhennja shozhosti nasinnja prosa prutopodibnogo (*Panicum virgatum* L.) [Stratification as a way to increase the germination of seeds of millet (*Panicum virgatum* L.)]. Bioenergetyka [Bioenergy], no. 1(17), pp. 16–18.
14. Dryga, V.V. (2020). Biologichnyj stan spokoju nasinnja prosa prutopodibnogo (*Panicum virgatum* L.) ta sposoby jogo znyzhennja [Biological dormancy of millet seeds (*Panicum virgatum* L.) and ways to reduce it]. Zb. nauk. prac' Uman'skogo nacional'nogo universytetu sadivnytstva [Coll. Science. Proceedings of Uman National University of Horticulture]. Issue 96, part 1, pp. 193–205.
15. Doronin, V.A., Kravchenko, Ju.A., Busol, M.V., Doronin, V.V. (2013). Jakist' nasinnja svichgrasu zalezno vid sposobiv jogo sortuvannja [The quality of candlegrass

seeds depends on the methods of its sorting]. Zb. nauk. prac' IBKiCB [Coll. Science. Proceedings of IBKiSB]. Kyiv, IBKiCB, Issue 19, pp. 28–32.

16. Doronin, V.A., Kravchenko, Ju.A., Busol, M.V., Doronin, V.V. (2014). Sposoby pidvyshhennja jakosti nasinnja svichgrasu [Ways to improve the quality of switchgrass seeds]. Bioenergetyka [Bioenergy], no. 2, pp. 22–24.

17. Doronin, V.A., Busol, M.V. (2001). Sortuvannja nasinnja za sukupnistju oznak [Sorting seeds by a set of features]. Cukrovi burjaky [Sugar Beet], no. 5, pp. 16–17.

18. Doronin, V.A., Kravchenko, Ju.A., Busol, M.V., Doronin, V.V., Mandrovs'ka, S.M., Goncharuk, G.S. (2015). Vyznachennja shozhosti nasinnja prosa prutopodibnogo (svichgrasu) *Panicum virgatum* L. [Determination of germination of seeds of millet (switchgrass) *Panicum virgatum* L.]. Kyiv, IBKiCB NAAN, 10 p.

19. Fisher, R.A. (2006). Statistical methods for research workers. New Delhi: Cosmo Publications, 354 p.

20. Sajt kompanyy StatSoft, razrabotchyka programmy Statistica 6.0. [Site of StatSoft, developer of Statistica 6.0.]. Available at: <http://www.statsoft.ru/>.

#### Сортировка семян проса прутьевидного (*Panicum virgatum* L.) по совокупности признаков

Дрыга В.В., Доронин В.А., Карпук Л.М., Кравченко Ю.А., Доронин В.В., Павличенко А.А., Шубенко Л.А.

В статье приведены результаты исследований эффективности сортировки семян проса прутьевидного по совокупности признаков – удельной массе и аэродинамических свойствах, с целью снижения биологического состояния покоя семян и повышения всхожести. Экспериментально доказано, что последовательные сортировки семян в два этапа по совокупности признаков – удельной массе на пневмостолах и аэродинамических свойствах на аспирационной колонке – обеспечили достоверное повышение энергии прорастания, всхожести и массы 1000 семян. Сортировка семян сорта Морозко на пневмостолах обеспечила получение семян с энергией прорастания и всхожестью в позициях 1 и 2 соответственно – 16–19 и 20–22 %, в то время как в позициях 3–5 эти показатели составляли соответственно – 5–13 и 9–17 %. Повторная сортировка этих семян по аэродинамическим свойствам обеспечила повышение энергии прорастания и всхожести семян с позиции пневмостол 3, соответственно на 12 и 13 %, промежуточной фракции – на 14–16 %, а выхода – на 19–21 % по сравнению с этими показателями до сортировки, что обусловлено отбором легких и с более низкой всхожестью семян. Сортировка семян по совокупности

признаков обеспечила не только повышение их качества, но и увеличение выхода более похожих семян.

Самым эффективным способом подготовки семян проса прутьевидного к севу является их сортировка по совокупности признаков – удельной массе и аэродинамических свойствах, что обеспечивает снижение биологического состояния покоя семян, достоверное повышение их энергии прорастания, всхожести, массы 1000 семян и выхода качественных семян. Но эта мера не обеспечивает полного решения снижения биологического состояния покоя семян.

**Ключевые слова:** выход семян, аэродинамические свойства, удельная масса, энергия прорастания, всхожесть, масса 1000 семян.

#### Sorting of Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) seeds by a set of signs

Dryga V., Doronin V., Karpuk L., Kravchenko Yu., Doronin V., Pavlichenko A., Shubenko L.

The article presents the research results on the efficiency of switchgrass seeds sorting by a set of characteristics – specific gravity and aerodynamic properties in order to reduce the biological state of seeds dormancy and germination increase significantly.

It is experimentally proved that sequential seeds sorting in two stages by a set of features – specific weight on the pneumatic table and aerodynamic properties on the aspiration column provided a significant increase in its germination energy, germination and 1000 seeds weight. Sorting of Morozko variety seeds on the pneumatic table ensured obtaining seeds with germination energy and similarity in positions 1 and 2, respectively – 16–19 % and 20–22 %, while in positions 3–5 these indicators were, respectively – 5–13 % and 9–17 %. Re-sorting of these seeds by aerodynamic properties provided an increase in germination energy and seed similarity from the position of the pneumatic table “3”, respectively – by 12 and 13 %, the intermediate fraction – by 14–16 %, and waste – by 19–21 % compared to these indicators to sorting, due to the selection of the lung and with lower seed similarity. Sorting seeds by a set of characteristics provided not only an increase in its quality, but also an increase in the yield of more similar seeds.

The most effective way to prepare switchgrass seeds for sowing is to sort them by a set of features – specific weight and aerodynamic properties, which reduces the biological dormancy of seeds, significantly increases its germination energy, similarity, 1000 seeds weight and quality seeds. But this measure does not provide a complete solution to reduce the biological state of dormancy of seeds.

**Key words:** seeds yield, aerodynamic properties, specific gravity, germination energy, similarity, 1000 seeds weight.



Copyright: Дрыга В.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Дрыга В.В.

Доронін В.А.

Карпук Л.М.

Кравченко Ю.А.

Доронін В.В.

Павліченко А.А.

<https://orcid.org/0000-0001-8085-5313>

<https://orcid.org/0000-0001-9355-881X>

<https://orcid.org/0000-0002-5860-5286>

<https://orcid.org/0000-0001-7561-1023>

<https://orcid.org/0000-0001-0349-4467>

<https://orcid.org/0000-0001-5576-9931>




## АГРОНОМІЯ

УДК 633.63:631.52:575.125

## Оцінювання багатонасінних батьківських компонентів гібридів цукрових буряків за показниками продуктивності та створених на їх основі пробних гібридів

Дубчак О.В. 

Верхняцька дослідно-селекційна станція, ІБКІЦБ НААН України

 betaver2019@gmail.com

Дубчак О.В. Оцінювання багатонасінних батьківських компонентів гібридів цукрових буряків за показниками продуктивності та створених на їх основі пробних гібридів. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 57–64.

Dubchak O. Estimation of multigerm paternal components of sugar beet hybrids on the efficiency parameters and test hybrids created on their basis. «Agrobiologia», 2021. no. 2, pp. 57–64.

Рукопис отримано: 29.06.2021 р.

Прийнято: 14.07.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-57-64

У статті наведено результати досліджень з оцінювання багатонасінних запилювачів (БЗ) – кандидатів у батьківські компоненти гібридів та створених за їх участю нових гібридів цукрових буряків. В основу досліджу відібрали кращі багатонасінні фертильні форми за комплексом морфологічних ознак зі стійкістю до стресових умов довкілля і різноманітними селекційно цінними властивостями. Задовільні оцінки за масою коренеплоду отримали нащадки запилювачів: 2RkБЗ<sub>5</sub>/C<sub>229/15</sub> – 116,5 %; 3RkБЗ<sub>6</sub>/O<sub>238/15</sub> – 143,4 %; 4RkБЗ<sub>7</sub>/M<sub>317/15</sub> – 139,6 %; 4RkБЗ<sub>5</sub>/M<sub>321/15</sub> – 122,5 % до стандарту. За вмістом цукру вони знаходились на рівні групового стандарту і мали від 105,4 до 109,2 % за НІР<sub>0,5%</sub> = 2,4.

З метою кращого вивчення кандидатів у БЗ і визначення комбінаційної здатності, їх досліджували на ділянках гібридизації з ЧС тестерами за схемою «топкрос». Урожай з однієї рослини в середньому отримали у БЗ 81 г зі схожістю кондиційного насіння (Ø3,5–5,5) – 91 %, у ЧС тестерів – 58 г і 92 % відповідно, у однонасінних пробних гібридів (ОПГ) – 68 г і 94 %. Маса 1000 плодів БЗ в середньому становила 16,1 г, ЧС тестера – 11,4 г, ОПГ – 12,3 г. Серед досліджуваного селекційного матеріалу, за оцінками показників якості насіння відмічено наявність цінних генотипів, для яких характерний високий ступінь уражаю насіння, схожості, однонасінності.

Вивчення продуктивності нових перспективних ОПГ проводили у попередньому сортовипробуванні. Гібрид 465 мав уміст цукрів 17,38 % за урожайності 61,1 т/га, стандарт – 16,75 % і 54,2 т/га відповідно. Кращі результати за показниками продуктивності отримали гібриди 436, 444 і 443, які достовірно перевищували груповий стандарт у досліді, їх врожайність коливалась від 62,3 до 66,6 т/га за НІР<sub>05</sub> = 1,1 %. Виділені гібриди випереджали стандарт за врожайністю коренеплодів на 8,1, 12,4 і 10,2 т/га відповідно. За вмістом цукру виділились гібриди 436 (106,7 %) та 465 (103,9 %) за НІР<sub>05%</sub> = 0,3 %. За збором цукру кращими були 436 і 444, які перевищували груповий стандарт у досліді на 22,1 і 22,5 % відповідно (НІР<sub>05%</sub> = 0,2 %), що дає підставу сподіватись на високу комбінаційну здатність їх батьківських пар.

**Ключові слова:** селекція, генотип, цукрові буряки, гетерозис, гібрид, продуктивність.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Особливе значення для створення та впровадження у виробництво нових адаптивних, високопродуктивних гібридів цукрових буряків має селекція. Традиційна селекція базується на методах гібридизації, рекомбінації та добору, які є основними для створення гібридів. Важливо, щоб новостворені гібриди відповідали світовим стандартам за рівнем врожайності та показниками якості продукції. Успішне

створення і добір батьківських компонентів у селекційному процесі великою мірою залежить від генетичного різноманіття вихідних матеріалів, їх селекційної цінності та оцінки за комбінаційною здатністю [1, 2, 4, 13, 16, 18]. У селекційній практиці, з метою підвищення продуктивності вітчизняних гібридів та покращення їх за комплексом цінних ознак, актуальним залишається питання вивчення вихідних форм, їх удосконалення і формування батьківських

компонентів однонасінних ЧС гібридів. Основні вимоги до материнських форм – це висока цитоплазматична чоловіча стерильність у поєднанні з однонасінністю плодів і задовільними показниками власної продуктивності [3, 7, 8]. Батьківські компоненти гібридів – багатонасінні запилювачі – мають характеризуватись високими оцінками господарсько цінних ознак і високою комбінаційною здатністю [5, 6, 19, 20]. Селекцію батьківського і материнського компонентів гібридів цукрових буряків проводять з використанням методів, які забезпечують їх однорідність, стабільність та генетичну цінність за селектованими ознаками [2, 5].

Нині селекція розвивається за трьома напрямками: кількісним, якісним і різними типами стійкості. Ці задачі вимагають збільшення генетичної мінливості, яка може бути досягнута не лише підбором батьківських компонентів, а й застосуванням різних методів схрещування, від цього вибору здебільшого залежить і результативність селекції [1, 3]. У практичній селекції для створення гібридів широко використовують різні типи схрещування. Одні автори пропонують для генетичного аналізу популяції перехреснозапильних рослин використовувати парні схрещування клонів. Інші доводять, що за парних схрещувань господарсько цінні ознаки успадковуються проміжно, залежно від показників вихідних батьківських форм, що господарсько цінні ознаки гібридів, отриманих від зворотних схрещувань, здебільшого визначаються показниками запилювача [4, 5, 6]. Треті пропонують методіку підбору пар для схрещування, яка призначена для збільшення розмаху схрещування, для першої групи генів сукупність так званих еколого-генетичних або адаптивних локусів. Найбільш надійний підбір компонентів схрещувань за наявності в них чітко виражених позитивних ознак і виявленого генетичного контролю цих ознак [7, 8, 9]. Крім того, в селекційній роботі можуть бути використані нові матеріали, створені бекросним схрещуванням та отримані методом рекомбінації, а також лінії і зразки ознакових колекцій. Спроби відтворення цінних гібридних форм наштовхнули на явище розщеплення на різноманітні проміжні форми. Отже, виникла ідея залучити до селекційного опрацювання матеріали з колекції сортів Верхняцької дослідно-селекційної станції зарубіжного походження і використати їх в селекційній роботі як донорів цінних ознак.

**Метою дослідження** було вивчення нових багатонасінних запилювачів – батьківських компонентів гібридів за комбінаційною здатністю, та оцінювання за показниками продуктив-

ності створених на їх основі пробних однонасінних гібридів на стерильній основі.

**Матеріал і методи дослідження.** У селекційних дослідженнях використали багатонасінні, рекомбінантні форми цукрових буряків зарубіжного походження. В основу досліду відібрали нащадків третього і четвертого покоління ( $F_3$ ,  $F_4$ ), отриманих за схрещування за схемою «полікрос» та дворазових індивідуальних доборів: 1RkБЗ<sub>4</sub>/К, 2RkБЗ<sub>5</sub>/С, 3RkБЗ<sub>6</sub>/О, 4RkБЗ<sub>7</sub>/М. Кращів за комплексом морфологічних ознак кандидатів у багатонасінні запилювачі (БЗ), зі стійкістю до стресових умов довкілля і різноманітними селекційно цінними властивостями, вивчали у попередньому сортовипробуванні (ПВ) для оцінювання власної продуктивності. Перспективні за господарсько цінними ознаками батьківські компоненти гібридів вивчали у пробних схрещуваннях за схемою «топкрос». З метою одержання експериментальних однонасінних гібридів на стерильній основі як тести і материнські компоненти, використали пилкостерильні (ЧС) лінії верхняцької селекції. Роздільноплідність насінників визначали візуально за наявністю роздільноплідних плодів на центральних квітконосних пагонах. Фертильність насінників у БЗ і стерильність у ЧС форм встановлювали за класифікацією Оуена. Показники продуктивності отриманих пробних гібридів вивчали у досліді ПВ рендомізованими трирядковими  $\times 10$  м ділянками, площею 13,5 м<sup>2</sup>. Оцінювання за ознаками маса коренеплоду і вміст цукрів проводили за 20-корене-плідними пробами у триразовій повторності на півавтоматичні лінії «Венема». Стандартами у досліді були високопродуктивні районвані гібриди, рекомендовані Інститутом біоенергетичних культур і цукрових буряків (ІБКіЦБ). Аналіз результатів досліджень проводили за ліцензійними програмами Microsoft Excel, за методикою польового досліду (Доспехов Б.А.) та за основами наукових досліджень в агрономії (Єщенко В.О.) [9, 10, 11, 12, 17].

**Результати дослідження та обговорення.** На Верхняцькій дослідно-селекційній станції (ВДСС) тривалий час проводили дослідження зі створення нових багатонасінних запилювачів – батьківських компонентів гібридів цукрових буряків. У селекційне розроблення були залучені кращі за господарсько цінними ознаками зарубіжні продукти розщеплення та нащадки їх селекційного опрацювання. За роки досліджень відібрали перспективні біотипи, які попри зарубіжне походження добре пристосувалися до умов нестійкого зволоження, де проводили дослідження. Для успішного ведення селекційної роботи піл час створення нових

кандидатів у багатонасінні запилювачі, поряд з вивченням і контролем ознак багатонасінності та фертильності, щорічно перевіряли показники їх продуктивності як джерела цінних батьківських компонентів майбутніх гібридів.

За результатами попереднього сортовипробування провели добір кращих номерів – кандидатів у багатонасінні запилювачі.

Позитивні оцінки за масою коренеплоду отримали у нащадків 2RkБЗ<sub>5</sub>/C<sub>229/15</sub> – 116,5 %, 3RkБЗ<sub>6</sub>/O<sub>238/15</sub> – 143,4 %, 4RkБЗ<sub>7</sub>/M<sub>317/15</sub> – 139,6 %, 4RkБЗ<sub>7</sub>/M<sub>321/15</sub> – 122,5 % до стандарту. За вмістом цукру запилювачі знаходились на рівні групового стандарту і мали від 105,4 до 109,2 % за НІР<sub>0,5%</sub> = 2,4 (табл. 1).

Кращих за продуктивністю кандидатів у багатонасінні запилювачі рекомендували для вивчення у топкросних схрещуваннях як батьківські компоненти однонасінних пробних гібридів на стерильній основі.

У 2017 році, з метою кращого вивчення кандидатів у БЗ і визначення їх комбінаційної здатності, запилювачі висаджували на ділянках гібридизації за схемою «топкрос» на чотирьох просторово ізольованих ділянках. Як тестер для всіх БЗ використали однаковий набір з 4 ЧС ліній. Співвідношення компонентів схрещувань для отримання однонасінних пробних гібридів (ОПГ) відповідало 1:2. У результаті аналізу досліджуваних рослин за фенотипом і селекційними ознаками та вибракування тих, що не відповідали меті досліджень (роздільноплідність насіння, фертильність, стерильність, тип насінника та ін.), на кожній з ділянок залишили: у БЗ по 190-200 продуктивних рослин, у ЧС компонентів у межах 90–100. Урожай з однієї рослини в середньому отримали у БЗ 81 г зі схожістю кондиційного насіння (Ø 3,5 – Ø 55) – 91 %, у ЧС тестерів – 58 г і 92 % відповідно, у ОПГ – 68 г і 94 %. Маса 1000 плодів БЗ в середньому становила 16,1 г, ЧС тестера – 11,4 г, ОПГ – 12,3 г.

Отже, серед досліджуваного селекційного матеріалу за оцінками показників якості насіння відмічено наявність цінних генотипів, для яких характерний високий ступінь уражаю насіння, схожості, однонасінності та ін.

Комбінаційну здатність визначали як відхилення середнього значення у гібридів, згрупованих за батьківськими компонентами і материнськими лініями, від середнього значення за елементами продуктивності в цьому наборі генотипів. На продуктивність та якість насіння, за створення нових пробних гібридів, враховували вплив багатонасінних батьківських компонентів (табл. 2).

Результати оцінювання нових рекомбінантних БЗ дали підставу вважати їх перспективними, комбінаційно здатними батьківськими компонентами для одержання нових ОПГ. Отже, поєднання за схрещування ЧС лінії вітчизняної селекції з батьківськими компонентами зарубіжного походження дало змогу розширити генетичну основу отриманих гібридів.

Наступним важливим етапом селекційних досліджень було вивчення продуктивності нових перспективних однонасінних пробних гібридів у досліді ПВ. Крім того, згідно з їх продуктивністю до стандартів, дослідження селекційного напрямку створеного матеріалу (врожайного, цукристого) (табл. 4).

У результаті визначено ефекти загальної комбінаційної здатності за врожайністю коренеплодів і вмістом цукру. Виділено комбінації 3, 4 з високим ефектом ЗКЗ за врожайністю коренеплодів та 1 і 8 за вмістом цукру. У таблиці представлено низку вдало підібраних гібридних комбінацій. За врожайністю кращими стали гібриди 3.ЧС<sub>2</sub>1377×ЗС×БЗ<sub>5</sub> (2,19, 2,26) і 4.ЧС<sub>1</sub>1343×ЗС×БЗ<sub>5</sub> (2,11, 2,21) за НІР<sub>0,5</sub> = 1,1 % (2019 р.). За вмістом цукру – 1.ЧС<sub>3</sub>1302×ЗС×БЗ<sub>4</sub> (1,07, 1,19) і 8.ЧС<sub>4</sub>1304×ЗС×БЗ<sub>7</sub> (1,05, 1,14) за НІР<sub>0,5</sub> = 0,8 %.

Таблиця 1 – Оцінка нащадків F<sub>3</sub> – кандидатів у БЗ за показниками продуктивності, 2016 р.

Походження доборів	Середній показник		% до групового стандарту		+, – до групового стандарту	
	маса коренеплоду, кг	вміст цукру, %	маса коренеплоду	вміст цукру	маса коренеплоду, кг	вміст цукру, %
1RkБЗ <sub>4</sub> /K <sub>101/15</sub>	0,570	19,86	113,5	106,3	+0,068	+1,17
2RkБЗ <sub>5</sub> /C <sub>220/15</sub>	0,541	19,70	107,8	105,4	+0,039	+1,01
2RkБЗ <sub>5</sub> /C <sub>229/15</sub>	0,585	20,41	116,5	109,2	+0,083	+1,72
3RkБЗ <sub>6</sub> /O <sub>238/15</sub>	0,720	19,96	143,4	106,8	+0,218	+1,27
4RkБЗ <sub>7</sub> /M <sub>317/15</sub>	0,701	19,78	139,6	105,8	+0,199	+1,09
4RkБЗ <sub>7</sub> /M <sub>321/15</sub>	0,615	19,77	122,5	105,8	+0,113	+1,08
стандарт	0,502	18,69	-	-	-	-
НІР <sub>0,5</sub>	-	-	6,5	2,4	-	-

Таблиця 2 – Характеристика за біологічними ознаками кандидатів у БЗ і ЧС гібридів у топкросних схрещуваннях, 2017 р.

Походження багатонасінного запилювача	Ознаки насіння	Середні показники якості насіння					ЧС тестери, ♀
		кандидати в БЗ, ♂	ЧС гібриди				
			ЧС <sub>1</sub>	ЧС <sub>2</sub>	ЧС <sub>3</sub>	ЧС <sub>4</sub>	
Ділянка 4 1RkБЗ <sub>4</sub> /K <sub>101/15</sub>	стерильність, %	2	97	98	96	97	97
	однонасінність %	2	98	97	97	98	98
	маса 1000 плодів, г	16,2	12,2	12,3	12,3	12,3	11,3
	схожість, %	91	92	93	93	94	92
	маса насіння, г*	83	67	69	70	69	58
Ділянка 5 2RkБЗ <sub>5</sub> /C <sub>229/15</sub>	стерильність, %	4	97	98	97	97	97
	однонасінність %	5	98	99	97	98	98
	маса 1000 плодів, г	15,9	12,2	12,4	12,2	12,3	11,4
	схожість, %	90	93	94	94	95	92
	маса насіння, г*	79	67	66	68	69	57
Ділянка 6 3RkБЗ <sub>6</sub> /O <sub>236/15</sub>	стерильність, %	5	97	97	96	97	97
	однонасінність %	5	95	97	98	96	97
	маса 1000 плодів, г	16,1	12,3	12,4	12,3	12,2	11,6
	схожість, %	92	93	94	95	95	92
	маса насіння, г*	80	68	67	69	70	58
Ділянка 7 4RkБЗ <sub>7</sub> /M <sub>321/15</sub>	стерильність, %	6	98	97	98	98	97
	однонасінність %	5	97	98	97	96	98
	маса 1000 плодів, г	16,0	12,2	12,3	12,5	12,3	11,5
	схожість, %	91	92	93	93	94	92
	маса насіння, г*	82	68	68	70	69	59

\*Примітка: маса зібраного насіння з однієї рослини, г.

Таблиця 3 – Ефекти ЗКЗ кращих пробних гібридів, 2018–2019 рр.

Комбінації схрещування	Ефекти ЗКЗ			
	за врожайністю		за вмістом цукру	
	2018 р.	2019 р.	2018 р.	2019 р.
1. ЧС <sub>3</sub> 1302 × ЗС × БЗ <sub>4</sub>	+1,29	+1,49	+1,07	+1,19
2. ЧС <sub>4</sub> 1304 × ЗС × БЗ <sub>4</sub>	+1,11	+1,22	+0,63	+0,81
3. ЧС <sub>2</sub> 1377 × ЗС × БЗ <sub>5</sub>	+2,19	+2,26	+0,58	+0,62
4. ЧС <sub>1</sub> 1343 × ЗС × БЗ <sub>5</sub>	+2,11	+2,21	+0,64	+0,69
5. ЧС <sub>2</sub> 1377 × ЗС × БЗ <sub>6</sub>	+1,19	+1,29	+0,58	+0,65
6. ЧС <sub>4</sub> 1304 × ЗС × БЗ <sub>6</sub>	+1,19	+1,27	+0,59	+0,66
7. ЧС <sub>3</sub> 1302 × ЗС × БЗ <sub>7</sub>	+1,35	+1,45	+0,63	+0,75
8. ЧС <sub>4</sub> 1304 × ЗС × БЗ <sub>7</sub>	+1,08	+1,27	+1,05	+1,14

Вплив різних багатонасінних запилювачів на показники продуктивності пробних гібридів повторно вивчали в досліді попередне сортопробування у 2020 році. Встановлено, що пробні гібриди були врожайного напрямку і характеризувались задовільними оцінками. Збір цукру з гектара отримали в середньому 9,6 т/га завдяки врожайності. Вміст цукрів у коренеплодах знаходився в межах 16,78–17,84 %, тимчасом стандарт мав показник 16,72 % за НІР<sub>05</sub> – 0,3 %. Гібрид 465 мав вміст цукрів 17,38 % за врожайності 61,1 т/га,

стандарт – 54,2 т/га за НІР<sub>05</sub> = 1,1 %. Гібриди 436, 442, 444, і 443 мали врожайність коренеплодів 62,3, 62,2, 66,6, 64,4 т/га відповідно, вміст цукрів у них становив 17,84, 17,13, 16,94, 16,78 %. Гібриди 436 та 444 були кращими як за врожайністю (114,9 і 122,9 %), так і за збором цукру (122,1 і 122,5 % відповідно). За вмістом цукру лідирували гібриди 436 (106,7 %) та 465 (103,9 % до стандарту). Вплив різних багатонасінних запилювачів на показники продуктивності пробних гібридів, у % до стандарту, представлено на рисунку 1.

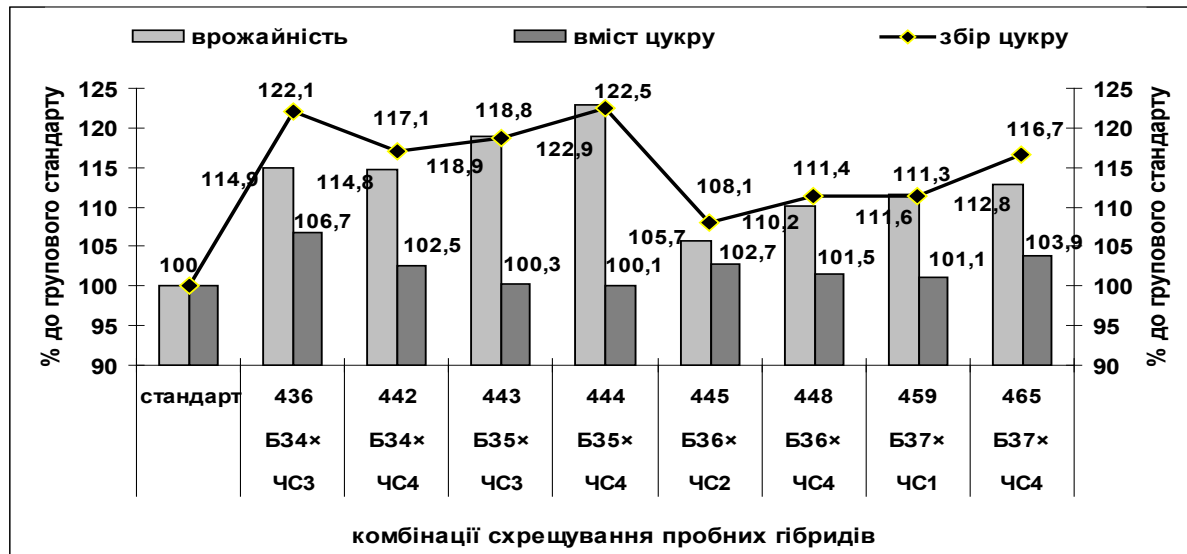


Рис. 1. Оцінка продуктивності кращих пробних гібридів, 2020 р.

Показники досліджуваних пробних гібридів, створених за участю рекомбінантних батьківських компонентів, за вмістом цукру в коренеплодах були на рівні середнього групового стандарту в досліді – від 100,1 до 106,7 %. Спостерігався високий гетерозисний ефект за врожайністю (105,7–122,9 % до стандарту). Встановлено, що багатонасінні запилювачі з високою ЗКЗ підлягають селекційному поліпшенню за вміст цукрів. Відібрано 20 перспективних пробних гібридів, продуктивність яких значно перевищувала груповий стандарт. Незалежно від погодних умов року проведення досліджень, окремі гібриди утримували високий збір цукру (436 Б<sub>4</sub>×ЧС<sub>3</sub> – 122,1 %, 444 Б<sub>5</sub>×ЧС<sub>4</sub> – 122,5 %, і 465 Б<sub>7</sub>×ЧС<sub>4</sub> – 116,7 %).

**Висновки.** За результатами досліджень 2016–2020 рр. виділено чотири перспективні багатонасінні рекомбінантні запилювачі – кандидати в батьківські компоненти для створення гібридів. За гібридизації новостворених БЗ іноземної генплазми з ЧС лініями вітчизняного походження отримали та випробували низку одностійкових гібридів на стерильній основі. Високоврожайні батьківські компоненти гібридів рекомендовано для подальшої селекційної роботи з метою удосконалення за господарською ознакою «вміст цукрів» з повторним вивченням їх за реакцією на абіотичні чинники і відбором кращих відповідно до господарської мети. Після поліпшення їх можна використати для гібридизації як комбінаційно здатні багатонасінні запилювачі врожайного напрямку.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні рекомендації по підвищенню технологічної якості цукрових буряків селекційно-генетичними методами / М.О. Корнєєва та ін. Київ: ІБКіЦБ, 2013. 24 с.
2. Методичні рекомендації зі створення моделі гібридів цукрових буряків нового покоління / М.В. Роїк та ін. Київ: ІБКіЦБ, 2015. 20 с.
3. Роїк М.В., Кляченко О.Л. Фізіологічні аспекти селекції цукрових буряків на якість. Цукрові буряки. 1999. №4. С. 6–7.
4. Адаменко Д.М. Шляхи створення багатонасінних запилювачів цукрових буряків та їх селекційна цінність: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.05. Київ, 2005. 20 с.
5. Корнєєва М.О. Роль багатонасінних запилювачів цукрових буряків у формуванні гетерозису гібридів на чоловічостерильній основі. Наукові праці Інституту цукрових буряків: зб. наук. пр. / упоряд. та відп. ред. М.В. Роїк. К., 2010. С. 197–208.
6. Корнєєва М.О., Ненька О.В. Селекційно-генетичні особливості запилювачів цукрових буряків за ознакою цукристості. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. пр. Київ: ФОП Корзун Д.Ю., 2014. С. 164–170.
7. Роїк М.В., Балков І.Я., Корнєєва М.О. Інститут цукрових буряків відзначає своє 90-річчя. Наукові праці Інституту цукрових буряків: зб. наук. пр. К., 2012. С. 11–17.
8. Вакулєнко П.І. Продуктивність гібридів цукрових буряків на стерильній основі залежно від структури материнського компонента: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.05. Київ, 2007. 185 с.
9. Жученко А.А. Рекомбинация в эволюции и селекции. Москва: Наука, 1985. 400 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1979. 315 с.

11. Основи наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. / Єщенко В.О. та ін. Київ: Дія, 2005. 180 с.

12. Гопцій Т.І., Проскурін М.В. Генетико-статистичні методи селекції: навч. посіб. Харківський НАУ ім. В.В. Докучаєва. Харків, 2003. 103 с.

13. Дубчак О.В., Паламарчук Л.Ю. Вивчення продуктивності батьківських компонентів гібридів кормових буряків. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. пр. Київ, 2012. С. 423–426.

14. Створення цукрових буряків нового покоління. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. пр. / Дубчак О.В. та ін. Київ: 2015. С. 90–96.

15. Створення експериментальних гібридних комбінацій цукрових буряків за параметрами моделі гібриду нового покоління / Корнєєва М.О. та ін. Новітні технології: теорія та практика: тези доп. міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2017. 203 с.

16. Корнєєва М.О., Ненька О.В., Ненька Н.В. Добір високоврожайних гібридних комбінацій цукрових буряків за участю компонентів, оцінених за діалельною та топкросними схемами. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. пр. Київ, 2015. С. 101–106.

17. Методика селекційного експерименту (у рослинництві): навч. посіб. / Е.Р. Ермантраут та ін. Харків: ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, 2014. 229 с.

18. Прояв врожайності простих стерильних гібридів цукрових буряків залежно від генотипу і площі живлення / М.М. Ненька та ін. Зб. наук. праць УНУС. Умань, 2013. С. 61–67.

19. Дубчак О.В. Вивчення нових кандидатів у багатонасінні запилювачі цукрових буряків за показниками продуктивності. Селекційно-генетична наука і освіта: матеріали X наук.-практ. конф. Умань, 2021. С. 72–77.

20. Продуктивність гібридів цукрових буряків нового покоління. Агробіологія: зб. наук. пр. БНАУ / Дубчак О.В. та ін. Біла Церква. 2021. С. 32–40.

## REFERENCES

1. Kornyeveva, M.O., Melnik, M.B., Masyk, N.N., Nenka, O.V., Falatyk, L.V. (2013). Metodichni rekomendacii' po pidvyshhennju tehnologichnoi' jakosti cukrovih burjakiv selekcijno-genetychnymu metodamy [The methodical recommendations for increase of technological quality of sugar beet by selection – genetic methods]. Kyiv, IBCSS, 24 p.
2. Royik, M.V., Kornyeveva, M.O., Dubchak, O.V., Andryejeva, L.S., Vakulenko, P.I. (2015). Metodichni rekomendacii' zi stvorennja modeli gibrydiv cukrovih burjakiv novogo pokolinnja [The methodical recommendations for creation of model of hybrids of sugar beet of new generation]. Kyiv, IBCSS, 20 p.
3. Royik, M.V., Klychenko, O.L. (1999). Fiziologichni aspekty selekcii' cukrovih burjakiv na jakist' [Physiological aspects of selection of sugar beet on quality]. Cukrovi burjaky [Sugar beet], no. 4, pp. 6–7.
4. Adamenko, D.M. (2005). Shljahy stvorennja bagatonasinnih zapyljuvachiv cukrovih burjakiv ta i'h selekciyna cinnist': avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk [Ways of creation multigerm population of sugar beet and their

selection value: abstract of the candidate of agricultural sciences]. Kyiv, 20 p.

5. Kornyeveva, M.O. (2010). Rol' bagatonasinnih zapyljuvachiv cukrovih burjakiv u formuvanni geterozysu gibrydiv na cholovichosteryl'nij osnovi [A role multigerm pollinators in formation heterosis of hybrids on MS to a sterile basis]. Naukovi pracj Instytutu cukrovih burjakiv: zb. nauk. pr. [Scientific works of the Institute of sugar beets: a collection of scientific works], no. 11, pp. 197–208.

6. Kornyeveva, M.O. (2014). Selekcijno-genetychni osoblyvosti zapyljuvachiv cukrovih burjakiv za oznakoju cukrystosti [Selection – genetics of feature pollinators of sugar beet to an attribute of sugar]. Naukovi pracj Instytutu bioenergetychnih kul'tur i cukrovih burjakiv: zb. nauk. pr. [Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets: a collection of scientific works], no. 21, pp. 164–170.

7. Royik, M.V., Balkov, I.I., Kornyeveva, M.O. (2012). Instytut cukrovih burjakiv vidznachaje svoje 90-rihchja [Institute of sugar beet of the 90-years]. Naukovi pracj Instytutu cukrovih burjakiv: zb. nauk. pr. [Scientific works of the Institute of sugar beets: a collection of scientific works], no. 13, pp. 11–17.

8. Vakulenko, P.I. (2007). Produktyvništ' gibrydiv cukrovih burjakiv na steryl'nij osnovi zalezno vid struktury materyns'kogo komponenta: dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.01.05 [The efficiency of hybrids of sugar beet on a sterile basis is dependent on structure of a parent component: abstract of the candidate of agricultural sciences]. Kyiv, 185 p.

9. Zhuchenko, A.A. (1985). Rekombinacija v jevoljucii i selekcii [Recombination in evolution and selections]. Moscow, Science, 400 p.

10. Dospekhov, B.A. (1985). Metodika polevogo opyta [A technique of field experience]. Moscow, Kolos, 315 p.

11. Yshchenko, V.O. (2005). Osnovy naukovih doslidzen' v agronomii': navch. posib. [Bases of scientific researches in agronomics]. Kyiv, Diy, 180 p.

12. Gopciy, T.I. (2003). Genetyko-statystychni metody selekcii': navch. posib. [Genetics-statistics methods of selection]. Kharkiv, Kharkovskiy NAU, 103 p.

13. Dubchak, O.V., Palamarchuk, L.U. (2012). Vyvchennja produktyvnosti bat'kivs'kyh komponentiv gibrydiv kormovih burjakiv [Study of efficiency of parental components of hybrids of fodder beet]. Naukovi pracj Instytutu bioenergetychnih kul'tur i cukrovih burjakiv: zb. nauk. pr. [Scientific works of Institute biopower of cultures sugar beet], no. 21, pp. 423–426.

14. Dubchak, O.V., Andryejeva, L.S., Vakulenko, P.I., Kornyeveva, M.O. (2015). Stvorennja cukrovih burjakiv novogo pokolinnja [Creating a new generation of sugar beets]. Naukovi pracj Instytutu bioenergetychnih kul'tur i cukrovih burjakiv: zb. nauk. pr. [Science works IBCSS], no. 23, pp. 90–96.

15. Kornyeveva, M.O., Andryejeva, L.S., Vakulenko, P.I., Dubchak, O.V. (2017). Stvorennja eksperymental'nyh gibrydnyh kombinacij cukrovih burjakiv za parametramy modeli gibrydu novogo pokolinnja [Creation of experimental hybrid combinations of sugar beet after parameters of model of a hybrid of new generation]. Novitni tehnologii': teorija ta praktyka: tezy dop. mizhnar. nauk.-prakt. konf. [Newest

technologies: theory and practice: abstracts of reports of the international scientific-practical conference]. Kyiv, 203 p.

16. Korniyeva, M.O., Nenka, O.V., Nenka, N.V. (2015). Dobir vysokovrozhajnyh gibrydnyh kombinacij cukrovyh burjakiv za uchastju komponentiv, ocinenyh za dialel'noju ta topkrosnymy shemamy [Selection of high-yielding hybrid combinations of sugar beets with the participation of components evaluated by diallel and topcross schemes]. Naukovi praci Instytutu bioenergetychnyh kul'tur i cukrovyh burjakiv: zb. nauk. pr. [Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets: a collection of scientific works], no. 23, pp. 101–106.

17. Ermanttraut, E.R., Topsis, T.I., Kalenska, S.M. (2014). Metodyka selekcyjnoho eksperymentu (u roslynnictvi) [Technique of selection experiment (at plant breeding)]. Kharciv, KHAU by him(it) V.V. Docuchaev, 229 p.

18. Korniyeva, M.O., Nenka, M.N., Boyko, I.I. (2013). Projav vrozhajnosti prostyh steryl'nyh gibrydiv cukrovyh burjakiv zalezno vid genotypu i ploshhi zhyvlennja [Display of productivity of simple sterile hybrids of sugar beet depending on a genotype and area of a field]. Zb. nauk. prac' UNUS [Collection of scientific works of UNUS]. Uman, no. 82, pp. 61–67.

19. Dubchak, O.V. (2021). Vyvchennja novyh kandydativ u bagatonasinni zapyljuvachi cukrovyh burjakiv za pokaznykamy produktyvnosti [Study of new candidates for multi-seed pollinators of sugar beets on productivity indicators]. Selekcijno-genetychna nauka i osvita: materialy X nauk.-prakt. konf. [Selection-genetic science and education: materials of the X scientific-practical conference]. Uman, pp. 72–77.

20. Dubchak, O.V., Andryeyeva, L.S., Vakulenko, P.I., Palamarchyk, L.Y. (2021). Produktivnist' gibrydiv cukrovyh burjakiv novogo pokolinnja [Productivity of new generation sugar beet hybrids]. Agrobiologija: zb. nauk. pr. BNAU [Agrobiology: a collection of scientific works of BNAU], no. 1, pp. 32–40.

#### **Оценка многосемянных отцовских компонентов гибридов сахарной свеклы по показателям продуктивности и созданных на их основании пробных гибридов**

**Дубчак О.В.**

В статье наведены результаты исследований по оценке многосемянных опылителей (МО) – кандидатов в отцовские компоненты гибридов и созданных с их участием новых гибридов сахарной свеклы. В основу исследований отобрали лучшие многосемянные фертильные формы по комплексу морфологических признаков с устойчивостью к стрессовым условиям среды и различными селекционно ценными свойствами. Удовлетворительные оценки по массе корнеплода получили потомки опылителей: 2RkБЗ<sub>5</sub>/C<sub>229/15</sub>–116,5 %; 3RkБЗ<sub>6</sub>/O<sub>238/15</sub>–143,4 %; 4RkБЗ<sub>7</sub>/M<sub>317/15</sub>–139,6 %; 4RkБЗ<sub>7</sub>/M<sub>321/15</sub>–122,5 % к стандарту. По содержанию сахара они находились на уровне группового стандарта и имели от 105,4 до 109,2 % при НСР<sub>0,5%</sub> = 2,4.

С целью более глубокого изучения кандидатов в МО и определения комбинационной способности, их

исследовали при гибридизации с МС тестерами по схеме «топкрос». Урожай с одного растения в среднем получили в МО 81 г со схожестью кондиционных семян (Ø3,5–5,5)–91 %, у МС тестеров 58 г и 92 % соответственно, у односемянных пробных гибридов (ОПГ) – 68 г и 94 %. Масса 1000 плодов МО в среднем составляла 16,1 г, МС тестера – 11,4 г, ОПГ – 12,3 г. Среди исследуемого селекционного материала, по оценкам показателей качества семян, отмечено присутствие ценных генотипов, для которых характерна высокая степень урожая семян, схожести, односемянности.

Изучение продуктивности ОПГ проводили в предварительном сортоиспытании. Гибрид 465 имел содержание сахара 17,38 % при урожайности 61,1 т/га, стандарт – 16,75 % и 54,2 т/га соответственно. Лучшие результаты по показателям продуктивности получили гибриды 436, 444 и 443, которые существенно превышали стандарт. Их урожайность была в пределах 62,3 и 66,6 т/га (НСР<sub>05</sub> = 1,1 %). Выделенные гибриды превышали стандарт по урожайности корнеплодов на 8,1, 12,4 и 10,2 т/га соответственно. По содержанию сахара выделились гибриды 436 (106,7 %) и 465 (103,9 %) при НСР<sub>05%</sub> = 0,3 %. По сбору сахара лучшими были гибриды 436 и 444, которые превышали групповой стандарт на 22,1 и 22,5 % соответственно (НСР<sub>05%</sub> = 0,2 %), что подтверждает высокую комбинационную способность их родительских пар.

**Ключевые слова:** селекция, генотип, сахарная свекла, гетерозис, гибрид, продуктивность.

#### **Estimation of multigerm paternal components of sugar beet hybrids on the efficiency parameters and test hybrids created on their basis**

**Dubchak O.**

The paper reveals results of research on multigerm pollinators (MP) estimation – candidates in paternal components of sugar beet hybrids and new hybrids created with their participation. The best multigerm forms with a complex of morphological attributes with stability to complex conditions of an environment and various valuable properties were selected for the research. The satisfactory estimations on weight root were observed in the the descendant pollinators: 2RkБЗ<sub>5</sub>/C<sub>229/15</sub>–116.5 %; 3RkБЗ<sub>6</sub>/O<sub>238/15</sub>–143.4 %; 4RkБЗ<sub>7</sub>/M<sub>317/15</sub>–139.6 %; 4RkБЗ<sub>7</sub>/M<sub>321/15</sub>–122.5 % to the standard. They were at a level of the group standard in the sugar contents that ranged from 105.4 up to 109.2 %.

To study the candidates in MP profoundly and define their combinational ability we investigated them in hybridization with MS tester using the "topcross" method. A yield of one plant, on the average, was received in MP 81 g with the germination capacity the standard seeds (Ø3.5–Ø5.5) – 91 %, for MS of testers 58 g and 92 % accordingly, at monogerm of trial hybrids (MTH) – 68g and 94 %. Weight on 1000 MP fruits made 16.1 on average, MS tester – 11.4 g, MTH – 12.3 g. The parameters of quality seed, reveal the presence of valuable genotypes in the researched selection material with high degree seed yield, similarity and monogerm.

New promising MTH efficiency was studied in preliminary seed-trial. The hybrid 465 contained 17.38 % sugar under productivity of 61.1 t/ha, standard – 16.75 % and 54.2 t/ha accordingly. The best results were obtained in 436, 444 and 443 hybrids, which reliably exceeded the standard in the experiment. Their productivity ranged within 62.3 and 66.6 t/ha. The investigated hybrids, have exceeded the standard on root productivity by 8.1 t/ha, 12.4 and 10.2 t/ha according-

ly. Hybrids 436 and 465 were noted for their sugar content (106.7 % and 103.9 % respectively). Hybrids 436 and 444 were the best for their sugar yield and exceeded the group the standard in the experiment by 22.1 and 22.5 % accordingly, which confirms high combinational ability of their parental pairs.

**Key words:** breeding, genotype, hybrid, sugar beet, heterozis, efficiency.



Copyright: Дубчак О.В. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:  
Дубчак О.В.

<https://orcid.org/0000-0003-1473-6935>




## АГРОНОМІЯ

УДК 633.112-024:631.8

## Формування індивідуальної продуктивності пшениці твердої озимої за її структурними складовими залежно від системи удобрення

Калантир В.В. , Господаренко Г.М. , Любич В.В. , Желєзна В.В. 

Уманський національний університет садівництва

 Любич В.В. E-mail: LyubichV@gmail.com

Калантир В.В., Господаренко Г.М., Любич В.В., Желєзна В.В. Формування індивідуальної продуктивності пшениці твердої озимої за її структурними складовими залежно від системи удобрення. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 65–74.

Kalantir V., Hospodarenko H., Liubych V., Zhelyezna V. Formation of individual productivity of winter durum wheat by its structural components depending on the fertilizer system. «Agrobiologia», 2021. no. 2, pp. 65–74.

Рукопис отримано: 18.10.2021 р.

Прийнято: 02.11.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-65-74

Індивідуальна продуктивність пшениці твердої озимої істотно змінюється залежно від системи удобрення в сівозміні, ефективність якої визначається погодними умовами вегетаційного періоду. Густота стебел, коефіцієнти кушіння істотно збільшуються від застосування повного мінерального добрива. Варіанти досліду з неповним поверненням у ґрунт винесеного з урожаєм фосфору і калію істотно не впливають на структуру врожаю. Кількість продуктивних стебел збільшувалась від 291 шт/м<sup>2</sup> у варіанті без добрив до 338 шт/м<sup>2</sup>, або на 16 % за тривалого застосування N<sub>75</sub> у польовій сівозміні, й до 397 шт/м<sup>2</sup>, або на 36 % за N<sub>150</sub>. У варіанті з тривалим застосуванням N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>40</sub> цей показник був на 19 %, а за внесення N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>80</sub> – на 43 % більшим порівняно з неудобреними ділянками. Тривале застосування азотно-калійної та азотно-фосфорної системи удобрення за впливом на структуру врожаю було на рівні варіанта внесення N<sub>150</sub>. Кількість продуктивних стебел у варіантах з неповним поверненням у ґрунт винесеного з урожаєм фосфору і калію була на рівні варіанта з повним мінеральним добривом (N<sub>150</sub>P<sub>30</sub>K<sub>40</sub>). Найвищим коефіцієнт кушіння був у фазу виходу рослин у трубку – 2,00–2,07, а до кінця вегетації знижувався. Найнижчим коефіцієнт продуктивного кушіння був у фазу повної стиглості зерна – 1,09–0,54 залежно від системи удобрення. Тенденція впливу на цей показник була подібною до густоти стебел.

Внесення 75 кг/га д. р. азотних добрив збільшує масу зерен і їх кількість в одному колосі. Підвищення їх дози до 150 кг/га д. р. зменшує продуктивність колосу. Маса 1000 зерен зменшується за всіх систем удобрення в сівозміні, однак залишається дуже високою (≥ 35 г). У середньому за два роки проведених досліджень встановлено, що маса зерна в одному колосі збільшувалась від 1,51 г у варіанті без добрив до 1,63 г, або на 8 % за тривалого застосування N<sub>75</sub>, а зменшувалась до 1,45 г, або на 4 % у варіанті внесення 150 кг/га д. р. азотних добрив. Тривале застосування N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>40</sub> не впливало на цей показник порівняно з варіантом внесення лише 75 кг/га д. р. азотних добрив. У варіанті N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>80</sub> маса зерна в одному колосі була на рівні контролю. Маса 1000 зерен пшениці твердої озимої на неудообрених ділянках була 43,0 г, а за внесення азотних добрив – 41,0–41,7 г. У 2020 р. маса 1000 зерен була більшою – 41,5–43,3 г, тимчасом у 2021 р. – 40,3–42,6 г залежно від варіанта досліду. На врожайність зерна найбільше впливала азотна складова в системі удобрення.

**Ключові слова:** пшениця тверда озима, системи удобрення, складові структури урожаю, індекс стабільності.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Урожайність пшениці твердої озимої може бути 5,70–6,50 т/га [1]. Одним із основних чинників реалізації її продуктивності є мінеральне живлення, особливо азотне. Проблема з живленням частково може бути вирішена розміщенням посівів пшениці твердої озимої

після парових попередників. За таких умов проходить накопичення в ґрунті достатньої кількості азоту мінеральних сполук [2]. Однак площа, яку займають парові попередники, незначна. Крім цього, після них зазвичай розміщують пшеницю м'яку озиму. У 2020 р. в Україні горох вирощували на площі 280 тис. га, ріпак –

1,1 млн, сою – 1,4, кукурудзу – 5,4, соняшник – на 6,2 млн га [3]. Тому озимину доводиться розміщувати після непарових попередників. Вирощування пшениці твердої навіть після гороху не забезпечує формування високої продуктивності. Одним зі способів поліпшення умов її живлення після непарових попередників є застосування азотних добрив [4]. Вивчення питання щодо формування складових продуктивності пшениці важливе для визначення ефективності застосування добрив [5].

Пшениця тверда озима добре реагує на поліпшення умов мінерального живлення. Так, за вирощування її після соняшнику врожайність зерна становила 5,02 т/га, а після чистого пару – 6,48 т/га [1]. Важливою складовою наукових досліджень щодо продуктивності рослин є визначення можливих резервів її підвищення. Підвищення продуктивності пшениці твердої можливе завдяки збільшенню індивідуальної продуктивності рослини. Встановлено, що зі збільшенням урожайності пшениці твердої маса зерна в одному колосі зменшується. Водночас геометричні параметри зернівки не змінюються. У колосі збільшується кількість зернівок з меншою масою [6]. Однак складові структури урожаю можуть збільшуватись синхронно за умови поліпшення азотного живлення на тлі зрошення. Так, в умовах Степу України пшениця тверда озима може формувати 362–420 шт/м<sup>2</sup> продуктивних стебел на неудобренних ділянках. Застосування N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub> збільшувало їх кількість до 515–626 шт/м<sup>2</sup> залежно від сорту. Маса зерна в одному колосі за таких умов збільшувалась від 0,91 до 1,00–1,02 г, кількість зерен – від 21,9–22,2 до 22,3–23,6 шт., а маса 1000 зерен – від 40,9–41,5 до 43,5–44,9 г [7]. Вчені пояснюють це тим, що після припинення осінньої вегетації пшениця озима цілком забезпечена поживними речовинами для формування зародкового колосу, кількості стебел та їх виявлення у продуктивні стебла, а також високою реалізацією продуктивних показників колосу.

Сортові особливості та умови вирощування мають значний вплив на формування складових структури урожаю. Отримання високого врожаю пшениці твердої озимої забезпечує оптимальна структура агроценозу посіву [8]. Вчені вважають [9, 10], що врожай пшениці твердої озимої формується завдяки таким складовим: густоти продуктивного стеблостою, кількості зерен у колосі та їх маси. Водночас зазначається [11, 12], що для створення високопродуктивних посівів необхідно цілеспрямовано формувати кожну складову структури урожаю. Важливо також дотримуватися синхронного розвитку стебел, колосків та інших

складових структури [13]. Чим синхронніше та інтенсивніше проходять ростові процеси на кожному етапі органогенезу, тим вища реальна їх продуктивність.

Отже, на формування продуктивності пшениці твердої впливає низка чинників. Вплив їх взаємодії на цей процес складний, тому вимагає проведення детальніших досліджень. Азотне живлення рослин є одним із вирішальних чинників формування високої продуктивності цієї культури. Управління ним необхідне для запобігання азотного дефіциту, уникнення втрат урожаю і якості зерна та забруднення навколишнього природного середовища.

**Мета дослідження** – вивчення індивідуальної продуктивності пшениці твердої озимої за її структурними елементами залежно від системи удобрення в сівозміні.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили в умовах ННБВ Уманського НУС упродовж 2020–2021 рр. У досліді пшеницю тверду озиму сорту Андромеда вирощували після сої за різних систем удобрення в польовій сівозміні, в яких варіанти застосування добрив наведено в таблицях результатів досліджень [14]. У досліді перед закладанням чорнозем опідзолений мав такі показники родючості: рН<sub>KCl</sub> = 5,7, вміст гумусу – 3,8 %, вміст азоту легкогідролізованих сполук – низький, рухомих сполук фосфору та калію – підвищений.

Урожайність визначали подільською прямим комбайнуванням, складові структури урожаю за методикою [15]. Для якісного оцінювання тісноти зв'язку використовували коефіцієнт детермінації за шкалою Чеддока: 0,1–0,3 – незначний зв'язок; 0,3–0,5 – помірний; 0,5–0,7 – істотний; 0,7–0,9 – високий; 0,9–0,99 – дуже високий; 1 – функціональний. Статистичне оброблення цифрового матеріалу здійснювали методом польового однофакторного дисперсійного аналізу польового досліді. Індекс стабільності визначали за формулою

$$SE = \frac{HE}{LE},$$

де HE – найбільший прояв ознаки;

LE – найменший прояв ознаки.

**Результати дослідження та обговорення.** Густота пшениці твердої озимої змінювалась від фази росту та розвитку рослин, удобрення та погодних умов (табл. 1). Незважаючи на затримання сходів до 25 січня в 2020 р., кількість стебел була вищою порівняно з 2021 р. Так, у фазу виходу рослин у трубку вона збільшувалась від 541 на контролі до 554 шт/м<sup>2</sup> у варіантах досліді з внесенням азотних добрив. Упро-

довж вегетаційного періоду кількість стебел зменшувалась. У фазу колосіння на неудобрених ділянках вона становила 301 шт/м<sup>2</sup> та збільшувалась до 343–350 за внесення 75 кг/га д. р. азотних добрив і до 406–419 шт/м<sup>2</sup> у варіанті досліді з тривалим застосуванням 150 кг/га д. р. азотних добрив. Слід відзначити, що тривале застосування P<sub>60</sub>K<sub>80</sub> істотно не впливало на формування густоти стебел пшениці твердої озимої. Однак на їх тлі азотні добрива сприяли збільшенню кількості стебел. Так, кількість продуктивних стебел збільшувалась від 291 шт/м<sup>2</sup> у варіанті без добрив до 338 шт/м<sup>2</sup>, або на 16 % за тривалого застосування N<sub>75</sub>, і

до 397 шт/м<sup>2</sup>, або на 36 % за внесення N<sub>150</sub>. У варіанті з тривалим застосуванням у сівозміні N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>40</sub> цей показник був на 19 %, а за внесення N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>80</sub> – на 43 % більшим порівняно з неудобреними ділянками. Тривале застосування азотно-калійної та азотно-фосфорної системи удобрення було на рівні варіанта внесення N<sub>150</sub>. Кількість продуктивних стебел у варіантах з неповним поверненням у ґрунт винесеного з урожаєм фосфору і калію була на рівні варіанта з повним мінеральним добривом, а непродуктивних стебел – зменшувалась від 9 шт/м<sup>2</sup> у варіанті без добрив до 2–8 шт/м<sup>2</sup> залежно від системи удобрення в сівозміні.

Таблиця 1 – Густина пшениці твердої озимої за різних систем удобрення, шт/м<sup>2</sup>

Варіант досліді	Фаза росту та розвитку рослин				
	ВВСН 30	ВВСН 50	ВВСН 92		
			1	2	3
2020 р.					
Без добрив (контроль)	541	301	300	291	9
N <sub>75</sub>	554	343	342	338	4
N <sub>150</sub>	554	406	405	397	8
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	541	302	300	295	5
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	554	409	408	404	4
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	554	416	414	408	6
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	554	351	350	346	4
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	554	418	417	415	2
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	554	419	418	410	8
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	554	412	410	404	6
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	554	410	409	401	8
<i>HIP</i> <sub>05</sub>	26	19	18	16	1
2021 р.					
Без добрив (контроль)	413	255	254	239	15
N <sub>75</sub>	439	264	263	251	12
N <sub>150</sub>	535	313	312	304	8
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	422	259	257	245	12
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	538	319	318	310	8
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	535	325	324	318	6
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	462	282	280	274	6
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	540	328	327	320	7
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	538	319	318	310	8
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	540	328	326	319	7
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	538	326	325	317	8
<i>HIP</i> <sub>05</sub>	27	16	16	15	1

**Примітка:** 1 – загальна кількість стебел, 2 – кількість продуктивних стебел, 3 – непродуктивних.

У 2021 р. густина пшениці твердої озимої була меншою порівняно з 2020 р. упродовж усього вегетаційного періоду. Водночас тенденція впливу різних систем удобрення була подібною до 2020 р. Кількість продуктивних стебел збільшувалась від 239 шт/м<sup>2</sup> у варіанті без добрив до 251–320 шт/м<sup>2</sup> за тривалого застосування добрив у сівозміні. Однак цей показник був на 18–23 % меншим порівняно з 2020 р. Отже, найбільше на формування густоти пшениці твердої озимої впливає азотна складова повного мінерального добрива.

Найвищим коефіцієнт кущіння був у фазу виходу рослин у трубку – 2,0–2,07 (табл. 2). До

закінчення вегетації він знижувався. Найнижчим був коефіцієнт продуктивного кущіння у фазу повної стиглості зерна – 1,09–0,54 залежно від системи удобрення. Тенденція впливу на цей показник була подібною до густоти стебел. Слід відзначити, що в 2020 р. було 267 шт/м<sup>2</sup> рослин, а в 2021 р. – 195 шт/м<sup>2</sup>. Тому коефіцієнт кущіння в 2020 р. був нижчим порівняно з 2021 р. У 2021 р. коефіцієнт кущіння у фазу виходу рослин у трубку був вищим порівняно з 2020 р. – 2,12–2,77, або на 4–34 %. Коефіцієнт продуктивного кущіння збільшувався від 1,23 у варіанті без добрив до 1,29–1,64 залежно від системи удобрення, або на 5–33 %.

Таблиця 2 – Коефіцієнти кущіння пшениці твердої озимої за різних систем удобрення

Варіант досліджу	Фаза росту та розвитку рослин			
	ВВСН 30	ВВСН 50	ВВСН 92	
			1	2
2020 р.				
Без добрив (контроль)	2,03	1,13	1,12	1,09
N <sub>75</sub>	2,07	1,28	1,28	1,27
N <sub>150</sub>	2,07	1,52	1,52	1,49
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	2,03	1,13	1,12	1,10
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	2,07	1,53	1,53	1,51
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	2,07	1,56	1,55	1,53
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	2,07	1,31	1,31	1,30
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	2,07	1,57	1,56	1,55
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	2,07	1,57	1,57	1,54
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	2,07	1,54	1,54	1,51
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	2,07	1,54	1,53	1,50
<i>NIP<sub>05</sub></i>	0,11	0,07	0,07	0,06
2021 р.				
Без добрив (контроль)	2,12	1,31	1,30	1,23
N <sub>75</sub>	2,25	1,35	1,35	1,29
N <sub>150</sub>	2,74	1,61	1,60	1,56
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	2,16	1,33	1,32	1,26
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	2,76	1,64	1,63	1,59
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	2,74	1,67	1,66	1,63
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	2,37	1,45	1,44	1,41
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	2,77	1,68	1,68	1,64
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	2,76	1,64	1,63	1,59
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	2,77	1,68	1,67	1,64
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	2,76	1,67	1,67	1,63
<i>NIP<sub>05</sub></i>	0,13	0,07	0,07	0,06

Примітка: коефіцієнт кущіння: 1 – загальний, 2 – продуктивний.

У середньому за два роки проведених досліджень встановлено, що маса зерна в одному колосі збільшувалась від 1,51 г у варіанті без добрив до 1,63 г, або на 8 % за тривалого застосування  $N_{75}$ , а зменшувалась до 1,45 г, або на 4 % у варіанті внесення 150 кг/га д. р. азотних добрив (табл. 3). Тривале застосування  $N_{75}P_{30}K_{40}$  у польовій сівозміні не впливало на цей показник порівняно з варіантом внесення лише 75 кг/га д. р. азотних добрив. У варіанті  $N_{150}P_{60}K_{80}$  маса зерна в одному колосі була на рівні контролю. У варіантах з неповним поверненням у ґрунт винесеного з урожаєм фосфору і калію вона була на 1–4 % меншою порівняно з варіантом без добрив. Слід відзначити, що тривале застосування фосфорних і калійних добрив у сівозміні збільшувало масу зерна в одному колосі на 6 %. Індекс стабільності за таких умов цьому знижувався від 1,34 до 1,41–1,59 залежно від системи удобрення.

Несприятливі погодні умови 2020 р. (низька температура повітря у фазу виходу рослин у трубку, мінусові температури повітря під час росту рослин у фазу ВВСН 33, менша кількість опадів упродовж вегетаційного періоду – 218 мм) знижували урожайність пшениці твердої озимої. У зв'язку з цим маса зерна в одному колосі була від 1,13 до 1,33, однак застосування азотних добрив істотно зменшувало її. Сприятливіша температура повітря і більша кількість опадів у вегетаційний період 2021 р. (243,4 мм) сприяли формуванню більшої маси зерна в одному колосі на 34–57 % залежно від варіанта дослідження. Застосування різних систем

удобрення в сівозміні істотно збільшувало цей показник за тривалого внесення  $N_{75}$ , а в решті варіантах він не змінювався порівняно з контролем.

Тенденція формування кількості зерен в одному колосі була подібною до показника маси зерна в одному колосі. Так, у середньому за два роки проведених досліджень вона збільшувалась від 35,2 до 39,2 шт., або на 11 % за тривалого застосування лише 75 кг/га д. р. азотних добрив (табл. 4). Внесення найбільшої дози азотних добрив на тлі фосфорних і калійних не змінювало кількості зерен в одному колосі – 35,3–36,6 шт., індекс стабільності становив 1,43–1,68.

За сприятливіших погодних умов 2021 р. кількість зерен в одному колосі збільшувалась від 40,7 до 47,8 шт. за внесення  $N_{75}$ , або на 17 %, і до 42,9 шт. у варіанті дослідження  $N_{150}$ , або на 5 %. У варіантах застосування 150 кг/га д. р. азотних добрив на тлі фосфорних і калійних їх було 43,7–45,9 шт., або на 5–13 % більше порівняно з контролем. За погодних умов 2020 р. застосування лише 75 кг/га д. р. азотних добрив сприяло істотному збільшенню кількості зерен в одному колосі – до 30,6 шт., або на 3 %, а в решті варіантах застосування 150 кг/га д. р. азотних добрив їх кількість істотно зменшувалась до 26,9–27,3 шт. Слід відзначити, що тривале застосування у сівозміні  $P_{60}K_{80}$  без азотних добрив не зменшувало кількості зерен в одному колосі порівняно з неудобреними ділянками і було на рівні 30,2–43,2 шт. залежно від року проведення дослідження.

Таблиця 3 – Маса зерна в одному колосі пшениці твердої озимої за різних систем удобрення, г

Варіант дослідження	Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2020	2021		
Без добрив (контроль)	1,29	1,73	1,51	1,34
$N_{75}$	1,27	1,98	1,63	1,56
$N_{150}$	1,14	1,75	1,45	1,54
$P_{60}K_{80}$	1,33	1,87	1,60	1,41
$N_{150}K_{80}$	1,14	1,74	1,44	1,53
$N_{150}P_{60}$	1,14	1,81	1,48	1,59
$N_{75}P_{30}K_{40}$	1,27	1,96	1,62	1,54
$N_{150}P_{60}K_{80}$	1,16	1,85	1,51	1,59
$N_{150}P_{30}K_{40}$	1,13	1,77	1,45	1,57
$N_{150}P_{60}K_{40}$	1,15	1,83	1,49	1,59
$N_{150}P_{30}K_{80}$	1,16	1,77	1,47	1,53
$НІР_{05}$	0,06	0,09	–	–

Таблиця 4 – Кількість зерен в одному колосі пшениці твердої озимої за різних систем удобрення, шт.

Варіант досліджу	Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2020	2021		
Без добрив (контроль)	29,7	40,7	35,2	1,37
N <sub>75</sub>	30,6	47,8	39,2	1,56
N <sub>150</sub>	27,6	42,9	35,3	1,55
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	30,2	43,2	36,7	1,43
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	27,1	42,5	34,8	1,57
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	26,9	44,8	35,9	1,67
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	30,2	47,8	39,0	1,58
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	27,3	45,9	36,6	1,68
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	26,9	43,7	35,3	1,62
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	27,1	45,2	36,2	1,67
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	27,5	43,7	35,6	1,59
<i>HIP</i> <sub>05</sub>	1,4	2,3	–	–

Маса 1000 зерен пшениці твердої озимої як у середньому, так і за роки проведення досліджень зменшувалась, однак індекс стабільності був на рівні 1,00–1,06 (табл. 5). На неудо-бренних ділянках вона була 43,0 г, а за внесення азотних добрив – 41,0–41,7 г залежно від варіанта досліджу. Слід відзначити, що лише тривале застосування фосфорних і калійних добрив не зменшувало цього показника. У 2020 р. маса

1000 зерен була більшою – 41,5–43,3 г, тимчасом у 2021 р. – 40,3–42,6 г залежно від варіанта досліджу.

Для пшениці дуже високою вважається маса 1000 зерен > 35 г, високою – 30–35, середньою – 27–30, низькою < 27 г [82]. Отже, маса 1000 зерен пшениці твердої озимої була дуже високою як у середньому, так і за роками проведення досліджень.

Таблиця 5 – Маса 1000 зерен пшениці твердої озимої за різних систем удобрення, г

Варіант досліджу	Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2020	2021		
Без добрив (контроль)	43,3	42,6	43,0	1,02
N <sub>75</sub>	41,5	41,5	41,5	1,00
N <sub>150</sub>	41,3	40,7	41,0	1,01
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	43,9	43,4	43,7	1,01
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	42,1	40,9	41,5	1,03
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	42,3	40,3	41,3	1,05
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	42,2	41,1	41,7	1,03
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	42,6	40,3	41,5	1,06
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	42,0	40,6	41,3	1,03
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	42,5	40,4	41,5	1,05
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	42,3	40,6	41,5	1,04
<i>HIP</i> <sub>05</sub>	2,1	1,9	–	–

Урожайність зерна пшениці твердої озимої змінювалась залежно від системи удобрення в польовій сівозміні (табл. 6). Так, у середньому за два роки проведення досліджень вона збільшувалась від 3,61 т/га на неудобрених ділянках до 4,24 т/га, або на 17 % за тривалого застосування  $N_{75}$ , і до 4,51 т/га, або на 25 % за  $N_{150}$ . У варіанті внесення  $N_{75}P_{30}K_{40}$  урожайність збільшувалась до 4,45 т/га, або на 23 %, а за подвійної дози ( $N_{150}P_{60}K_{80}$ ) – до 4,88 т/га, або на 35 %. У варіантах з неповним поверненням у ґрунт виносеного з урожаєм фосфору і калію вона була на рівні 4,57–4,80 т/га. Слід відзначити, що застосування лише фосфорних і калійних добрив найменше впливало на врожайність, підвищуючи її лише на 6 % порівняно з контролем. Індекс стабільності за таких умов знижувався від 1,14 до 1,29.

рослин у 2020 р. не було, оскільки зима була з меншими мінусовими температурами. Крім цього, попередніми дослідженнями встановлено [16], що рослинні рештки сої мають високу алелопатичну здатність на насінні властивості зерна пшениці. Інтенсивне кушіння наповесні рослин пшениці твердої озимої в 2021 р. забезпечило вищий коефіцієнт кушіння порівняно з 2020 р. Маса зерен в одному колосі і маса 1000 зерен зменшувалась завдяки збільшенню кількості продуктивних стебел, оскільки зменшувалась площа живлення рослин. У дослідженнях інших вчених [17], маса 1000 зерен також зменшувалась з поліпшенням азотного живлення рослин пшениці твердої. Однак урожайність за таких умов не зменшувалась. Очевидно, що вона збільшувалась завдяки іншим елементам індивідуальної продуктивності [18]. В агротех-

Таблиця 6 – Урожайність зерна пшениці твердої озимої за різних систем удобрення, т/га

Варіант досліду	Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2020	2021		
Без добрив (контроль)	3,37	3,85	3,61	1,14
$N_{75}$	3,90	4,57	4,24	1,17
$N_{150}$	4,06	4,95	4,51	1,22
$P_{60}K_{80}$	3,53	4,19	3,86	1,19
$N_{150}K_{80}$	4,12	5,02	4,57	1,22
$N_{150}P_{60}$	4,18	5,23	4,71	1,25
$N_{75}P_{30}K_{40}$	3,98	4,92	4,45	1,24
$N_{150}P_{60}K_{80}$	4,31	5,45	4,88	1,26
$N_{150}P_{30}K_{40}$	4,13	5,10	4,62	1,23
$N_{150}P_{60}K_{40}$	4,18	5,41	4,80	1,29
$N_{150}P_{30}K_{80}$	4,16	5,23	4,70	1,26
$HP_{05}$	0,20	0,26	–	–

Урожайність зерна за сприятливіших погодних умов у 2021 р. була більшою на 14–26 % порівняно з 2020 р. Водночас ефективність удобрення також була різною. Так, у 2021 р. приріст урожайності зерна був від 0,72 до 1,60 т/га, а в 2020 р. – від 0,53 до 0,94 т/га залежно від системи удобрення в сівозміні.

Формування індивідуальної продуктивності змінювалось залежно від погодних умов і систем удобрення в сівозміні. Так, у 2020 р. було 267 шт/м<sup>2</sup> рослин, тому кількість стебел була більшою. У 2021 р. пшениця зійшла наприкінці третьої декади листопада. Взимку за мінусових температур певна частина рослин загинула, тому було лише 195 шт/м<sup>2</sup> рослин. Вимерзання

нології пшениці твердої основною складовою є застосування азотних добрив [19, 20]. Урожайність пшениці твердої може змінюватись від 1,88 до 8,57 т/га залежно від абіотичних і біотичних чинників [18]. Результати кореляційного аналізу підтверджують, що між масою 1000 зерен і густотою продуктивних стебел існує обернений високий зв'язок ( $r = -0,85$ ), а з масою зерна в одному колосі – обернений дуже високий ( $r = -0,96$ ). Між кількістю зерен в одному колосі та густотою продуктивних стебел встановлено обернений помірний кореляційний зв'язок ( $r = -0,35$ ), між масою 1000 зерен, масою зерна в одному колосі та кількістю зерен в одному колосі – прямий помірний (відповідно  $r = 0,45$  і  $r = 0,34$ ).

**Висновки.** Індивідуальна продуктивність пшениці твердої озимої істотно змінюється залежно від системи удобрення в сівозміні, ефективність якої визначається погодними умовами вегетаційного періоду. Густота стебел, коефіцієнти кушіння істотно збільшуються від доз і поєднання видів мінеральних добрив. Варіанти досліду з неповним поверненням у ґрунт винесеного з урожаєм фосфору і калію істотно не впливають на структурні складові врожаю. Маса зерен і їх кількість в одному колосі збільшуються за внесення 75 кг/га д. р. азотних добрив. Підвищення їх дози до 150 кг/га д. р. зменшує продуктивність колосу. Маса 1000 зерен зменшується за всіх систем удобрення в сівозміні, однак залишається дуже високою ( $\geq 35$  г). На врожайність зерна найбільше впливає азотна складова системи удобрення.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Попов А.С. Сроки посева твердой озимой пшеницы. Зерновое хозяйство России. 2019. №6. С. 28–32.
2. Самофалова Н.Е., Дубинина О.А., Самофалов А.П., Иличкина Н.П. Роль метеофакторов в формировании продуктивности озимой твердой пшеницы. Зерновое хозяйство России. 2019. № 5(65). С. 18–23.
3. Мінекономіки: Посівна 2020 на завершальній стадії. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/minekonomiki-posivna-2020-na-zavershalnij-stadiyi>.
4. Любич В.В. Хлібопекарські властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив. Вісник Дніпропетровського ДАЕУ. 2017. № 2. С. 35–41.
5. Nelson K.A., Motavalli P.P., Nathan M. Nitrogen fertilizer sources and application timing affects wheat and inter-seeded red clover yields on claypan soils. *Agronomy*. 2014. Vol. 4. P. 497–513.
6. Ferrante A., Savin R., Slafer G. Relationship between fruiting efficiency and grain weight in durum wheat. *Field Crops Research*. 2015. Vol. 177. P. 145–156.
7. Базалій В.В., Панкєєв С.В., Карашук Г.В. Урожайність зерна сортів пшениці озимої м'якої та твердої залежно від фону живлення в умовах зрошення півдня України. Таврійський науковий вісник. 2013. Вип. 84. С. 3–10.
8. On problem of establishing the intensity level of crop variety and its yield value subject to the environmental conditions and constraints / Kharchenko O. et al. *AgroLife scientific journal*. 2019. Vol. 8. № 1. P. 113–119.
9. Almaliev M., Kostadinova S., Panayotova G. Effect of fertilizing systems on the phosphorus efficiency indicators at durum wheat. *Agriculture&Forestry*. 2014. Vol. 60 (4). P. 127–134.
10. Effect of nitrogen fertilization on grain protein content, nitrogen uptake, and nitrogen use efficiency of six spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in relation to estimated moisture supply / Gauer L. et al. *Can. J. Plant Sci.* 1992. Vol. 72. P. 235–241.
11. Correlation, Path Analysis and Stepwise Regression in Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) under Rainfed

Conditions / Hannachi A. et al. *Journal of Agriculture and Sustainability*. 2013. Vol. 3(2). P. 122–131.

12. Slafer G.A., Savin R., Sandras V.O. Coarse and fine regulation of wheat yield components in response to genotype and environment. *Field Crop Res.* 2014. Vol. 157. P. 71–83.

13. Genetic variability, correlation and path analysis in durum wheat germplasm (*Triticum durum* Desf.) / Tsegaye D. et al. *Agricultural Research and Reviews*. 2012. Vol. 1(4). P. 107–112.

14. Стаціонарні польові досліди України: реєстр атестатів. Київ: Аграрна наука, 2014. 146 с.

15. Основи наукових досліджень в агрономії / Єщенко В.О. та ін. Вінниця: ПП «ТД Едельвейс і К», 2014. 332 с.

16. Господаренко Г.М., Любич В.В. Алелопатія рослинних решток на посівні властивості зерна пшениці м'якої озимої. Збірник Уманського НУС. 2021. Вип. 98. С. 246–254.

17. Panayotova G., Kostadinova S., Valkova N. Durum wheat quality as affected by genotype and nitrogen. *Agronomy*. 2015. Vol. 58. P. 277–283.

18. Rustamov Kh.N., Akparov Z.I., Abbasov M.A. Adaptive potential of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) varieties of Azerbaijan. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2020. Vol. 181(4). P. 9–15.

19. Mahmud A.A. Growth, yield and its attributes of durum wheat as affected by sowing dates and seeding rates under Libyan conditions. *Alexandria Science Exchange Journal*. 2021. Vol. 42, No. 2. P. 540–545.

20. Yasser A.M. Hefny Response of some durum wheat genotypes (*Triticum durum* Desf.) for potassium fertilization levels in newly reclaimed soil. *Scientific Journal of Agricultural Sciences*. 2021. Vol. 3 (1). P. 66–78.

#### REFERENCES

1. Popov, A.S. (2019). Sroki poseva tverdoj ozimoj pshenicy [Time of sowing solid winter wheat]. *Zernovoe khoziaistvo Rossy* [Grain farming of Russia], no. 6, pp. 28–32.
2. Samofalova, N.E., Dubinina, O.A., Samofalov, A.P., Ilichkina, N.P. (2019). Rol' meteofaktorov v formirovanii produktivnosti ozimoj tverdoj pshenicy [The role of meteorofactors in the formation of the productivity of winter solid wheat]. *Zernovoe khoziaistvo Rossy* [Grain farming of Russia]. Vol. 5 (65), pp. 18–23.
3. Minekonomiky: Posivna 2020 na zavershalnij stadii [Ministry of Economy: Sowing 2020 is in its final stages.]. Available at: <https://www.kmu.gov.ua/news/minekonomiki-posivna-2020-na-zavershalnij-stadiyi>.
4. Liubych, V.V. (2017). Hlibopekars'ki vlastyvoli zerna sortiv pshenicy ozymoї zalezno vid vydiv, norm i strokiv zastosuvannja azotnyh dobryv [Bread properties of grain of wheat varieties of winter depending on types, norms and terms of nitrogen fertilizer application]. *Visnyk Dnipropetrovs'kogo DAEU* [Bulletin of Dnipropetrovs'k State Technical University]. Vol. 2, pp. 35–41.
5. Nelson, K.A., Motavalli, P.P., Nathan, M. (2014). Nitrogen fertilizer sources and application timing affects wheat and inter-seeded red clover yields on claypan soils. *Agronomy*. Vol. 4, pp. 497–513.
6. Ferrante, A., Savin, R., Slafer, G. (2015). Relationship between fruiting efficiency and grain weight in durum wheat. *Field Crops Research*. Vol. 177, pp. 145–156.



7. Basaliy, V.V., Pankeev, S.V., Karushchuk, G.V. (2013). Urozhajnist' zerna sortiv pshenyци ozymoї' m'jakoi' ta tverdoi' zalezno vid fonu zhyvlenja v umovah zroshennja pivdnja Ukrai'ny [Vintage grain of winter wheat varieties of soft and solid depending on the power supply in the conditions of irrigation of the south of Ukraine]. Tavriskyi naukovyi visnyk [Taurian Scientific Bulletin]. Vol. 84, pp. 3–10.

8. Kharchenko, O., Zakharchenko, E., Kovalenko, I., Prasol, V., Pshychenko, O., Mishchenko, Y. (2019). On problem of establishing the intensity level of crop variety and its yield value subject to the environmental conditions and constraints. *AgroLife scientific journal*. Vol. 8, pp. 113–119.

9. Almaliev, M., Kostadinova, S., Panayotova, G. (2014). Effect of fertilizing systems on the phosphorus efficiency indicators at durum wheat. *Agriculture & Forestry*. Vol. 60(4), pp. 127–134.

10. Gauer, L., Grant, C.A., Geht, D.T., Bailey, L.D. (1992). Effect of nitrogen fertilization on grain protein content, nitrogen uptake, and nitrogen use efficiency of six spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in relation to estimated moisture supply. *Can. J. Plant Sci.* Vol. 72, pp. 235–241.

11. Hannachi, A., Fellahi, Z.A., Bouzerzour, H., Boutekrabt, A. (2013). Correlation, Path Analysis and Stepwise Regression in Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) under Rainfed Conditions. *Journal of Agriculture and Sustainability*. Vol. 3(2), pp. 122–131.

12. Slafer, G.A., Savin, R., Sandras, V.O. (2014). Coarse and fine regulation of wheat yield components in response to genotype and environment. *Field Crop Res.* Vol. 157, pp. 71–83.

13. Tsegaye, D., Dessalegn, T., Dessalegn, E., Share, G. (2012). Genetic variability, correlation and path analysis in durum wheat germplasm (*Triticum durum* Desf.). *Agricultural Research and Reviews*. Vol. 1(4), pp. 107–112.

14. Stacionarni pol'ovi doslidy Ukrai'ny: rejestr atestativ [Stationary field experiments of Ukraine: register of certificates]. Kyiv, Agrarian Science, 2014, 146 p.

15. Yeshchenko, V.O., Kopitko, P.G., Kostogriz, P.V., Oproshko, V.P. (2014). Osnovy naukovykh doslidzen' v agronomii' [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Vinnitsa, PP TD Edelweiss and K, 332 p.

16. Hospodarenko, G.M., Liubych, V.V. (2021). Alelopatija roslynnykh reshtok na posivni vlastyivosti zerna pshenyци m'jakoi' ozymoї' [Alelopathy of plant residues on sowing properties of grain of soft winter wheat]. *Zbirnyk Umanskoho NUS [A collection of Uman Nes]*. Vol. 98, pp. 246–254.

17. Panayotova, G., Kostadinova, S., Valkova, N. (2015). Durum wheat quality as affected by genotype and nitrogen. *Agronomy*. Vol. 58, pp. 277–283.

18. Rustamov, Kh.N., Akparov, Z.I., Abbasov, M.A. (2020). Adaptive potential of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) varieties of Azerbaijan. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. Vol. 181(4), pp. 9–15.

19. Mahmud, A.A. (2021). Growth, yield and its attributes of durum wheat as affected by sowing dates and seeding rates under Libyan conditions. *Alexandria Science Exchange Journal*. Vol. 42, no.2, pp. 540–545.

20. Yasser, A.M. (2021). Hefny Response of some durum wheat genotypes (*Triticum durum* Desf.) for potassium fertilization levels in newly reclaimed soil. *Scientific Journal of Agricultural Sciences*. Vol. 3 (1), pp. 66–78.

### Формирование индивидуальной продуктивности пшеницы твердой озимой по ее структурным составляющим в зависимости от системы удобрения

Калантир В.В., Господаренко Г.Н., Любич В.В., Железная В.В.

Индивидуальная продуктивность пшеницы твердой озимой существенно изменяется в зависимости от системы удобрения в севообороте, эффективность которой определяется погодными условиями вегетационного периода. Количество стеблей, коэффициенты кущения существенно увеличиваются от применения полного минерального удобрения. Варианты опыта с неполным возвратом в почву вынесенного с урожаями фосфора и калия существенно не влияют на структуру урожая. Количество продуктивных стеблей увеличивалось от 291 шт/м<sup>2</sup> в варианте без удобрений до 338 шт/м<sup>2</sup>, или на 16 % при длительном применении N<sub>75</sub> в полевом севообороте, и до 397 шт/м<sup>2</sup>, или на 36 % при N<sub>150</sub>. В варианте с длительным применением N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>40</sub> этот показатель был на 19 %, а при внесении N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>80</sub> – на 43 % больше по сравнению с неудобренными участками. Длительное применение азотно-калийной и азотно-фосфорной системы удобрения по влиянию на структуру урожая было на уровне варианта внесения N<sub>150</sub>. Количество продуктивных стеблей в вариантах с неполным возвратом в почву вынесенного с урожаями фосфора и калия было на уровне варианта с полным минеральным удобрением (N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>80</sub>). Высоким коэффициент кущения был в фазу выхода растений в трубку – 2,00–2,07, а к концу вегетации снижался. Низким коэффициент продуктивного кущения был в фазу полной спелости зерна – 1,09–0,54 в зависимости от системы удобрения. Тенденция влияния на этот показатель была подобна густоте стеблей. Внесение 75 кг/га д. в. азотных удобрений увеличивает массу зерен и их количество в одном колосе. Повышение их дозы до 150 кг/га д. в. уменьшает продуктивность колоса. Масса 1000 зерен уменьшается при всех системах удобрения в севообороте, однако остается очень высокой (≥ 35 г). В среднем за два года проведенных исследований установлено, что масса зерна в одном колосе увеличивалась от 1,51 г в варианте без удобрений до 1,63 г, или на 8 % при длительном применении N<sub>75</sub>, а уменьшалась до 1,45 г, или на 4 % в варианте внесения 150 кг/га д. в. азотных удобрений. Длительное применение N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>40</sub> не влияло на этот показатель по сравнению с вариантом внесения лишь 75 кг/га д. в. азотных удобрений. В варианте N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>80</sub> масса зерна в одном колосе была на уровне контроля. Масса 1000 зерен пшеницы твердой озимой на неудобренных участках была 43,0 г, а при внесении азотных удобрений – 41,0–41,7 г. В 2020 г. масса 1000 зерен была больше – 41,5–43,3 г, тогда как в 2021 г. – 40,3–42,6 г в зависимости от варианта опыта. На урожайность зерна больше влияла азотная составляющая в системе удобрения.

**Ключевые слова:** пшеница твердая озимая, системы удобрения, составляющие структуры урожая, индекс стабильности.

### Formation of individual productivity of winter durum wheat by its structural components depending on the fertilizer system

Kalantir V., Hospodarenko H., Liubych V., Zhelezna V.

The individual productivity of winter durum wheat varies significantly depending on the fertilizer system in crop rotation, the effectiveness of which is determined

by the weather conditions of the growing season. Stem density, tillering coefficients increase significantly due to the application of complete fertilizer. Variants of the experiment with incomplete return of phosphorus and potassium removed with crops do not significantly affect the structure of the crop. The amount of productive stems increased from 291 pcs/m<sup>2</sup> in the version without fertilizers to 338 pcs/m<sup>2</sup> or by 16 % for prolonged use of N<sub>75</sub> in field crop rotation and to 397 pcs/m<sup>2</sup>, or by 36 % for N<sub>150</sub>. In the version with prolonged use of N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>40</sub>, this figure was 19 %, and with the application of N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>80</sub> – 43 % higher compared to unfertilized sites. Prolonged use of nitrogen-potassium and nitrogen-phosphorus fertilizer system in terms of the impact on the structure of the crop was at the level of the N<sub>150</sub> application option. The number of productive stems in versions with incomplete return to the soil of phosphorus and potassium removed with crops was at the level of the variant with complete fertilizer (N<sub>150</sub>P<sub>30</sub>K<sub>40</sub>). The highest tillering coefficient was in the phase of plants entering the tube – 2.00–2.07, and by the end of the growing season it was decreasing. The lowest coefficient of productive tillering was at fully ripe stage of grain – 1.09–0.54 depending on the fertilizer system. The tendency to influence this indicator was similar to the density of stems.

Application of 75 kg a.i./ha of nitrogen fertilizers increases the weight of grains and their number per ear. Increasing their dose up to 150 kg a.i./ha reduces the productivity of the ear. The weight of 1000 grains decreases for all fertilizer systems in crop rotation, but remains very high ( $\geq 35$  g). On average over two years of research it was found that the weight of grain from one ear increased from 1.51 g in the version without fertilizers to 1.63 g or by 8 % with prolonged use of N<sub>75</sub>, and decreased to 1.45 g, or by 4 % in the version of application of 150 kg a.i./ha of nitrogen fertilizers. Prolonged use of N<sub>75</sub>P<sub>30</sub>K<sub>40</sub> did not affect this figure compared to the option of applying only 75 kg a.i./ha of nitrogen fertilizers. In the N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>80</sub> version, the grain weight from one ear was at the control level. The weight of 1000 grains of winter durum wheat in unfertilized sites was 43.0 g, and with the application of nitrogen fertilizers was 41.0–41.7 g. In 2020, the weight of 1000 grains was larger and made 41.5–43.3 g, while in 2021 – 40.3–42.6 g, depending on the version of the experiment. Grain yield was most affected by the nitrogen component in the fertilizer system.

**Key words:** winter durum wheat, fertilizer systems, components of crop structure, stability index.



Copyright: Калантир В.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Калантир В.В.

Господаренко Г.М.

Любич В.В.

Желєзна В.В.

<https://orcid.org/0000-0002-6768-0253>

<https://orcid.org/0000-0002-6495-2647>


<https://orcid.org/0000-0003-4100-9063>

<https://orcid.org/0000-0002-1874-2155>

## АГРОНОМІЯ

УДК 633.111:631.527.5/528.1

## Зав'язування зерен *Triticum aestivum* L. залежно від умов року за схрещування сортів із 1AL.1RS та 1BL.1RS транслокаціями

Кириленко В.В.<sup>1</sup> , Гуменюк О.В.<sup>1</sup> , Дубовик Н.С.<sup>2</sup> , Сабадин В.Я.<sup>2</sup> ,Трохимчук А.Ф.<sup>2</sup>, Терещенко Д.О.<sup>2</sup>, Береза І.С.<sup>2</sup>, Шквара О.В.<sup>2</sup><sup>1</sup> Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН України<sup>2</sup> Білоцерківський національний аграрний університет Сабадин В.Я. E-mail: valia.sabadyn@btsau.edu.ua

Кириленко В.В., Гуменюк О.В., Дубовик Н.С., Сабадин В.Я., Трохимчук А.Ф., Терещенко Д.О., Береза І.С., Шквара О.В. Зав'язування зерен *Triticum aestivum* L. залежно від умов року за схрещування сортів із 1AL.1RS та 1BL.1RS транслокаціями. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 75–83.

Kyrylenko V., Humeniuk O., Dubovyk N., Sabadyn V., Trokhymchuk A., Tereshchenko D., Bereza I., Shkvara O. *Triticum aestivum* L. grain formation depending on the conditions of the year when crossing varieties with 1AL.1RS and 1BL.1RS translocations. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 75–83.

Рукопис отримано: 25.10.2021 р.

Прийнято: 09.11.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-75-83

Проведено дослідження батьківських компонентів пшениці м'якої озимої селекції Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України та Інституту фізіології рослин і генетики НАН України. Виявлено залежність зав'язування гібридного насіння пшениці м'якої озимої від впливу умов року та наявності пшенично-житніх транслокацій 1AL.1RS та 1BL.1RS у батьківських компонентів. За результатами дисперсійного аналізу встановлено, що в польових умовах ефективність схрещування та відсоток зав'язування зерна істотно залежали від взаємодії чинників (47,7 %,  $p \leq 0,05$ ), погодних умов року (30,4 %) і генотипу сорту (21,5 %) та неістотно (0,4 %) – від неврахованих чинників. У групі схрещувань 1BL.1RS / 1BL.1RS середній показник відсотка зав'язування був найбільшим впродовж 2016–2021 рр. – від 39,6 до 55,3 %, а в несприятливому 2019 р. був найнижчим – 31,4 %. Максимальні середні показники за роки досліджень (48,3 %) і в сприятливих погодних умовах 2017 р. (68,3 %) одержали в схрещуваннях за використання як материнської форми сорту Світанок Миронівський 1BL.1RS, а мінімальні (37,1 і 45,2 %) – сорту Калинова 1BL.1RS. Кращими за середнім відсотком зав'язування були гібридні комбінації: Світанок Миронівський / Калинова (56,1 %), Легенда Миронівська / Калинова (54,6 %), Золотоколоса / Світанок Миронівський (53,3 %), Легенда Миронівська / Експромт (52,4 %), Колумбія / Золотоколоса (48,1 %), Світанок Миронівський / Легенда Миронівська (47,6 %) і Світанок Миронівський / Золотоколоса (46,4 %)

**Ключові слова:** пшениця м'яка озима, пшенично-житні транслокації, зав'язуваність, погодні умови, генотип.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Основними вимогами до пшениці є технологічність сорту та його властивість протистояти несприятливим умовам вирощування без втрати генетичної здатності формувати високий урожай зерна. Значний резерв цінних господарських ознак пшениці м'якої озимої зосереджений у генофонді близько споріднених видів і родів. Сорти з пшенично-житньою транслокацією характеризуються високим адаптивним потенціалом, підвище-

ною врожайністю, збільшенням вмісту білка в зерні, можуть бути більш посухостійкими [1–3]. Широко поширені сорти м'якої пшениці з транслокацією 1BL.1RS, 1AL.1RS, а також заміщенням хромосоми 1В на 1R [4–7].

Очікується, що зміна клімату зменшить виробництво зерна пшениці в основних регіонах її вирощування. Попри те, що температури осіннього та зимового періоду можуть бути навіть нижчими, загальний ефект від потепління негативний, а нові сорти зазвичай мають знач-

но гіршу стійкість до стресових температур, нестачі вологи тощо, порівняно з попередньо створеними. Основним способом подолання негативного впливу змін клімату на врожайність є побудова статистичних моделей, які можуть якомога більшою мірою запобігти ризикам і дати змогу розробити систему заходів із упередження втрат врожаю. У цьому аспекті створення і впровадження сортів з високим адаптивним потенціалом вважається головним чинником подолання можливих ризиків [8–11].

Як донорів цінних господарських ознак у генетичний пул залучають як близькородні види, так і більш віддалені: *Aegilops*, *Agropyron*, *Hordeum*, *Secale* та інші. Нині в геномі пшениці м'якої зареєстровано майже 70 чужинних транслокацій, що обумовлюють стійкість проти хвороб, шкідників і прояв інших цінних селекційних ознак [12, 13]. Однак господарське значення з них мають лише п'ять, зокрема пшенично-житні транслокації – 1BL.1RS та 1AL.1RS, утворені в результаті перенесення короткого плеча хромосоми 1R жита на довге плече хромосоми 1B або 1A пшениці відповідно [14]. Цінність сортів-носіїв пшенично-житних транслокацій зумовлена позитивним впливом на стійкість рослин до низки хвороб, абіотичних стресорів та урожайність, що пов'язано із коротким плечем хромосоми жита 1R [8, 15].

Дослідженнями провідних вчених [16–23] доведено переваги збільшення генетичного різноманіття вихідного матеріалу в селекції пшениці м'якої озимої за використання носіїв пшенично-житних транслокацій, які є прикладом вдалого застосування чужорідного матеріалу для поліпшення культури. Ці транслокації зумовлюють максимальний інтерес у селекціонерів через позитивний генетичний вплив на цінні господарські біологічні ознаки і властивості: продуктивність, стійкість до абіо- та біотичних чинників навколишнього середовища. Потенціал генотипів з пшенично-житними транслокаціями для створення сортів ще не вичерпаний, тому дослідження в напрямку розкриття можливостей їх вдалого використання в практичній селекції є актуальними.

**Мета дослідження** – виявити залежність зав'язування гібридного насіння в комбінаціях схрещування пшениці м'якої озимої від умов року та наявності пшенично-житних транслокацій 1AL.1RS та 1BL.1RS у батьківських форм.

**Матеріал і методи дослідження.** Матеріалом для проведення досліджень були сорти

пшениці м'якої озимої селекції Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України (МПП) та Інституту фізіології рослин і генетики НАН України (ІФРГ). Польові дослідження закладали в 2015/16–2020/21 рр. на селекційних полях МПП. Матеріалом для досліджень були 30 гібридних комбінацій, створених завдяки повній діалельній схемі схрещувань шести сортів пшениці м'якої озимої, які є носіями пшенично-житних транслокацій (ПЖТ): 1AL.1RS – Експромт, Колумбія, Золотоколоса, 1BL.1RS – Калинова, Легенда Миронівська, Світанок Миронівський.

Батьківські форми висівали вручну на ділянках площею 0,3 м<sup>2</sup>. У фазі колосіння (за 2–3 доби до початку цвітіння) проводили кастрацію крайніх найбільш розвинених квіток колоска центральної частини колоса пшениці озимої. Запилення здійснювали обмежено-примусовим способом вранці, на третю-п'яту добу після кастрації [24]. Обмолот гібридних колосів проводили вручну.

Фенологічні спостереження, оцінювання та облік виконано згідно із загальноприйнятою методикою [25]. Погодні умови за роки досліджень були контрастними, особливо під час проведення гібридизації (травень), що вплинуло на відсоток зав'язування гібридних зерен і дало змогу одержати об'єктивні результати.

**Результати дослідження та обговорення.** Погодні умови досліджуваних 2016–2021 рр. за даними Миронівської метеостанції загалом були сприятливими для росту і розвитку рослин пшениці озимої. Для селекційного процесу особливо важливими є декадні показники середньої температури повітря та кількості опадів у травні, коли проводиться гібридизація (рис. 1).

За роки досліджень температурний режим та наявність погодних відхилень (різке похолодання або високі денні температури повітря, сильні дощі з вітром, зменшення сонячної інсоляції) у третій декаді травня були головними чинниками впливу на відсоток зав'язування під час проведення гібридизації.

Гібридизація була проведена в кінці другої – на початку третьої декади травня. Визначено, що ефективність схрещування і відсоток зав'язування в польових умовах залежали від генотипу сорту, погодних умов під час кастрації і проведення штучного запилення та співпадіння строків цвітіння. Такі чинники як температура повітря, наявність вітру, опади або посуха в період проведення запилення позначилися на кількості зерен, що зав'язалась у гібридних комбінаціях. Досліджувані сорти належать до середньостиглих, тому періоди

колосіння та цвітіння переважно співпадали, що дало змогу максимально запилювати кастровані квітки колосів.

За результатами дисперсійного аналізу (рис. 2) встановлено, що в польових умовах ефективність схрещування і, відповідно, відсо-

ток зав'язування істотно залежали від взаємодії генотип + рік (47,7 %,  $p \leq 0,05$ ), погодних умов року (30,4 %) і генотипу сорту (21,5 %) та неістотно (0,4 %) – від неврахованих чинників (збіг строків цвітіння компонентів, залучених до гібридизації).

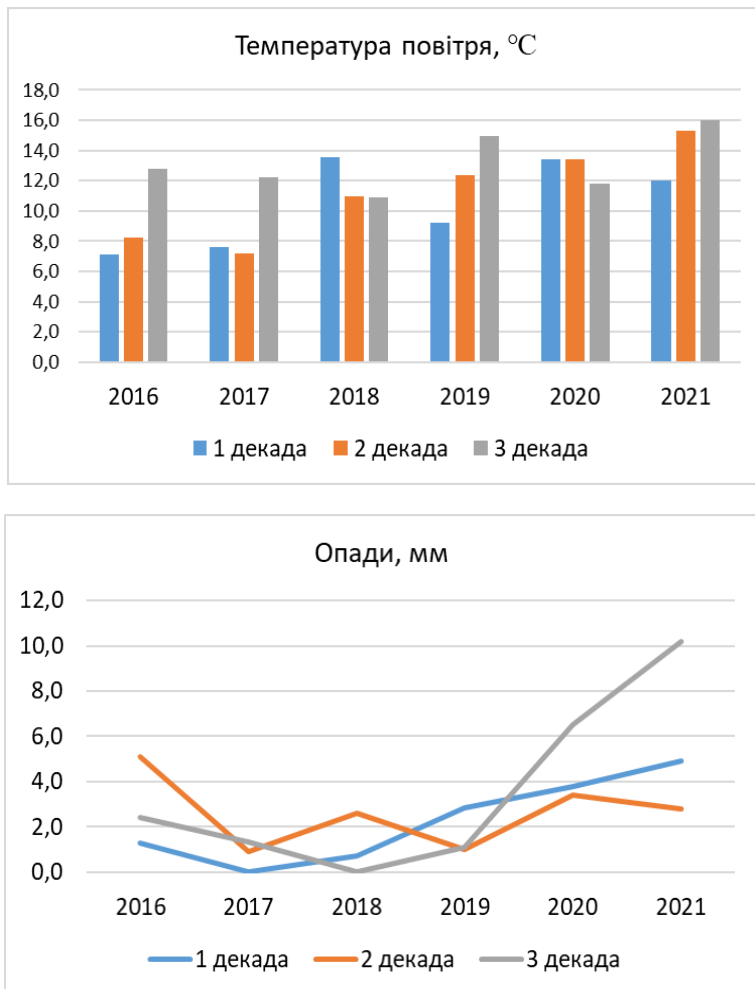


Рис. 1. Гідротермічні умови в період «колосіння–цвітіння» пшениці озимої (травень 2016–2021 рр.).

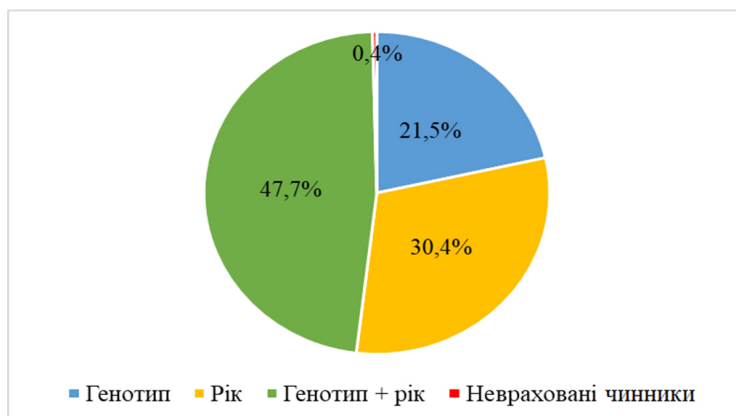


Рис. 2. Вплив чинників на зав'язуваність зерен пшениці м'якої озимої за схрещування сортів – носіїв пшенично-житніх транслокацій, середнє за 2016–2021 рр.

Гідротермічні режими травня в роки досліджень істотно впливали на відсоток зав'язування гібридних зерен і розмах варіювання показника. Найбільш сприятливий рік – 2017, середній відсоток зав'язування гібридних зерен був максимальним у всіх групах схрещування (табл. 1).

Зворотна тенденція спостерігалась у найгіршому за погодними умовами травні 2019 р. і 2020 р. – показники  $\bar{X}$ ,  $X_{\min}$ ,  $X_{\max}$  були на мінімальному рівні, що підтверджує істотний вплив умов року на середній відсоток зав'язування зерен під час гібридизації.

Мінімальний середній коефіцієнт варіації відмічали в контрастних за погодними умовами травня 2019, 2017 рр. – 17,9 і 13,0 % відповідно. За сприятливих умов 2017 р. у кожній групі схрещувань  $\bar{X}$  та його максимальне ( $X_{\max}$ ) значення були найвищими за роки досліджень. Відсоток успіху в гібридизації мав істотну залежність від генотипу. Найвищий рівень

сумісності спостерігали в групі схрещувань 1BL.1RS / 1BL.1RS – середній відсоток зав'язування гібридних зерен був максимальним (рис. 3).

У групі схрещувань 1BL.1RS / 1BL.1RS середній показник відсотка зав'язування був найбільшим впродовж 2016–2021 рр. – від 39,6 до 55,3 %, а в несприятливому 2019 р. був найнижчим – 31,4 % (табл. 2).

У 2017 р., за найбільш оптимальних погодних умов під час запилення, одержали максимальний середній показник (63,9 %) у групі схрещувань 1AL.1RS / 1BL.1RS, максимальний (77,4 %) і мінімальний (13,0 %), за значенням коефіцієнта варіації, що свідчить про істотний позитивний вплив середовища на відсоток зав'язування саме в цій групі.

Майже для половини (46,7 %) гібридних комбінацій одержали середній відсоток зав'язування зерен у межах 41–50 %, а для п'ятої частини – понад 50 %.

Таблиця 1 – Статистичні показники зав'язування гібридних зерен пшениці м'якої озимої за участі в гібридизації вихідних форм – носіїв пшенично-житніх транслокацій, %

Статистичні показники	Рік					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1AL.1RS / 1AL.1RS						
$\bar{X}$	36,6	56,5	37,3	30,1	10,9	24,0
$X_{\min}$	24,5	38,4	25,0	21,6	5,4	12,1
$X_{\max}$	69,5	69,5	55,2	38,2	15,0	45,2
R	45,0	31,3	30,2	16,6	9,5	33,1
$\sigma$	18,3	12,9	13,2	7,1	4,8	12,1
V, %	50,0	22,8	35,4	23,8	43,8	50,6
1BL.1RS / 1BL.1RS						
$\bar{X}$	50,1	55,6	49,9	31,6	39,5	40,7
$X_{\min}$	26,3	21,3	21,5	21,5	28,2	30,5
$X_{\max}$	80,3	76,4	72,6	39,4	50,1	54,6
R	54,0	55,1	51,0	17,9	21,9	24,1
$\sigma$	20,3	20,3	19,3	7,6	7,1	9,0
V, %	40,4	36,5	38,7	24,2	17,9	22,1
1AL.1RS / 1BL.1RS						
$\bar{X}$	43,2	63,9	41,4	28,4	25,5	31,4
$X_{\min}$	27,7	51,5	22,6	20,5	13,5	13,4
$X_{\max}$	67,3	77,4	77,3	44,3	38,4	48,3
R	39,5	25,9	54,7	23,8	24,9	34,8
$\sigma$	15,3	8,3	17,1	8,5	7,9	12,9
V, %	35,3	13,0	41,3	30,0	30,9	41,1
1BL.1RS / 1AL.1RS						
$\bar{X}$	40,4	55,0	35,4	34,3	27,2	36,0
$X_{\min}$	22,3	22,6	22,4	22,4	10,6	11,5
$X_{\max}$	60,7	80,3	55,6	46,4	41,2	68,2
R	38,4	57,7	33,2	24,0	30,6	56,6
$\sigma$	13,1	18,8	13,8	8,3	11,5	20,8
V, %	32,5	34,1	38,9	24,2	42,2	57,8

**Примітки:**  $\bar{X}$ ,  $X_{\max}$ ,  $X_{\min}$  – середнє, максимальне та мінімальне значення показника зав'язування гібридних зерен відповідно.; R – різниця між max і min;  $\sigma$  – стандартне відхилення; V – коефіцієнт варіації.

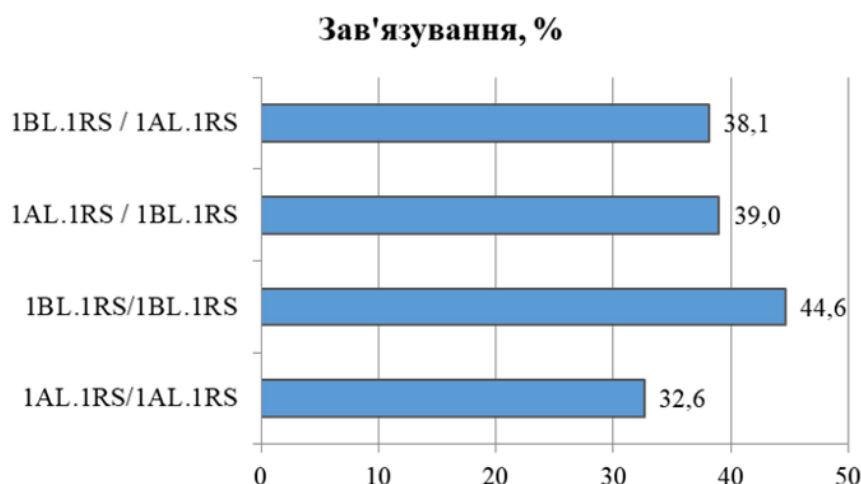


Рис. 3. Частка зав'язування зерен пшениці озимої в  $F_1$  за схрещування сортів – носіїв пшенично-житніх транслокацій, середнє за 2016–2021 рр.

Таблиця 2 – Зав'язування зерен пшениці м'якої озимої за участі у гібридизації вихідних форм – носіїв пшенично-житніх транслокацій

№	Гібридна комбінація	Зав'язування зерен,%					
		Рік					
		2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>1AL.1RS / 1AL.1RS</b>							
1	Золотоколоса / Колумбія	25,4	39,7	25,8	34,2	15,4	45,5
2	Колумбія / Золотоколоса	69,2	56,6	28,1	37,4	8,1	29,1
3	Золотоколоса / Експромт	26,6	64,3	52,9	37,1	13,1	12,1
4	Експромт / Золотоколоса	47,4	66,7	29,7	21,1	5,5	15,6
5	Колумбія / Експромт	26,7	69,1	55,1	24,3	12,8	24,9
6	Експромт / Колумбія	24,8	43,4	32,5	25,4	11,5	17,5
	$\bar{X}$	36,7	56,6	37,4	29,9	11,1	24,1
<b>1BL.1RS / 1BL.1RS</b>							
7	Світанок Миронівський / Легенда Миронівська	37,6	67,2	62,3	23,2	41,0	54,7
8	Легенда Миронівська / Світанок Миронівський	65,2	68,6	36,3	39,4	38,2	44,3
9	Світанок Миронівська / Калинова	53,9	75,2	72,7	21,3	50,1	44,4
10	Калинова / Світанок Миронівський	37,1	56,2	43,4	33,1	38,2	32,7
11	Калинова / Легенда Миронівська	26,7	21,4	21,8	39,3	28,4	38,2
12	Легенда Миронівська / Калинова	80,1	43,2	62,5	32,2	41,9	30,6
	$\bar{X}$	50,1	55,3	49,8	31,4	39,6	40,8
<b>1AL.1RS / 1BL.1RS</b>							
13	Експромт / Світанок Миронівський	32,3	67,7	44,8	29,2	26,7	13,5
14	Експромт / Легенда Миронівська	27,6	51,4	34,3	44,1	35,6	43,6
15	Експромт / Калинова	67,4	56,9	35,1	22,3	18,3	40,9
16	Золотоколоса / Легенда Миронівська	28,1	61,6	31,2	20,1	22,3	27,4
17	Золотоколоса / Калинова	44,6	63,9	77,7	21,4	23,8	44,4
18	Золотоколоса / Світанок Миронівський	54,2	77,4	59,5	22,2	23,5	20,8
19	Колумбія / Світанок Миронівський	31,4	74,3	39,2	38,3	38,7	48,8
20	Колумбія / Легенда Миронівська	38,2	63,9	23,6	33,4	29,1	26,2
21	Колумбія / Калинова	63,9	58,7	28,5	22,8	13,9	18,2
	$\bar{X}$	43,1	64,0	41,5	28,2	25,8	31,5
<b>1BL.1RS / 1AL.1RS</b>							
22	Калинова / Експромт	55,3	53,1	32,8	32,3	38,5	46,0
23	Калинова / Колумбія	28,9	72,6	22,3	29,4	23,0	33,3
24	Калинова / Золотоколоса	36,3	22,4	55,6	22,1	11,3	12,2
25	Світанок Миронівський / Колумбія	47,8	44,7	54,9	33,4	21,5	45,6
26	Світанок Миронівський / Золотоколоса	30,7	80,3	28,3	46,1	10,2	11,9
27	Світанок Миронівський / Експромт	48,6	73,1	27,9	34,2	38,7	16,7
28	Легенда Миронівська / Золотоколоса	22,2	48,1	22,9	25,3	28,7	28,7
29	Легенда Миронівська / Експромт	60,9	61,3	49,2	38,4	32,1	68,1
30	Легенда Миронівська / Колумбія	33,6	38,2	25,2	46,1	41,1	61,5
	$\bar{X}$	40,5	54,9	35,5	34,1	27,2	36,0

Рівень зав'язування гібридних зерен залежить не лише від умов зовнішнього середовища під час запилення, а також є результатом генотипового різноманіття вихідних компонентів схрещування. Максимальні середні показники за роки досліджень (48,3 %) і в сприятливих погодних умовах 2017 р. (68,3 %) одержали в схрещуваннях за використання як материнської форми сорту Світанок Миронівський 1BL.1RS, а мінімальні (37,1 і 45,2 % відповідно) – сорту Калинова 1BL.1RS. Водночас встановлено, що як запилювач останній сорт був кращим: середній відсоток зав'язування в гібридних комбінаціях з його участю мав максимальний рівень і становив 50,3 %. Мінімальний (36,3 %) показник відмічали для сорту Колумбія 1AL.1RS.

Визначено, що кращими за середнім відсотком зав'язування за роки досліджень були гібридні комбінації: Світанок Миронівський / Калинова (56,1 %), Легенда Миронівська / Калинова (54,6 %), Золотоколоса / Світанок Миронівський (53,3 %), Легенда Миронівська / Експромт (52,4 %), Колумбія / Золотоколоса (48,1 %), Світанок Миронівський / Легенда Миронівська (47,6 %) і Світанок Миронівський / Золотоколоса (46,4 %), яка мала максимальний показник як у сприятливих умовах 2017 р., так і в менш сприятливих за погодними умовами травні 2019 р. і 2020 р.

**Висновки.** 1. Виявлено залежність зав'язування гібридного насіння в комбінаціях схрещування пшениці м'якої озимої від умов року та наявності пшенично-житніх транслокацій 1AL.1RS та 1BL.1RS у батьківських форм.

2. Установлено, що в польових умовах ефективність схрещування і, відповідно, відсоток зав'язування істотно залежали від взаємодії генотип + рік (47,7 %,  $p \leq 0,05$ ), погодних умов року (30,4 %) і генотипу сорту (21,5 %) та неістотно (0,4 %) – від неврахованих чинників (збіг строків цвітіння компонентів, залучених до гібридизації).

3. Визначено, що у групі схрещувань 1BL.1RS / 1BL.1RS середній показник відсотка зав'язування був найбільшим впродовж досліджень – від 39,6 до 55,3 %, а в несприятливому 2019 р. був найнижчим – 31,4 %

4. Максимальні середні показники за роки досліджень (48,3 %) і в сприятливих погодних умовах 2017 р. (68,3 %) одержали в схрещуваннях за використання як материнської форми сорту Світанок Миронівський 1BL.1RS, а мінімальні (37,1 і 45,2 % відповідно) – сорту Калинова 1BL.1RS.

5. Встановлено, що як запилювач кращим був сорт Калинова: середній відсоток зав'язування в гібридних комбінаціях за його участю

мав максимальний рівень і становив 50,3 %. Мінімальний (36,3 %) показник відмічали для сорту Колумбія 1AL.1RS

6. Визначено, що кращими за середнім відсотком зав'язування за роки досліджень були гібридні комбінації: Світанок Миронівський / Калинова (56,1 %), Легенда Миронівська / Калинова (54,6 %), Золотоколоса / Світанок Миронівський (53,3 %), Легенда Миронівська / Експромт (52,4 %), Колумбія / Золотоколоса (48,1 %), Світанок Миронівський / Легенда Миронівська (47,6 %) і Світанок Миронівський / Золотоколоса (46,4 %).

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Литвиненко М.А., Голуб Є.А., Хоменко Т.М. Особливості створення та ідентифікація екстра сильних за хлібопекарськими властивостями сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L). Plant Varieties Studying and Protection. 2018. Т. 14. № 1. С. 66–73.
2. Використання генних транслокацій або хромосомних заміщень у селекції пшениці м'якої / Власенко В.А. та ін. Селекційна еволюція миронівських пшениць: монографія. Миронівка, 2012. С. 187–199.
3. Singh N.K., Shepherd K.W., McIntosh R.A. Linkage mapping of genes for resistance to leaf, stem and stripe rusts and  $\omega$ -secalins on the short arm of rye chromosome 1R. Theor. Appl. Genet. 1990. 80 (5). P. 609–616. DOI: 10.1007/BF00224219.
4. Лялько І.І., Дубровна О.В., Моргун Б.В. Аналіз мейозу в сортів пшениці озимої м'якої – носіїв пшенично-житніх транслокацій 1BL.1RS та 1AL.1RS. Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів. 2018, Том 16. № 2. С. 174–182.
5. Detection of perspective winter wheat genotypes by electrophoretic spectra of storage proteins / Kozub N.O. et al. Миронівський вісник: зб. наук. праць. Миронівка, 2015. Вип. 1. С. 105–118.
6. Ідентифікація 1AL/1RS транслокації у сортів м'якої пшениці української селекції / Козуб Н.О. та ін. Цитология и генетика. 2005. 39. № 4. С. 20–24.
7. Agronomic effect of wheat-rye translocation carrying rye chromatin (1R) from different sources / Kim W. et al. Crop Sci. 2004. 44. P. 1254–1258.
8. Бакуменко О.М., Осьмачко О.М., Власенко В.А. Комбінаційна здатність сортів пшениці озимої Крижинка та Смуглянка: монографія. Суми: Мрія. 2019. 194 с.
9. Результати використання інтрогресивних генотипів при створенні донорів стійкості до борошнистої роси, видів іржі та інших ознак у пшениці м'якої / Моцний І.І. та ін. Селекція і насінництво. 2020. Випуск 117. С. 119–138. DOI: 10.30835/2413-7510.2020.207004
10. Лозінський М.В., Устинова Г.Л. Успадкування в  $F_1$  і трансгресивна мінливість в  $F_2$  довжини головного колосу за схрещування різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. Агробіологія: збірник наукових праць. Біла Церква, 2020. Вип. 2. С. 70–78.
11. Evaluation of Thousand Kernel Weight Performance, Its Variability and Stability in Promising Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) Breeding Lines / Lozinskyi M. et al. Indian Journal of Natural Sciences. Vol. 12. Issue 67. August. 2021.



12. Crespo-Herrera L.A., Garkava-Gustavsson L., Ahman I.A. Systematic review of rye (*Secale cereal L.*) as a source of resistance to pathogens and pests in wheat (*Triticum aestivum L.*). *Hereditas*. 2017. 154. P. 14–23. DOI: 10.1186/s41065-017-0033-5.

13. Leaf rust resistance of bread wheat (*Triticum aestivum L.*) lines derived from interspecific crosses / Gorash A. et al. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2014. 101 (3). P. 295–302.

14. Mapping a region within the 1RS.1BL translocation in common wheat affecting grain yield and canopy water status / Howell T. et al. *Theoretical and Applied Genetics*, 2014. 127 (12). P. 695–2709. DOI: 10.1007/s00122-014-2408-6

15. Creation of bread spring wheat breeding material with wheat-rye translocations / Хоменко С.О. та ін. *Plant varieties studying and protection*. 15. 1 (Apr. 2019). 2019. P. 18–23. DOI: 10.21498/2518-1017.15.1.2019.162477.

16. Ідентифікація вихідного матеріалу пшениці озимої миронівської селекції за електрофоретичними спектрами запасних білків / Созинов І.О. та ін. *Агробіологія: збірник наукових праць*. Біла Церква, 2015. № 2. С. 46–52.

17. Шестопал О.Л., Замбріборщ І.С., Топал М.М. Гаплопродукційна спроможність пшениці м'якої озимої за наявності в генотипі пшенично-житніх транслокацій. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна*. Біологія. 2014. № 1129. Вип. 23. С. 53–58.

18. Власенко В.А., Бакуменко О.М., Осьмачко О.М. Успадкування елементів продуктивності гібридами першого покоління сортів пшениці м'якої озимої з пшенично-житніми транслокаціями. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2014. Вип. 9 (28). С. 144–149.

19. Картування нового секалінового локусу на житньому плечі 1RS / Козуб Н.О. та ін. *Цитологія и генетика*. 2014. Т. 48, № 4. С. 3–8.

20. Козуб Н.А., Созинов И.А., Созинов А.А. Влияние присутствия ржаной 1BL/1RS транслокации на признаки продуктивности у растений F<sub>2</sub> мягкой пшеницы от скрещивания почти изогенных линий по глиадиновым локусам. *Факторы экспериментальной эволюции организмов*. К.: Логос, 2010. Т. 8. С. 141–145.

21. Hoffmann B. Alteration of drought tolerance of winter wheat caused by translocation of rye chromosome segment 1R. *Cereal Res. Commun.* 2008. 36. P. 269–278.

22. Influence of climatic factors on *Triticum aestivum L.* grains formation in F<sub>1</sub> crossing varieties with 1AL.1RS and 1BL.1RS translocations / Kyrylenko V.V. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11 (2). P. 99–105. DOI: 10.15421/2021\_85

23. Evaluation of selected soft winter wheat lines for main ear grain weight / Lozinskiy M. et al. *Agronomy Research*. 19 (2), 2021. P. 540–551. DOI: 10.15159/AR.21.071

24. Васильківський С.П., Кочмарський В.С. Селекція та насінництво польових культур: підручник. *ПрАТ «Миронівська друкарня»*. 2016. 376 с.

25. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

## REFERENCES

1. Lytvynenko, M.A., Holub, Ye.A., Khomenko, T.M. (2018). Osoblyvosti stvorennia ta identyfikatsiia

ekstra sylnykh za khlibopekarskymy vlastyvoistyamy sortiv pshenytsi miakoi ozymoi (*Triticum aestivum L.*) [Peculiarities of creation and identification of extra strong in terms of baking properties varieties of soft winter wheat (*Triticum aestivum L.*)]. *Plant Varieties Studying and Protection*. Vol. 14, no. 1, pp. 66–73.

2. Vlasenko, V.A., Kochmarskyi, V.S., Koliuchy, V.T., Kolomiets, L.A., Khomenko, S.O., Solona, V.Y. (2012). Vykorystannia hennykh translokatsii abo khromosomykh zamishchen u selektsii pshenytsi miakoi [Use of gene translocations or chromosomal substitutions in the selection of soft wheat]. *Selektsiina evoliutsiia myronivskykh pshenyts: monohrafiia* [Selection evolution of Myroniv wheat]. Myronivka, pp. 187–199.

3. Singh, N.K., Shepherd, K.W., McIntosh, R.A. (1990). Linkage mapping of genes for resistance to leaf, stem and stripe rusts and ω-secalins on the short arm of rye chromosome 1R. *Theor. Appl. Genet.* 80 (5), pp. 609–616. DOI: 10.1007/BF00224219.

4. Lialko, I.I., Dubrovna, O.V., Morhun, B.V. (2018). Analiz meiozu v sortiv pshenytsi ozymoi miakoi – nosiiv pshenychno-zhytnikh translokatsii 1VL.1RS ta 1AL.1RS [Analysis of meiosis in winter soft wheat varieties – carriers of wheat-rye translocations 1BL.1RS and 1AL.1RS]. *Visn. Ukr. tov-va henetykiv i selektsioneriv* [Bulletin of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders]. Vol. 16 (2), pp. 174–182. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vutgis\\_2018\\_16\\_2\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vutgis_2018_16_2_7)

5. Kozub, N.O., Sozinov, I.A., Kyrylenko, V.V., Kochmarskyi, V.S., Gumeniuk, O.V., Dubovyk, N.S., Vasylykivskyi, S.P. (2015). Detection of perspective winter wheat genotypes by electrophoretic spectra of storage proteins. *Myronivsk'kyj visnyk: zb. nauk. prac'* [Myronivsky Herald], Issue 1, pp. 105–118.

6. Kozub, N.O., Sozinov, I.O., Koliuchy, V.T., Vlasenko, V.A., Sobko, T.O., Sozinov, O.O. (2005). Identyfikatsiia 1AL/1RS translokatsii u sortiv miakoi pshenytsi ukrainskoi selektsii. [Identification of 1AL/1RS translocation in soft wheat varieties of Ukrainian selection]. *Tsytolohyia y henetyka* [Cytology and genetics], 39, no. 4, pp. 20–24.

7. Kim, W., Johnson, J.W., Baenziger, P.S., Lukaszewski, A.J., Gaines, C.S. (2004). Agronomic effect of wheat-rye translocation carrying rye chromatin (1R) from different sources. *Crop Sci.* 44, pp. 1254–1258.

8. Bakumenko, O.M., Osmachko, O.M., Vlasenko, V.A. (2019). Kombinatsiina zdattnist sortiv pshenytsi ozymoi Kryzhynka ta Smuhlianka: monohrafiia [Combinative ability of winter wheat cultivars Kryzhynka and Smuhlianka]. Sumy, Dream, 194 p.

9. Motsnyi, I.I., Nargan T.P., Nakonechnyi, M.Yu., Lyfenko, S.P. (2020). Rezultaty vykorystannia introhresyvnnykh henotypiv pry stvorenni donoriv stiikosti do boroshnystoi rosy, vydiv irzhi ta inshykh oznak u pshenytsi miakoi [Introgressive genotypes for creating bread wheat donors of resistance to powdery mildew, rustes and of other traits]. *Selektsiia i nasinnnytstvo* [Selektsiia i nasinnnytstvo], Issue 117, pp. 119–138. DOI: 10.30835/2413-7510.2020.207004

10. Lozinskiy, M.V., Ustinova, H. L. (2020). Uspadkuvannia v F<sub>1</sub> i trahshresyvna minlyvist v F<sub>2</sub> dozhyhny holovnoho kolosu za skhreshchuvannia riznykh za skorostyhlitiiu sortiv pshenytsi miakoi ozymoi [Inheritance

in  $F_1$  and transgressive variability in  $F_2$  of the main ear length by crossing wheat varieties with different maturity]. *Ahrobiologiya: zbirnyk naukovykh prats / Bilotserkiv. nats. ahrar. un-t* [Collection of scientific papers "Agrobiologiya"]. Bila Tserkva, Issue 2, pp. 70–78

11. Lozinskyi, M., Hudzenko, V., Grabovskyi, M., Lozinska, T., Fedoruk, Yu., Sabydyn, V., Hlevaskyi, V., Dubovyk, N. (2021). Evaluation of Thousand Kernel Weight Performance, Its Variability and Stability in Promising Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) Breeding Lines. *Indian Journal of Natural Sciences*. Vol. 12, Issue 67.

12. Crespo-Herrera, L.A., Garkava-Gustavsson, L., Ahman, I.A. (2017). Systematic review of rye (*Secale cereale* L.) as a source of resistance to pathogens and pests in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Hereditas*, 154, pp. 14–23. DOI: 10.1186/s41065-017-0033-5.

13. Gorash, A., Galaev, A., Babayants, O., Babayants, L. (2014). Leaf rust resistance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) lines derived from interspecific crosses. *Zemdirbyste-Agriculture*. 101 (3), pp. 295–302.

14. Howell, T., Hale, I., Jankuloski, L., Bonafede, M., Gilbert, M., Dubcovsky, J. (2014). Mapping a region within the 1RS.1BL translocation in common wheat affecting grain yield and canopy water status. *Theoretical and Applied Genetics*. 127 (12), pp. 695–709. DOI: 10.1007/s00122-014-2408-6

15. Khomenko, S.O., Vlasenko, V.A., Chugunkova, T.V., Fedorenko, I.V., Berezovskyi, D.Yu., Daniuk, O.A. (2019). Creation of bread spring wheat breeding material with wheat-rye translocations. *Plant Varieties Studying and Protection*. 15(1), pp. 18–23. DOI: 10.21498/2518-1017.15.1.2019.162477

16. Sozinov, I.O., Kozub, N.O., Kyrylenko, V.V., Derhachov, O.L., Vasylykivskiy, S.P. (2015). Identyfikatsiia vykhidnoho materialu pshenytsi ozymoi myronivskoi selektsii za elektroforetychnymy spektramy zapasnykh bilkiv [Identification of the source material of winter Myronov wheat selection by electrophoretic spectra of reserve proteins]. *Ahrobiologiya: zbirnyk naukovykh prats* [Agrobiologiya]. Bila Tserkva, no. 2, pp. 46–52.

17. Shestopal, O.L., Zambriborshch, I.S., Topal, M.M. (2014). Haploproduksiina spromozhnist pshenytsi miakoi ozymoi za naiavnosti v henotypi pshenychno-zhytnikh translokatsii [Haploproductive capacity of soft winter wheat in the presence of wheat-rye translocations in the genotype]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N. Karazina. Biologiya*, no. 1129, Issue 23, pp. 53–58.

18. Vlasenko, V.A., Bakumenko, O.M., Osmachko, O.M. (2014). Uspadkuvannia elementiv produktyvnosti hibrydamy pershoho pokolinnia sortiv pshenytsi miakoi ozymoi z pshenychno-zhytnymy translokatsiiami [Inheritance of productivity elements by hybrids of the first generation of soft winter wheat varieties with wheat-rye translocations]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho unystytutu* [Bulletin of Sumy National Agrarian University], Issue 9 (28), pp. 144–149.

19. Kozub, N.O., Motsnyi, I.I., Sozinov, I.O. (2014). Kartuvannia novoho sekalinovoho lokusu na zhytnomu plechi 1RS [Mapping of a new secaline locus on the rye shoulder 1RS]. *Tsytolohiya y henetyka* [Cytology and genetics]. Vol. 48 (4), pp. 3–8.

20. Kozub, N.A., Sozinov, Y.A., Sozinov, A.A. (2010). Vliyanie prisutstviya rjanoy 1BL/1RS translokatsii na priznaki produktivnosti u rasteniy  $F_2$  myagkoy pshenytsi ot skreschivaniya pochty izogennykh liniy po gliadinovym lokusam [Influence of the presence of rye 1BL / 1RS translocation on productivity traits in  $F_2$  soft wheat plants from crossing of almost isogenic lines at gliadin loci]. *Faktoryi eksperimentalnoy evolyutsii organizmov* [Experimental factors in the evolution of organisms]. Vol. 8, pp. 141–145.

21. Hoffmann, B. (2008). Altepation of drought tolerance of winter wheat caused by translocation by rye chromosome segment 1RS Cereal Res. *Communic*. 36, pp. 269–278.

22. Kyrylenko, V.V., Kochmarskyi, V.S., Humeniuk, O.V., Volohdina, H.B., Pykalo, S.V., Dubovyk, N.S., Sabydyn, V.Ya., Lobachov, V.O. (2021). Influence of climatic factors on *Triticum aestivum* L. grains formation in  $F_1$  crossing varieties with 1AL.1RS and 1BL.1RS translocations. *Ukrainian Journal of Ecology*. 11 (2), pp. 99–105. DOI: 10.15421/2021\_85

23. Lozinskyi, M., Burdenyuk-Tarasevych, L., Grabovskyi, M., Lozinska, T., Sabydyn, V., Sidorova, I., Panchenko, T., Fedoruk, Y., Kumanska, Y. (2021). Evaluation of selected soft winter wheat lines for main ear grain weight. *Agronomy Research*. 19 (2), pp. 540–551. DOI: 10.15159/AR.21.071

24. Vasylykivskiy, S.P., Kochmarskyi, V.S. (2016). Seleksiia ta nasynnystvo polovykh kultur: pidruchnyk [Breeding and seed production of field crops]. PrAT Myronivska drukarnia, 376 p.

25. Dosphehov, B.A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) [Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat, 351 p.

#### **Завязывание зерен *Triticum aestivum* L. в зависимости от условий года при скрещивании сортов с 1AL.1RS и 1BL.1RS транслокациями**

**Кириленко В.В., Гуменюк А.В., Дубовик Н.С., Сабидин В.Я., Трохимчук А.Ф., Терещенко Д.А., Береза И.С., Шквара А.В.**

Проведены исследования родительских компонентов пшеницы мягкой озимой селекции Мироновского института пшеницы имени В.Н. Ремесло НААН Украины и Института физиологии растений и генетики НАН Украины. Выявлена зависимость завязывания гибридных семян пшеницы мягкой озимой от влияния условий года и наличия пшенично-ржаных транслокаций 1AL.1RS и 1BL.1RS у родительских компонентов. По результатам дисперсионного анализа установлено, что в полевых условиях эффективность скрещивания и процент завязывания зерна существенно зависели от взаимодействия факторов (47,7 %,  $p \leq 0,05$ ), погодных условий года (30,4 %) и генотипа сорта (21,5 %) и незначительно (0,4 %) – от неучтенных факторов. В группе скрещиваний 1BL.1RS / 1BL.1RS средний показатель процента завязывания был наибольшим на протяжении 2016–2021 гг. – от 39,6 до 55,3 %, а в неблагоприятном 2019 г. был самым низким – 31,4 %. Максимальные средние показатели за годы исследований (48,3 %) и в благоприятных погодных условиях 2017 г. (68,3 %) получили в скрещиваниях при использовании в качестве материнской формы сорта Рассвет Мироновский 1BL.1RS, а минимальные (37,1 и 45,2 %)

– сорта Калиновая 1BL.1RS. Лучшими по среднему проценту завязывания были гибридные комбинации: Свитанок Мироновский / Калиновая (56,1 %), Легенда Мироновская / Калиновая (54,6 %), Золотоколосая / Свитанок Мироновский (53,3 %), Легенда Мироновская / Экспромт (52,4 %), Колумбия / Золотоколоса (48,1 %), Свитанок Мироновский / Легенда Мироновская (47,6 %) и Свитанок Мироновский / Золотоколоса (46,4 %)

**Ключевые слова:** пшеница мягкая озимая, пшенично-ржаные транслокации, завязываемость, погодные условия, генотип.

***Triticum aestivum* L. grain formation depending on the conditions of the year when crossing varieties with 1AL.1RS and 1BL.1RS translocations**

**Kyrylenko V., Humeniuk O., Dubovyk N., Sabadyn V., Trokhymchuk A., Tereshchenko D., Bereza I., Shkvara O.**

The paper reveals the results of study on the parent components of soft winter wheat selection of the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of the National Academy of Sciences of Ukraine and the Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine. The findings demonstrate dependence of grain formation in the first generation of interspecific hybrids of soft winter wheat on the environmental factors and on wheat-rye translocations 1AL.1RS and 1BL.1RS in the parental

forms. The results of the analysis of variance show that the efficiency of crossing and the percentage of grain formation significantly in the field depended on the interaction of factors (47.7 %,  $p \leq 0.05$ ), on weather conditions (30.4 %) and the variety genotype (21.5 %) and did not depend significantly (0.4 %) on unaccounted factors (coincidence of flowering dates of the components involved in hybridization). In the group of crosses 1BL.1RS / 1BL.1RS, the average percentage of grain formation was the highest for three years (2016–2018) and did not differ significantly – 50.1 %; 55.5 % and 49.8 %. The maximum average indicators for the research years (48.3 %) and under favorable weather conditions of 2017 (68.3 %) were obtained using the crosses of the variety of Svitank myronivskiy 1BL.1RS as a parent form, and the minimum (37.1 % and 45.2 %, respectively) – using the variety of Kalynova 1BL.1RS. The results of the study show that hybrid combinations of Svitank myronivskiy / Kalynova (56.1 %), Lehenda myronivska / Kalynova (54.6 %), Zolotokolosa / Svitank myronivskiy (53.3 %), Lehenda myronivska / Eksprompt (52.4 %), Kolumbia / Zolotokolosa (48.1 %), Svitank myronivskiy / Lehenda myronivska (47.6%) and Svitank myronivskiy / Zolotokolosa (46.4 %) were the best in terms of the average percentage of grains formation for the research years.

**Keywords:** soft winter wheat, wheat-rye translocations, grain formation, weather conditions, genotype.



Copyright: Кириленко В.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Кириленко В.В.

Гуменюк О.В.

Дубовик Н.С.

Сабадин В.Я.

<https://orcid.org/0000-0002-8096-4488>

<https://orcid.org/0000-0002-1147-088X>

<https://orcid.org/0000-0002-1473-9565>

<https://orcid.org/0000-0002-8397-8973>

УДК 630\*228(477.81)

## Оцінка стану лісових культур, створених на перелогових землях Рівненщини

Кімейчук І.В.<sup>1</sup>, Радько Р.П.<sup>2</sup>, Хрик В.М.<sup>1</sup>Левандовська С.М.<sup>1</sup>, Соколенко К.І.<sup>1</sup>, Ребко С.В.<sup>3</sup><sup>1</sup> Білоцерківський національний аграрний університет<sup>2</sup> Національний університет біоресурсів і природокористування України<sup>3</sup> Білоруський державний технологічний університет

Кімейчук І.В., Радько Р.П., Хрик В.М., Левандовська С.М., Соколенко К.І., Ребко С.В. Оцінка стану лісових культур, створених на перелогових землях Рівненщини. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 84–94.

Kimeichuk I., Radko R., Khryk V., Levandovska S., Sokolenko K., Rebko S. Assessment of forest crops created on the dependent lands of Rivne region. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 84–94.

Рукопис отримано: 29.09.2021 р.

Прийнято: 15.10.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-84-94

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Загальна площа земель, які надані для ведення лісового господарства та використовуються для його потреб, становить в Україні 10,8 млн га. Лісистість території країни 15,6 % [9]. Збільшення лісистості України можливо через освоєння низькопродуктивних та деградованих сільськогосподарських угідь (перелогів). В Україні нараховується майже 5 млн га земель, малоприсадибних для ефективного використання в сільському господарстві, зокрема 2 млн га потребують заліснення вже найближчими роками [8].

У статті наведено результати дослідження лісорозведення в Рівненській області за останні 5 років. Визначено лісівничо-таксаційні показники, склад і стан лісових насаджень, створених на перелогових землях. Здійснено порівняльне оцінювання зміни запасу культур сосни звичайної залежно від віку та типів лісорослинних умов за висотою та фактичними і потенційними запасами за повноти 1,0. За результатами досліджень визначено зміну середнього приросту чистих культур сосни звичайної в умовах  $A_2$  і  $B_2$ . Здійснено розподіл насаджень на перелогах за ступенем ураження кореневою губкою та ентомошкідниками, визначено масштаби та шкодочинність цих уражень.

Аналіз зведень щодо запасу деревини соснових культур свідчить, що більш інтенсивний приріст спостерігається у 55-річних насаджень із деяким переважанням в умовах свіжого субору.

Виявлено залежність фітосанітарного стану насаджень від типу лісорослинних умов і їх складу. Найстійкішими є насадження, які зростають в умовах  $C_2$  і  $D_2$ . Здорові насадження, без ознак уражень збудниками захворювань і ентомошкідниками, займають площу 51,1 %.

Здебільшого ураженими виявилися чисті соснові насадження. Основною причиною зменшення їх стійкості є коренева губка. Масштаби поширення корневих гнилей зумовлені ступенем деградації та низькою родючістю ґрунтів, які передаються під заліснення, що безпосередньо пов'язане з характером їх використання. Насадження, які характеризуються високим ступенем ураження кореневою губкою, становлять 1,2 %. Встановлено, що частка здорових насаджень на 15–18 % збільшується за участю у складі доросту листяного виду.

Результати досліджень можуть бути використані під час підбору оптимальних варіантів початкового складу насаджень для різних типів лісорослинних умов.

**Ключові слова:** лісорозведення, лісові культури, перелоги, самосійні ліси, сільськогосподарські землі, сосна звичайна, землі запасу.

Великий досвід ведення лісового господарства в Україні підтверджує, що ліси природного походження є стійкішими до несприятливих чинників порівняно зі штучними. Заліснення і збереження перелогових земель, їх культивування під лісові культури дасть змогу не лише використовувати такі землі ефективно, а й збільшити лісистість, покращити ґрунтові умови тощо.

Однією з найбільш лісистих територій України після Карпат є Полісся. Через низку причин: збільшення чисельності місцевого населення, урбанізацію, розвиток землеробства та розораності земель під вирощування сіль-

ськогосподарських культур, збільшення площ під сіножаті та пасовища, що сприяло утворенню площ, на яких створювали лісові культури, особливо коли на це виділяли кошти, лісорозведення було масштабне. Нині воно майже не проводиться, здебільшого через нестачу державного фінансування.

З кожним роком збільшуються площі малоприсадибних та деградованих земель. Їх ґрунтовне дослідження дасть змогу підвищити лісистість держави, відновити якість ґрунтів, що має вагоме екологічне і лісоресурсне значення, а тому є актуальним.

Головною проблемою, що стоїть перед Україною, є узаконення самосійних лісів, оскільки їх часто розкорчовують, а на їх місці, де вже і так малородючі ґрунти, висівають сільськогосподарські культури [9]. На думку авторів, щоб цього уникнути варто передати такі землі лісгосподарським підприємствам, які проведуть доповнення, а надалі й догляд за лісовими культурами.

Заліснення низькопродуктивних та деградованих земель компенсує скорочення сільськогосподарських площ покращенням екологічної ситуації, підвищенням продуктивності прилеглих угідь, відновленням багатьох червонокнижних видів тварин, а також додатковим отриманням значної кількості деревини, особливо за використання цих земель під лісосировинні плантації деревних видів. Користування може бути короткостроковим із 1–2 ротаціями з обігом рубки 20–40 років, або довготерміновим, як постійна лісосировинна база деревопереробного підприємства з переробки целюлози і паперу [1].

Інтенсивно лісорозведення на Поліссі проводили у 50–70-х рр. на землях вилучених із сільськогосподарського обігу.

У 90-х роках з проведенням земельної реформи селяни отримали можливість самостійно обробляти землю. У зв'язку з цим, значна частина малопродуктивних (піщаних) поліських земель перетворюється у перелоги. Процес природнього заліснення таких перелогових земель триває донині [9].

Згідно з чинним законодавством самосійні ліси вважаються землями сільськогосподарського призначення, тому де-юре вони поля, пасовища, які не входять до складу лісового фонду України, і є фактично незахищеними. Необхідно переглянути чинне лісове законодавство щодо передачі земель, вкритих лісовою рослинністю, лісгосподарським підприємствам.

Ґрунтовні дослідження земель сільськогосподарського призначення, які перебували під тривалим впливом, належать М.М. Білоусу [1, 2]. Автор розглядав ґрунтові умови та вплив

на них трав'яної рослинності, ріст лісових культур на бідних староорних землях. Л. Боровик [3] досліджував значення перелогових земель у збереженні раритетної фауни, яка їх населяє.

На думку В.Б. Левченка [6] особливої актуальності на перелогових землях набуває виращування цінних деревних видів, які є економічно вигідними, дадуть змогу захистити ґрунти, зменшити поверхневий стік, послабити руйнівну дію повеней. Натомість Л.П. Лисогор та ін. [7], запропонували способи залучення перелогових земель як відновлювальних елементів екомережі; виявили відновлювальні перелогові ділянки, які характеризуються значним ценотичним різноманіттям і наявністю соціологічно цінних видів.

Велику увагу приділяють дослідженню перелогових земель і зарубіжні вчені [22–32]. Більшість вивчає вплив зміни землекористування на чисельність птахів, різноманітність видів флори, сукцесійні процеси. На їх думку, відновлення ґрунту на перелогах, їх сукцесійна динаміка маловідома та недостатньо вивчена [12–21].

**Мета дослідження** – оцінити сучасний стан штучних лісових насаджень на перелогових землях Рівненщини.

**Матеріал і методи дослідження.** Результати досліджень базуються на встановленні лісівничо-таксаційних показників, стану лісових культур сосни на землях, які були під тривалим впливом сільськогосподарського користування в регіоні досліджень.

Зібрано і проаналізовано: фондові матеріали, площі створення і стан лісових культур трьох державних лісових господарств Рівненського ОУЛМГ (ДП «Сарненське ЛГ», ДП «Березнівське ЛГ» і ДП «Дубровицьке ЛГ») за період 2016–2021 рр., електронну базу даних насаджень сосни звичайної в осередках кореневої губки Рівненського ОУЛМГ. Використано статистичний та метод часового аналізу матеріалів лісовпорядкування. Пробні площі в штучних насадженнях закладено на основі СОУ 02.02-37-476:2006 [11]. Зібрані дослідні матеріали обробляли методами порівняльного аналізу та математичної статистики [4].

Для вивчення санітарного стану насаджень на перелогових землях Рівненської області було взято за основу Санітарні правила в лісах України [10]. На основі польових рекогносцирувальних спостережень здійснено обстеження лісових культур на перелогових землях щодо ступеня ураження кореневою губкою. Виділяли низький, середній і високий ступені ураження цим збудником різновікових чистих та мішаних хвойних і листяних деревостанів. З метою вивчення стану культур залежно від

їх складу, одиниці участі листяного виду, віку закладено 10 пробних площ на 7087,3 га у 20-, 40- і 55-річних насадженнях.

#### Результати дослідження та обговорення.

Нині десятки тисяч гектарів на Поліссі перебувають у складі земель сільськогосподарського призначення, а на місці колишніх полів, які межували з лісом, почали з'являтися молоді сосни, берези, осики, які фактично є повноцінними лісовими ценозами. На таких землях лісова флора і фауна взаємодіють між собою, впливають одне на одного і на навколишнє середовище. Точні дані про площі самосійних лісів відсутні. Відомо, що в Рівненській області за різними оцінками нараховується майже 500 тисяч гектарів самосійного лісу [9]. Частина таких ділянок має власників, однак більшість досі знаходиться у державній чи комунальній власності у складі земель запасу.

Обсяги робіт з лісорозведення у Рівненській області за останні 5 років у розрізі типів лісорослинних умов наведено в таблиці 1.

Площа лісових насаджень на перелогових землях, які передані лісовим господарствам Рівненської області, становить більше 7 тис. га. Різний характер господарського впливу на ґрунти залежно від категорії угідь (орні землі, пасовища, сінокоси та ін.) є одним із основних чинників, що визначають стан, створених на них насаджень.

Аналіз даних (табл. 1) свідчить, що найбільшу площу займають штучні чисті або мішані насадження, які зростають в умовах сухого і свіжого субору (майже 70 %), а третина насаджень, створених на староорних землях, ростуть в умовах сухого бору. Практика лісо-

розведення свідчить про низьку стійкість цих насаджень до різних патологічних чинників [9]. За результатами досліджень патологічний стан лісових культур становить у середньому 47 % зі слабким ступенем ураження і 1,2 % – сильним. У соснових культур спостерігається масове поширення корневих гнилей із різним ступенем ураження [14].

З метою запобігання розповсюдження кореневої губки під час створення лісових культур важливим є вибір способів обробітку ґрунту. Авторами рекомендується проводити оранку з ґрунтопоглиблювачем, який знищить «орну підшву», що покращить ріст і розвиток корневих систем молодих рослин [8].

Отже, у разі лісорозведення на ділянках, де з лісівничого погляду недоцільно вводити корінні деревні види, варто висаджувати породи-піонери, які забезпечать формування на нелісових площах сприятливих умов для наступного заліснення їх за схемами, рекомендованими для лісових земель [4].

Вивчено культури сосни, створені за схемою розміщення садивних місць 2,5×0,5 м. Досліджені насадження чисті за складом. Середня висота у 20 років коливається в межах 8,1–9,4 м; у 40 – 15,4–17,5; в 55 – 17,0–20,0 м. Середній діаметр відповідно знаходиться в межах 7,2–10,3; 14,0–17,2; 18,4–26,1 см. Ці культури зростають за I і II класами бонітету. Повнота насаджень коливається в межах 0,60–0,80. Запас у віці 20 років коливається у межах 75–105 м<sup>3</sup>; 40 – 190–250; 55 – 210–290 м<sup>3</sup>, що у переведенні на абсолютний запас за повноти 1,0 становить у 20–55-річних культурах 105–135; 275–340; 340–35 м<sup>3</sup> відповідно.

Таблиця 1 – Обсяги лісорозведення за останні роки в Рівненській області (2016–2021 рр.) у розрізі типів лісорослинних умов

Тип лісорослинних умов	Площа, га	%
A <sub>1</sub>	258,7	3,6
A <sub>2</sub>	1515,4	21,3
A <sub>3</sub>	34,4	0,4
B <sub>2</sub>	4899,5	69,1
B <sub>3</sub>	226,7	3,2
B <sub>4</sub>	18,4	0,2
C <sub>2</sub>	87,6	1,2
C <sub>3</sub>	43,0	0,5
C <sub>4</sub>	30,1	0,4
D <sub>2</sub>	0,6	0,1
Разом	7087,3	100

Таблиця 2 – Лісівничо-таксаційна характеристика досліджених різновікових насаджень сосни звичайної

№ ПП	ТЛУ	К-сть дерев, шт./га	Середні		Бонітет	Повнота	Запас стовбурної деревини, м <sup>3</sup> /га
			Н <sub>сер.</sub> , м	Д <sub>сер.</sub> , см			
Вік культур 20 років							
1	B <sub>3</sub>	3955	8,6	8,9	I	0,80	105
2	B <sub>2</sub>	3519	9,4	10,3	I	0,71	95
3	A <sub>2</sub>	4018	8,1	7,2	II	0,70	75
4	B <sub>2</sub>	3705	8,8	9,7	I	0,75	100
Вік культур 40 років							
5	B <sub>2</sub>	1422	17,5	16,4	I	0,75	250
6	A2	1599	15,4	14,0	II	0,70	190
7	B <sub>2</sub>	1229	16,8	17,2	I	0,65	220
Вік культур 55 років							
8	A <sub>2</sub>	871	17,0	22,2	II	0,60	215
9	A <sub>2</sub>	897	17,9	18,4	II	0,62	210
10	B <sub>2</sub>	804	20,0	26,1	I	0,67	290

Отримані результати щодо росту і стану культур на ТПП поділено на три групи за віком (20, 40, 55 років). У 20-річних соснових насаджень найкращі таксаційні показники у вологому і свіжому суборі. За різної повноти маємо різну кількість стовбурів на гектарі, що впливає на середні висоту та діаметр, а відтак, і на об'єм одного дерева і запас деревостану. В умовах свіжого бору зростають насадження, які характеризуються нижчими таксаційними показниками. Аналогічну ситуацію спостерігаємо в 40-річних культур на ПП № 5 і 7, як і у разі із ПП № 2 та 4. На ПП № 6 у зв'язку із бідністю трофотопу маємо більшу кількість стовбурів на гектарі, однак нижчі значення таксаційних показників та запасу. В 55 років насадження сосни звичайної в умовах свіжого бору мають запас 210–215 м<sup>3</sup>/га і зростають за I і II класами бонітету за повноти 0,60–0,62. Культури в цих умовах мають середні діаметр 18,4–22,2 см і висоту 17,0–17,9 м. Насадження в умовах свіжого субору характеризуються середньою висотою і діаметром 20,0 м і 26,1 см відповідно, що зумовлено вищою трофністю ґрунту, ніж у борах. Насадження зростають за I класом бонітету за повноти 0,67, і мають запас 290 м<sup>3</sup>/га.

Фактичну і потенційну зміни запасу деревини досліджених насаджень залежно від віку і типів лісорослинних умов наведено на рисунку 1.

Аналіз зведень щодо запасу деревини, отриманого під час експериментальних досліджень, свідчить, що в умовах свіжого бору і субору інтенсивний приріст спостерігається із

деяким переважанням в умовах свіжого субору (рис. 1а). Причинами таких змін запасу залежно від віку можуть бути біологічні особливості деревного виду, тип лісорослинних умов, родючість ґрунтів, якісне та своєчасне проведення рубок догляду. На рисунку 1 б наведено динаміку зміни запасу насаджень, у яких відсутній чинник людської діяльності, повнота подана за табличними даними.

На рисунках 2 і 3 наведено показники середнього приросту за висотою та діаметром різновікових соснових насаджень у свіжому борі і суборі.

Встановлено, що кращий приріст у висоту в молодому віці. Зі зростанням віку культур сосни значення приросту зменшується і відбувається майже однаково як за максимальних, так і мінімальних його значень (рис. 2).

На рисунку 3 наведено зміну мінімальних та максимальних показників приросту за діаметром у різних за віком соснових насаджень.

Отже, мінімальні прирости з віком насаджень незначною мірою зменшуються. Максимальні значення приростів з 20 до 40 років зменшувались швидше, ніж це відбувалось за мінімальних, однак від 40 до 55 років максимальні прирости збільшувались від 0,43 до 0,47 см.

Результати обстежень насаджень у різних типах лісорослинних умов, створених на землях, що були у сільськогосподарському користуванні, свідчать, що здоровими без ознак патологічних процесів були культури, які займали 51,1 % досліджених площ (табл. 3).

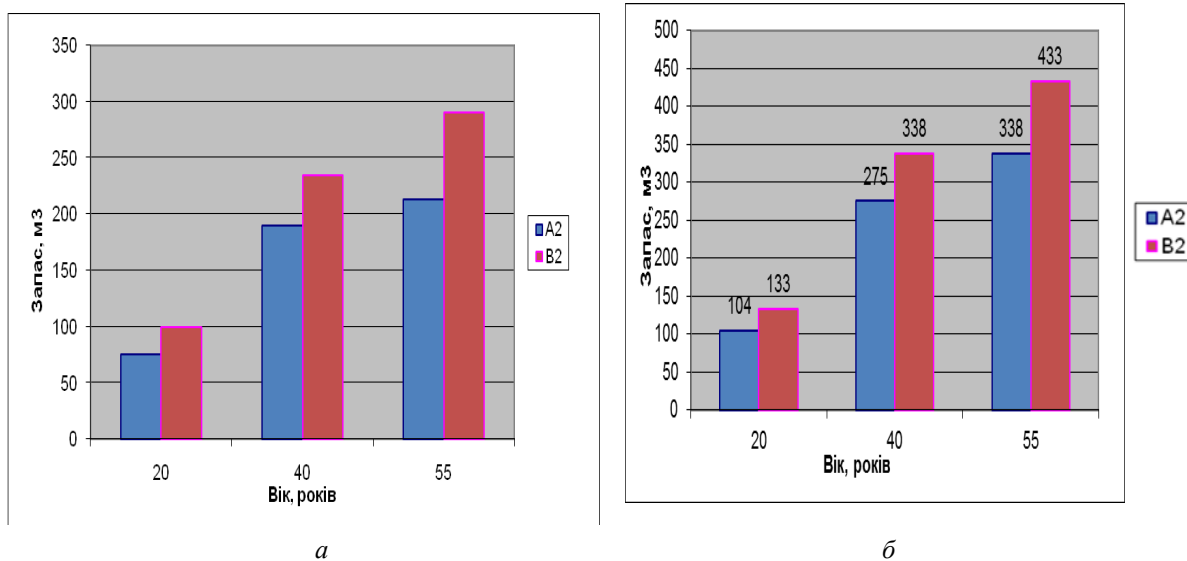


Рис. 1. Зміна запасу культур сосни залежно від віку і типів лісорослинних умов (а) за повноти 1,0 (б).

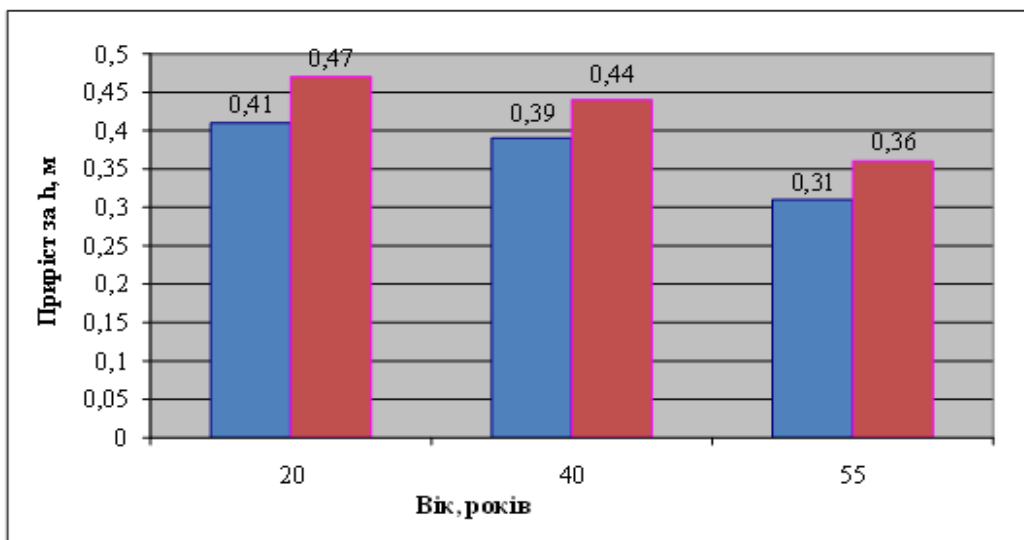


Рис. 2. Зміна середнього приросту різновікових соснових насаджень за висотою в умовах A<sub>2</sub> і B<sub>2</sub>.

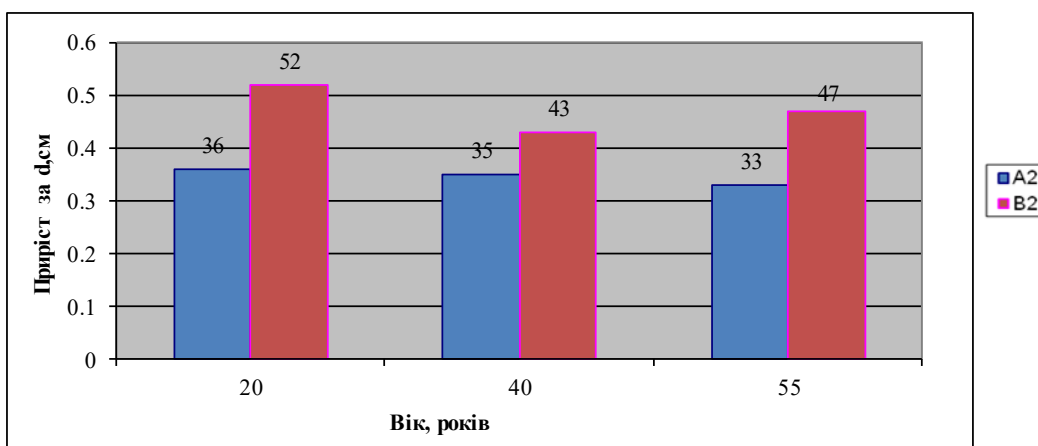


Рис. 3. Зміна середнього приросту за діаметром різновікових соснових насаджень в умовах A<sub>2</sub> і B<sub>2</sub>.



Таблиця 3 – Розподіл насаджень за ступенем ураження збудниками хвороб і ентомошкідниками у різних типах лісорослинних умов

ТЛУ	Здорові насадження		Ступінь ураження кореневою губкою						Личинки хруща		Всього	
			слабкий		середній		сильний					
	S, га	%	S, га	%	S, га	%	S, га	%	S, га	%	S, га	%
A <sub>1</sub>	178,9	69,0	74,5	28,8	–	–	4,8	1,85	0,5	0,19	258,7	3,7
A <sub>2</sub>	948,4	62,6	489,9	32,3	54,5	3,6	22,3	1,49	–	–	1515,4	21,4
A <sub>3</sub>	34,4	100	–	–	–	–	–	–	–	–	34,4	0,5
B <sub>2</sub>	2121,3	43,3	2686,8	54,8	33,4	0,7	58,0	1,20	–	–	4899,5	69,1
B <sub>3</sub>	203,6	89,8	23,1	10,2	–	–	–	–	–	–	226,7	3,2
B <sub>4</sub>	14,9	81,0	3,5	19,0	–	–	–	–	–	–	18,4	0,3
D <sub>2</sub>	0,6	100	–	–	–	–	–	–	–	–	0,6	–
C <sub>2</sub>	87,6	100	–	–	–	–	–	–	–	–	87,6	1,2
C <sub>3</sub>	31,9	74,2	11,1	25,8	–	–	–	–	–	–	43,0	0,6
C <sub>4</sub>	1,8	60,0	1,2	40,0	–	–	–	–	–	–	3,0	–
Σ	3623,4	51,1	3290,1	46,4	87,9	4,3	85,4	1,2	0,5	0,19	7087,3	100

Встановлено, що основною причиною зменшення стійкості насаджень є коренева губка, осередки зараження якою охоплюють 98–100 % насаджень, зокрема слабким ступенем ураження – 46,4 %, середнім – 4,3 та сильним – 1,2 %. Серед інших негативних явищ – бідні лісорослинні умови (сухі та свіжі бори). У незначних масштабах спостерігаються пошкодження соснових насаджень личинкою травневого хруща, особливо в сухих типах лісорослинних умов.

Масштаби поширення корневих гнилей зумовлені ступенем деградації ґрунтів та низькою родючістю земель, які передаються під заліснення, що безпосередньо пов'язане з характером їх використання. Осередки насаджень уражених кореневою губкою спостерігаються у широкому діапазоні типів ґрунтів, що відрізняються за механічним складом і підстилаючими породами: на дернових слабо- та середньопідзолистих піщаних і супіщаних ґрунтах, на стародавньоалювіальних пісках та льодовикових відкладах, на темно-сірих глибоко опідзолених супіщаних ґрунтах, на стародавньоалювіальних ґрунтах, а також на перегнійно-карбонатних супіщаних, які підстилаються крейдяними відкладами. Найбільших негативних змін зазнають орні землі, потім – пасовища, сінокоси, пустирі та ін.

Згідно з даними польових експедицій на території Рівненщини осередки кореневої губки відмічені на 29,0–32,0 % площ борів, 55 % – свіжих суборів, 14 % – свіжих судібров.

У регіоні дослідження 90 % площ лісових культур характеризуються слабким ступенем ураження збудником кореневої губки. Переважно вражаються чисті соснові насадження. Ступінь ураження збудником кореневої губки перебуває у прямій залежності від збільшення частки участі сосни у складі насадження (табл. 4). У мішаних соснових деревостанах кількість здорових дерев більша і становить 48,4–100 %. Варто зазначити, що ці лісокультурні площі характеризуються значним задернінням ґрунту, природним поновленням у міжряддях лісових культур і великою участю берези повислої у складі.

Частка насаджень без ознак патології у Рівненській області становить від 46,0 % у чистих культур і до 100 % за 3–5 одиниць у складі сосни звичайної. Основною домішкою соснових культур є береза повисла. Площі насаджень з її участю займають 19,0 %. Частка здорових насаджень серед культур за участю берези переважає їх частку від загальної площі культур, створених на сільськогосподарських землях, на 18 і 15 % відповідно. Однак частка уражених дерев кореневою губкою за участю берези повислої у складі соснових насаджень досить висока – від 5 до 20 %. Отже, частка берези у складі насаджень до 20 % майже не впливає на поширення кореневої губки. Якщо прийняти за норму появу осередків кореневої губки у масштабах 10 % від усіх створених культур сосни на сільськогосподарських

Таблиця 4 – Стан насаджень різного складу, створених на землях, які були у сільськогосподарському використанні

Склад насаджень	Здорові насадження		Ступінь ураження кореневою губкою						Личинки хруща		Разом	
			слабкий		середній		сильний					
	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
10Сз	2516,5	46,0	2893,6	52,9	55	1,0	4,8	0,09	–	–	5469,4	100
10Сз+Бп+Ос+Дз	581,7	73,7	177,4	22,5	30	3,8	–	–	–	–	789,1	100
9Сз(Бп;Дз;Акб;Вчл)	200,5	48,4	133,1	32,1	2,9	0,7	77,6	18,7	–	–	414,1	100
8Сз(Бп;Дз;Акб;Вчл)	187,5	77,8	50,1	20,8	–	–	3	1,24	0,5	0,21	241,1	100
7Сз(Бп;Дз;Вчл;Сб)	42,8	69,6	18,7	30,4	–	–	–	–	–	–	61,5	100
6Сз(Бп;Дз;Вчл;Сб)	36,3	87,3	5,3	12,7	–	–	–	–	–	–	41,6	100
5Сз(Бп;Вчл;Сб;Ос)	14,3	100	–	–	–	–	–	–	–	–	14,3	100
4Сз(Бп;Дз;Гз;Ос;Яле)	37,7	100	–	–	–	–	–	–	–	–	37,7	100
3Сз1Яле4Бп2Вчл	2,3	100	–	–	–	–	–	–	–	–	2,3	100
10Акб	1,4	100	–	–	–	–	–	–	–	–	1,4	100
10Вчл	1,2	100	–	–	–	–	–	–	–	–	1,2	100
4Дз4Гз2Яле	–	–	1,3	100	–	–	–	–	–	–	1,3	100
4Яле2Сз2Дз2Бп	–	–	6,4	100	–	–	–	–	–	–	6,4	100
5Дз3Гз2Лпс+Бп	1,3	100	–	–	–	–	–	–	–	–	1,3	100
5Бп3Акб2Сз	–	–	4,2	100	–	–	–	–	–	–	4,2	100
Всього	3623,4	51,1	3290,1	46,4	87,9	1,2	85,4	1,2	0,5	0,07	7087,3	100

землях, то така частка площ насаджень з цією хворобою відмічена у насадженнях за участю сосни у складі 50 %. Залежність поширення кореневої губки від участі берези у складі насаджень сосни обернено пропорційна: чим більше берези, тим більша площа здорових насаджень, і тим менші масштаби поширення хвороби.

**Висновки.** За результатами досліджень насаджень, які зростають на перелогових землях, встановлено, що кращим станом і біометричними показниками характеризуються ті, у яких більше п'яти одиниць участі листяного деревного виду у складі. Це дає змогу констатувати, що такі насадження будуть менше уражатися личинками хрущів, збудниками різних хвороб, зокрема кореневої губки. Спостерігали вплив на санітарний стан насаджень віку – у 20- і 40-річних культур відсоток здорових дерев був меншим, ніж у 55-річному віці. Це зумовлено великою видовою конкуренцією, шкодочинністю наявних у ґрунті в перші роки росту насаджень шкідників і збудників хвороб, низькою родючістю ґрунтів тощо.

Інша тенденція прослідковується у різновікових деревостанах за типами лісорослинних умов. Найменш придатними типами лісорослинних умов для створення лісових культур на перелогах є  $A_{1-2}$ ,  $B_2$ ,  $C_{3-4}$ , де відсоток здорових дерев коливався в межах 43,3–74,2 %, оскільки саме в цих умовах зростали чисті чи з незначною домішкою листяних видів лісові культури сосни звичайної. Зі збільшенням участі листяних деревних видів відсоток здорових дерев сягав 81,0–100 %.

Оптимальними для заліснення земель, що вийшли з-під сільськогосподарського користування в умовах Волинського Полісся, є насадження, у складі яких приблизно 50–60 % сосни, 20–30 % і більше берези та 10–20 % і більше, залежно від типу лісорослинних умов, інших видів (дуба звичайного, осики, вільхи чорної та ін.). В усіх випадках у складі насаджень, що створюються на таких землях, має бути не менше трьох листяних деревних видів, які займатимуть до 20 % від створених на землях, що були у сільськогосподарському використанні.

Як породи-піонери та підгінні види варто використовувати дуб, осику та вільху з урахуванням біологічних особливостей супутніх видів, ґрунтових умов тощо. Дотримання цих рекомендацій дасть змогу створювати на землях, що вийшли з-під сільськогосподарського користування, біологічно стійкі, високопродуктивні деревостани з високою кількістю трав'яного покриву, характерного для лісових формацій.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Білоус М.М. Стан та особливості заліснення земель, перебували у сільськогосподарському використанні. 2018. URL: <https://www.sworld.com.ua/simpoz11/30>.
2. Білоус М.М. Видовий склад лісових культур на сільськогосподарських землях Східного Полісся. Наукові доповіді НУБіП України. 2012. № 7 (36). С. 1–7.
3. Боровик Л. Роль залежій в сохрании раритетного фиторазнообразия. Динаміка біорізноманіття 2012. Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2012. С. 55–58.
4. Гордиенко, М.И., Карпенко, В.И., Гордиенко, Н.М. Культуры дуба в дубравах. Киев: Урожай. 1993. 428 с.
5. Захарчук В.А. Вплив екологічних чинників на відновлення лісових екосистем на перелогах Житомирського Полісся. Агроекологічний журнал. 2017. Вип. 4. С. 117–122.
6. Левченко В.Б., Навольнева Д.Р. Перспективи розвитку екологічного туризму в умовах Житомирського Полісся. Лісівнича освіта і наука: стан, проблеми та перспективи розвитку: збірник матеріалів учасників науково-практичної конференції студентів, магістрів, аспірантів, молодих вчених і викладачів (м. Малин, 26 березня 2020 р.). Малин: Вид-во МЛТК, 2020. С. 16–23.
7. Лисогор Л.П., Багрікова Н.О., Красова О.О. Перелогові землі як перспективні відновлювальні елементи екомережі Правобережного степового Придніпров'я. Український ботанічний журнал. 2016. Т. 73, № 2. С. 116–125. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/UBJ\\_2016\\_73\\_2\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/UBJ_2016_73_2_4).
8. Ониськів М.І., Сбитна М.В., Сандул Т.Р. До питання заліснення бідних піщаних земель Полісся. Науковий вісник НАУ. 2003. Вип. 61. С. 54–61.
9. Радько Р.П. Можна безкоштовно збільшити лісистість України за рахунок лісів без «прописки». 2019. URL: <https://www.openforest.org.ua/123710/>.
10. Санітарні правила в лісах України. Київ: Держкомлісгосп України, 2016. 30 с.
11. СОУ 02.02-37-476:2006. Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання: [Чинний від 2007-05-01]. Київ: Мінагрополітики України, 2006. 32 с.
12. Adarsh S., John J. Response of paddy (*Oryza sativa* L.) to pulses grown in summer rice fallows. Research on Crops. 2020. Vol. 21. № 4. P. 659–665. DOI: 10.31830/2348-7542.2020.102.
13. Overview of agronomic research for greening rice (*Oryza sativa*) – fallows during winter in India / Behera B. et al. Indian Journal of Agronomy. 2020. Vol. 65. № 3. P. 243–263.
14. Changes in Soil Properties on Fallows in Kursk Oblast and Trends of Postagrogenic Soil Development in Forest-Steppe and Steppe Zones / Bulysheva A.M. et al. Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. № 8. P. 1265–1280. DOI: 10.1134/S1064229321080044.
15. The degree of restoration of the soil properties developed under the fallows in the early stages of succession / Filimonova D.A. et al. E3S Web of Conferences. 2020. 224, art. no. 04025. DOI: 10.1051/e3sconf/202022404025.
16. Alteration in agronomic practices to utilize rice fallows for higher system productivity and sustainability / Gautam P. et al. Field Crops Research. 2021. 260, art. no. 108005. DOI: 10.1016/j.fcr.2020.108005.
17. Jacobson M., Ham C. The (un)broken promise of agroforestry: a case study of improved fallows in Zambia. Environment, Development and Sustainability. 2020. Vol. 22. № 8. P. 8247–8260. DOI: 10.1007/s10668-019-00564-5.
18. Kher V., Dutta S. Rangelands and crop fallows can supplement but not replace protected grasslands in sustaining Thar Desert's avifauna during the dry season. Journal of Arid Environments. 2021. 195, art. no. 104623. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2021.104623.
19. Short-term improved fallows of *Tephrosia vogelii* and *Cajanus cajan* enhanced maize productivity and soil chemical properties of a degraded fallow land in Southwestern Ethiopia / Mamuye M. et al. Agroforestry Systems. 2020. Vol. 94. № 5. P. 1681–1691. DOI: 10.1007/s10457-020-00485-7.
20. Forests, farms, and fallows: The dynamics of tree cover transition in the southern part of the uluguru mountains / Mpanda M. et al. Tanzania. Land. 2021. Vol. 10. № 6, art. no. 571. P. 2021. DOI: 10.3390/land10060571.
21. Musokwa M., Mafongoya P.L. Effects of improved pigeonpea fallows on biological and physical soil properties and their relationship with maize yield. Agroforestry Systems. 2021. Vol. 95. № 2. P. 443–457. DOI: 10.1007/s10457-021-00598-7
22. Musokwa M., Mafongoya P.L., Chirwa P.W. Monitoring of soil water content in maize rotated with pigeonpea fallows in south Africa Terms and conditions. Water (Switzerland). 2020. Vol. 12. № 10, art. no. 2761. DOI: 10.3390/w12102761.
23. Naik B.S.S.S., Murthy K.R., Rupesh T. Comparative response of sorghum genotypes to varied levels of nitrogen in rice-fallows of North Coastal Region of Andhra Pradesh. Journal of Environmental Biology. 2021. Vol. 41. № 6. P. 1710–1718. DOI: 10.22438/JEB/41/6/SI-259.
24. Assessment of shifting cultivation fallows in Northeastern India using Landsat imageries / Pasha S.V. et al. Tropical Ecology. 2020. Vol. 61. № 1. P. 65–75. DOI: 10.1007/s42965-020-00062-0.
25. Production of exopolysaccharide and hydrogen cyanide by rhizobium strains isolated from *Vigna mungo* cultivated in rice fallows / Satyanandam T. et al. Research Journal of Biotechnology. 2021. Vol. 16. № 9. P. 162–167.

26. Satyanandam T. Rosaiah G., Babu K., Vijayalakshmi M. Preliminary Characterization of Rhizobial Strains isolated from the root nodules of *Vigna mungo* cultivated in rice fallows. *Research Journal of Biotechnology*. 2020. Vol. 15. № 11. P. 64–71.

27. Singh S.L., Sahoo U.K. Tree species composition, diversity and soil organic carbon stock in homegardens and shifting cultivation fallows of Mizoram. Northeast India. *Vegetos*. 2021. Vol. 34. № 1. P. 220–228. DOI: 10.1007/s42535-021-00194-1.

28. Velasco-Murguía A., del Castillo R.F., Rös M., Rivera-García R. Successional pathways of post-milpa fallows in Oaxaca. *Mexico Forest Ecology and Management*. 2021. Vol. 500. № 1, no. 119644. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119644.

29. Corrigendum to «Flower strips, conservation field margins and fallows promote the arable flora in intensively farmed landscapes: Results of a 4-year study» / Wietzke A. et al. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2020. Vol. 315. DOI: 107357.10.1016/j.agee.2020.107142.

30. Flower strips, conservation field margins and fallows promote the arable flora in intensively farmed landscapes: Results of a 4-year study / Wietzke A. et al. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2020. Vol. 304, art. no. 107142. DOI: 10.1016/j.agee.2020.107142.

31. Combining fractional cover images with one-class classifiers enables near real-time monitoring of fallows in the Northern Grains region of Australia / Zhao L. et al. *Remote Sensing*. 2020. Vol. 12. № 8, art. no. 1337. DOI: 10.3390/RS12081337.

32. Available heavy metal concentrations and their influencing factors in cropland and fallows of different age in tropical area / Zhao Z. et al. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2021. Vol. 30. № 2. P. 1935–1942. DOI: 10.15244/pjoes/126372.

## REFERENCES

1. Bilous, M.M. (2018). Stan ta osoblivosti zalisenennja zemel', perebuvali u sil'skogospodars'komu vikoristanni [Condition and features of afforestation of lands, were in agricultural use]. Available at: <https://www.sworld.com.ua/simpoz11/30>.

2. Bilous, M.M. (2012). Vidovij sklad lisovih kul'tur na sil'skogospodars'kih zemljah Shidnogo Polissja [Species composition of forest crops on agricultural lands of Eastern Polissya]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukraini* [Scientific reports of NULES of Ukraine], no. 7 (36), pp. 1–11.

3. Borovik, L. (2012). Rol' zalezhej v sohranenni raritetnogo fitoraznობrazija [The role of deposits in the preservation of rare phytodiversity]. *Dinamika bioriznomanittja 2012* [Dynamics of biodiversity 2012]. Luhansk, Publishing house Taras Shevchenko Lviv National University, pp. 55–58.

4. Gordienko, M.I., Karpenko, V.I., Gordienko, N.M. (1993). Kul'tury duba v dubravah [Oak cultures in Oakwoods]. Kyiv, Harvest, 428 p.

5. Zaharchuk, V.A. (2017). Vpliv ekologichnih chinnikov na vidnolennja lisovih ekosistem na perelohah

Zhitomir'skogo Polissja [Influence of ekologichnih chinnikov on vidnolennja lisovih ecosystems on perelohah Zhitomir'skogo Polissja]. *Agroekologichnij zhurnal* [Agroecological journal], Issue 4, pp. 117–122.

6. Levchenko, V.B., Navol'njeva, D.R. (2020). Perspektivi rozvitku ekologichnogo turizmu v umovah Zhitomir'skogo Polissja [Prospects for the development of ecological tourism in the conditions of Zhytomyr Polissya]. *Lisivnicha osvita i nauka: stan, problemi ta perspektivi rozvitku: zbirnik materialiv uchasnikiv naukovo-praktichnoi' konferencii' studentiv, magistriv, aspirantiv, molodih vchenih i vikladachiv* [Forestry education and science: state, problems and prospects of development: a collection of materials of participants of the scientific-practical conference of students, masters, graduate students, young scientists and teachers]. Malyn, MFC, pp. 16–23.

7. Lisogor, L.P., Bagrikova, N.O., Krasova, O.O. (2016). Perelohovi zemli jak perspektivni vidnoljuval'ni elementi ekomerezhi Pravoberezhnogo stepovogo Pridniprova [Fallow lands as promising regenerating elements of the eco-network of the Right-Bank Steppe Dnieper]. *Ukrai'ns'kij botanichnij zhurnal* [Ukrainian Botanical Journal]. Vol. 73, no. 2, pp. 116–125. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/UBJ\\_2016\\_73\\_2\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/UBJ_2016_73_2_4).

8. Onis'kiv, M.I., Sbitna, M.V., Sandul, T.R. (2003). Do pitannja zalisenennja bidnih pishhanih zemel' Polissja [On the issue of afforestation of poor sandy lands of Polissya]. *Naukovij visnik NAU* [Scientific Bulletin of NAU], Issue 61, pp. 54–61.

9. Rad'ko, R.P. (2019). Mozhna bezkoshtovno zbil'shiti lisistist' Ukraini za rahunok lisiv bez «propiski» [It is possible to increase the forest cover of Ukraine free of charge at the expense of forests without «registration»]. Available at: <https://www.openforest.org.ua/123710/>.

10. Sanitarni pravyla v lisakh Ukrainy [Sanitarni pravyla v lisakh Ukrainy]. Kyiv, State Committee of Ukraine, 2016, 30 p.

11. SOU 02.02-37-476:2006. Ploshhi probni lisovporjadni. Metod zakladannja: [Chinnij vid 2007-05-01] [Trial forest management areas. Laying method: [Effective from 2007-05-01]]. Kyiv, Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, 2006, 32 p.

12. Adarsh, S., John, J. (2020) Response of paddy (*Oryza sativa* L.) to pulses grown in summer rice fallows. *Research on Crops*. Vol. 21, no. 4, pp. 659–665. DOI: 10.31830/2348-7542.2020.102.

13. Behera, B., Nanda, S.S., Gulati, J.M.L., Sahoo, B.K., Behura, A.K., Mohapatra, A.K., Behera, S.D. (2020). Overview of agronomic research for greening rice (*Oryza sativa*)-fallows during winter in India. *Indian Journal of Agronomy*. Vol. 65, no. 3, pp. 243–263.

14. Bulysheva, A.M., Khokhlova, O.S., Bakunovich, N.O., Rusakov, A.V., Myakshina, T.N. (2021). Changes in Soil Properties on Fallows in Kursk Oblast and Trends of Postagrogenic Soil Development in Forest-Steppe and Steppe Zones. *Eurasian Soil Science*. Vol. 54, no. 8, pp. 1265–1280. DOI: 10.1134/S1064229321080044.

15. Filimonova, D.A., Solovev, S.V., Bezborodova, A.N., Miller, G.F. (2020). The degree of restoration of the soil properties developed under the fallows in the early stages of succession. E3S Web of Conferences. 2020. 224, art. no. 04025. DOI: 10.1051/e3sconf/202022404025.

16. Gautam, P., Lal, B., Panda, B.B., Bihari, P., Chatterjee, D., Singh, T., Nayak, P.K., Nayak, A.K. (2021). Alteration in agronomic practices to utilize rice fallows for higher system productivity and sustainability. *Field Crops Research*, 260, art. no. 108005. DOI: 10.1016/j.fcr.2020.108005

17. Jacobson, M., Ham, C. (2020). The (un)broken promise of agroforestry: a case study of improved fallows in Zambia. *Environment, Development and Sustainability*. Vol. 22, no. 8, pp. 8247–8260. DOI: 10.1007/s10668-019-00564-5.

18. Kher, V., Dutta, S. (2021). Rangelands and crop fallows can supplement but not replace protected grasslands in sustaining Thar Desert's avifauna during the dry season. *Journal of Arid Environments*. 195, art. no. 104623. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2021.104623.

19. Mamuye, M., Nebiyu, A., Elias, E., Berecha, G. (2020). Short-term improved fallows of *Tephrosia vogelii* and *Cajanus cajan* enhanced maize productivity and soil chemical properties of a degraded fallow land in Southwestern Ethiopia. *Agroforestry Systems*. Vol. 94, no. 5, pp. 1681–1691. DOI: 10.1007/s10457-020-00485-7.

20. Mpanda, M., Kashindye, A., Aynekulu, E., Jonas, E., Rosenstock, T.S., Giliba, R.A. (2021). Forests, farms, and fallows: The dynamics of tree cover transition in the southern part of the uluguru mountains. Tanzania. *Land*. Vol. 10, art. no. 571. DOI: 10.3390/land10060571

21. Musokwa, M., Mafongoya, P.L. (2021). Effects of improved pigeonpea fallows on biological and physical soil properties and their relationship with maize yield. *Agroforestry Systems*. Vol. 95, no. 2, pp. 443–457. DOI: 10.1007/s10457-021-00598-7.

22. Musokwa, M., Mafongoya, P.L., Chirwa, P.W. (2020). Monitoring of soil water content in maize rotated with pigeonpea fallows in south Africa Terms and conditions. *Water (Switzerland)*. Vol. 12, no. 10, art. no. 2761. DOI: 10.3390/w12102761.

23. Naik, B.S.S.S., Murthy, K.R., Rupesh, T. (2021). Comparative response of sorghum genotypes to varied levels of nitrogen in rice-fallows of North Coastal Region of Andhra Pradesh. *Journal of Environmental Biolo.* Vol. 41, no. 6, pp. 1710–1718. DOI: 10.22438/JEB/41/6/SI-259.

24. Pasha, S.V., Behera, M.D., Mahawar, S.K., Barik, S.K., Joshi, S.R. (2020). Assessment of shifting cultivation fallows in Northeastern India using Landsat imageries. *Tropical Ecology*. Vol. 61, no. 1, pp. 65–75. DOI: 10.1007/s42965-020-00062-0.

25. Satyanandam, T., Babu, K., Rosaiah, G., Vijayalakshmi, M. (2021). Production of exopolysaccharide and hydrogen cyanide by rhizobium strains isolated from *Vigna mungo* cultivated in rice fallows. *Research Journal of Biotechnology*. Vol. 16, no. 9, pp. 162–167.

26. Satyanandam, T., Rosaiah, G., Babu, K., Vijayalakshmi, M. (2020). Preliminary Characterization of

Rhizobial Strains isolated from the root nodules of *Vigna mungo* cultivated in rice fallows. *Research Journal of Biotechnology*. Vol. 15, no. 11, pp. 64–71.

27. Singh, S.L., Sahoo, U.K. (2021). Tree species composition, diversity and soil organic carbon stock in homegardens and shifting cultivation fallows of Mizoram. Northeast India. *Vegetos*. Vol. 34, no. 1, pp. 220–228. DOI: 10.1007/s42535-021-00194-1.

28. Velasco-Murguía, A., del Castillo, R.F., Rös, M., Rivera-García, R. (2021). Successional pathways of post-milpa fallows in Oaxaca. *Mexico Forest Ecology and Management*. Vol. 500, no. 1, art. no. 119644. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119644.

29. Wietzke, A., Albert, K., Bergmeier, E., Sutcliffe, L.M.E., van Waveren, C. S., Leuschner, C. (2021). Corrigendum to «Flower strips, conservation field margins and fallows promote the arable flora in intensively farmed landscapes: Results of a 4-year study». *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 315. DOI: 10.1016/j.agee.2020.107142.

30. Wietzke, A., Albert, K., Bergmeier, E., Sutcliffe, L.M.E., van Waveren, C. S., Leuschner, C. (2020). Flower strips, conservation field margins and fallows promote the arable flora in intensively farmed landscapes: Results of a 4-year study. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 304, art. no. 107142. DOI: 10.1016/j.agee.2020.107142.

31. Zhao, L., Waldner, F., Scarth, P., Mack, B., Hochman, Z. (2020). Combining fractional cover images with one-class classifiers enables near real-time monitoring of fallows in the Northern Grains region of Australia. *Remote Sensing*. Vol. 12, no. 8, art. no. 1337. DOI: 10.3390/RS12081337.

32. Zhao, Z., Zhao, Z., Fu, B., Wu, D., Wang, J., Tang, W. (2021). Available heavy metal concentrations and their influencing factors in cropland and fallows of different age in tropical area. *Polish Journal of Environmental Studies*. Vol. 30, no. 2, pp. 1935–1942. DOI: 10.15244/pjoes/126372.

#### **Оценка состояния лесных культур, созданных на залежных землях Ровенщины**

**Кимейчук И.В., Радько Р.П., Хрик В.М., Левандовская С.Н., Соколенко К.И., Ребко С.В.**

В статье приведены результаты исследований лесоразведения в Ровенской области за последние 5 лет. Определены лесоводческо-таксационные показатели, состав и состояние лесных насаждений, созданных на родовых землях. Осуществлена сравнительная оценка изменения запаса культур сосны обыкновенной в зависимости от возраста и типов лесорастительных условий по высоте и фактическим и потенциальным запасам при полноте 1,0. По результатам исследований определено изменение среднего прироста чистых культур сосны обыкновенной в условиях  $A_2$  и  $B_2$ . Осуществлено распределение насаждений на родах по степени поражения корневой губкой и энтомофитными вредителями, определены масштабы и вредоносность этих поражений.

Анализ данных по запасу древесины сосновых культур свидетельствует, что более интенсивный прирост на-

блюдається в 55-летних насаждениях, с некоторым преобладанием в условиях свежего субора.

Выявлена зависимость фитосанитарного состояния насаждений от типа лесорастительных условий и их состава. Самыми устойчивыми являются насаждения, которые растут в условиях  $C_2$  и  $D_2$ . Здоровые насаждения, без признаков поражения возбудителями заболеваний и энтомовердителями, занимают площадь 51,1 %.

В большинстве пораженными оказались чистые сосновые насаждения. Основной причиной уменьшения их стойкости является корневая губка. Масштабы распространения корневых гнилей объясняются степенью деградации и низким плодородием почв, которые передаются под облесение, что непосредственно связано с характером их использования. Насаждения, характеризующиеся высокой степенью поражения корневой губкой, составляют 1,2 %. Установлено, что доля здоровых насаждений на 15–18 % увеличивается с участием в составе древостоя лиственного вида.

Результаты исследований могут быть использованы при подборе оптимальных вариантов исходного состава насаждений для различных типов лесорастительных условий.

**Ключевые слова:** лесоразведение, лесные культуры, перелogi, самосеянные леса, сельскохозяйственные земли, сосна обыкновенная, земли запаса.

#### Assessment of forest crops created on the dependent lands of Rivne region

**Kimeichuk I., Radko R., Khryk V., Levandovska S., Sokolenko K., Rebko S.**

The article presents the amount of work on afforestation in the Rivne region over the past 5 years. The forestry and taxation indicators, the composition and condition of forest plantations created on the ancestral lands have been

determined. A comparative assessment of the change in the stock of common pine crops depending on the age and types of forest growing conditions in height and the actual and potential stock at a fullness of 1.0 is carried out. According to the research results, the change in the average growth rate of pure Scots pine crops was determined under conditions  $A_2$  and  $B_2$ . The distribution of plantations in childbirth according to the degree of damage by root sponges and insect pests was carried out, the scale and harmfulness of these lesions were determined.

Analysis of information on the stock of wood of pine crops indicates that more intensive growth is observed in 55-year-old plantations with some predominance in fresh subor conditions.

The dependence of the phytosanitary state of plantations on the type of forest growing conditions and their composition was revealed. The most resistant are plantations that grow in conditions  $C_2$  and  $D_2$ . Healthy plantings, without signs of damage by pathogens and insect pests, occupy an area of 51.1 %.

In the overwhelming majority, clean pine plantations were affected. The main reason for the decrease in their resistance is the root sponge. The extent of the spread of root rot is explained by the degree of degradation and low fertility of soils, which are transferred for afforestation, which is directly related to the nature of their use. Plantations characterized by a high degree of root sponge infestation account for 1.2 %. It was found that the proportion of healthy plantations increases by 15–18 % with the participation of deciduous species in the composition of the tree stand.

The research results can be used to select the optimal options for the initial composition of plantations for various types of forest growing conditions.

**Key words:** afforestation, forest plantations, fallows, self-seeded forests, agricultural lands, Scots pine, reserve lands.



Copyright: Кімейчук І.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Кімейчук І.В.

Хрик В.М.

Левандовська С.М.

Соколенко К.І.

Рибко С.В.

<https://orcid.org/0000-0002-9100-1206>

<https://orcid.org/0000-0003-1912-3476>

<https://orcid.org/0000-0002-8485-6134>

<https://orcid.org/0000-0003-4436-0377>

<https://orcid.org/0000-0002-6892-2859>


## АГРОНОМІЯ

УДК 631.527.5:633.111“324”:631.576.331.2

**Трансгресивна мінливість кількості зерен головного колосу у популяціях  $F_2$  за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої**Лозінський М.В. , Устинова Г.Л. , Гуцалюк Н.В.,

Крицька М.О., Прелипов Р.А., Бакуменко О.Ю.

Білоцерківський національний аграрний університет

 Лозінський М.В. E-mail: Lozinsk@ukr.net

Лозінський М.В., Устинова Г.Л., Гуцалюк Н.В., Крицька М.О., Прелипов Р.А., Бакуменко О.Ю. Трансгресивна мінливість кількості зерен головного колосу у популяціях  $F_2$  за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 95–105.

Lozinskiy M., Ustinova H., Gutsalyuk N., Kritskaya M., Prelypov R., Bakumenko O. Transgressive variability of the main ear grains number in  $F_2$  populations in hybridization of soft winter wheat varieties that differ in early ripening. «Agrobiologia», 2021. no. 2, pp. 95–105.

Рукопис отримано: 16.11.2021 р.

Прийнято: 01.12.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-95-105

У контрастні за гідротермічними умовами 2019–2020 роки досліджували гібридні популяції  $F_2$ , створені схрещуванням різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. За використання в різних схемах схрещування ранньостиглих, середньоранніх, середньостиглих, середньопізніх сортів більшість популяцій  $F_2$ , як за середньою кількістю зерен в колосі, так і максимальним її проявом значно перевищувала вихідні форми, характеризуючись значним формотворенням. Отримані результати свідчать про значний вплив підібраних пар для гібридизації і гідротермічних умов року на формування кількості зерен у популяціях  $F_2$  пшениці м'якої озимої. Водночас гібридні популяції, в яких материнською формою були ранньостиглі сорти, менше піддаються впливу несприятливих гідротермічних умов.

За результатами досліджень виділено гібридні популяції, які в контрастні за гідротермічними умовами роки мали більшу за середню за  $F_2$  кількість зерен в головному колосі і характеризувались високими показниками ступеня і частоти позитивних трансгресій: Миронівська рання / Білоцерківська напівкарликова; Миронівська рання / Золотоколоса; Миронівська рання / Чорнява; Кольчуга / Столична; Миронівська рання / Вдала; Щедра нива / Відрада; Антонівка / Столична.

Визначені кореляційні зв'язки між ступенем фенотипового домінування в  $F_1$  та ступенем і частотою позитивних трансгресій свідчать про недостовірний слабкий від прямого до зворотного зв'язок між цими показниками. На достовірному рівні у роки досліджень встановлено сильну ( $r=0,774\dots0,893$ ) кореляційну залежність між ступенем позитивних трансгресій і частотою рекомбінантів.

**Ключові слова:** ступінь і частота трансгресій, пшениця м'яка озима, групи стиглості, батьківські форми, мінливість, кількість зерен головного колосу, популяції  $F_2$ , ступінь фенотипового домінування.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) – одна з найважливіших зернових культур у світовому сільському господарстві, з щорічним обсягом виробництва зерна майже 760 млн т [1–3]. У зв'язку з цим перед виробниками рослинницької продукції як у масштабах світу, так і України стоїть завдання збільшення обсягів

виробництва та покращення показників якості зерна культури [4, 5].

Створення і впровадження у сільське господарство нових комерційних сортів з високим потенціалом продуктивності та адаптивності є найдешевшим і одночасно екологічно безпечним чинником зростання та стабілізації виробництва зерна [6–8].

Найбільш результативним методом селекції пшениці залишається внутрішньовидова міжсортова гібридизація з наступним добром [9, 10]. Завдяки перекомбінаціям у гібридних поколіннях формується генетичне різноманіття вихідного матеріалу для селекції [11–13]. Успіх практичної селекційної роботи за використання міжсортових рекомбінацій та трансгресивної мінливості значною мірою залежить від підбору батьківських пар для гібридизації [14].

Проблема трансгресивної мінливості через важливе теоретичне і практичне її значення привертає увагу багатьох науковців [15, 16]. У гібридних популяціях може відбуватися значна мінливість за кількісними ознаками і властивостями, прояв яких є відмінним від батьківських форм. У практичній селекції на підвищення адаптивного потенціалу значний вплив мають позитивні трансгресії, отримані в результаті формотворення за різними господарсько цінними ознаками [16].

Добір позитивних трансгресивних рекомбінантів з гібридних популяцій, які за кількісними ознаками переважають вихідні батьківські форми, є важливим завданням у практичній селекційній роботі з самозайними культурами. Тому значна частина селекціонерів у своїх дослідженнях приділяє велику увагу трансгресіям [17]: у пшениці м'якої озимої [16–21], пшениці м'якої ярої [22], пшениці твердої ярої [17], ячменю [23], сої [24], квасолі звичайної [25], кормових бобів [26]. Водночас завдяки науково обгрунтованому підходу до виділення трансгресивних морфобіотипів деякі селекціонери досягли значних успіхів у створенні високопродуктивних сортів [17].

Широке поширення пшениці м'якої озимої надало її агробіологічному дослідженню регіональний характер [27]. Нині отримано результати, які певною мірою трактують виникнення трансгресивної мінливості, однак ще не розроблена теорія трансгресії ознак і властивостей, та не існує єдиного пояснення цього генетичного явища [28, 15].

Одним із важливих елементів структури врожайності пшениці є кількість зерен в колосі [29, 30], яка за Ф.М. Куперман [31] визначається під час проходження IV–IX етапів органогенезу. Тому для підвищення продуктивного і адаптивного потенціалу пшениці м'якої озимої важливим є встановлення закономірностей формування позитивних рекомбінантів у гібридних популяціях за озерненістю головного колосу.

**Метою дослідження** було визначення ступеня і частоти позитивних трансгресій за

кількістю зерен з головного колосу у популяціях  $F_2$ , отриманих за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої, залежно від гідротермічних умов уроку, та відбір господарсько цінних рекомбінантів для подальшої селекційної роботи.

**Матеріал і методи дослідження.** У 2019–2020 рр. в умовах дослідного поля науково виробничого центру Білоцерківського НАУ досліджували гібридні популяції  $F_2$ , створені у 2018–2019 рр. схрещуванням різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої, а саме: Миронівська рання (Мир. рання), Кольчуга, Білоцерківська напівкарликова (Б.Ц. н/к.), Золотоколоса (Золотокол.), Чорнява, Щедра нива, Столична, Вірада, Миронівська 61 (Мир. 61), Антонівка, Єдність, Добірна, Пивна і Вдала. Насіння популяцій  $F_2$  і батьківських форм висівали вручну за схемою  $\text{♀}-F_2-\text{♂}$  з міжряддям 15 см. Біометричні аналізи проводили за середнім зразком 25 рослин у триразовій повторності [32]. Агротехніка – загальноприйнята для вирощування пшениці м'якої озимої в Лісостепу України. Попередник гірчиця.

Ступінь та частоту позитивних трансгресій кількості зерен з головного колосу визначали за методикою Г.С. Воскресенської і В.І. Шпота [33]. Ступінь фенотипового домінування ( $h_p$ ) – за методикою В. Griffing [34]. Статистичне оброблення отриманих біометричних даних здійснювали за Б.А. Доспеховим [35] у програмі Statistic 6.0.

Для комплексного оцінювання умов зволоження користувалися гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) – за Селяніновим [36], який враховує як надходження води у вигляді опадів, так і сумарну їх витрату на випаровування, яка визначається температурою повітря за цей самий час і вираховується за формулою:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum_0}{0,1 * \sum_e},$$

$\sum_0$  – кількість опадів за період з температурами вище 10 °С, мм;

$\sum_e$  – сума температур вище 10 °С за той самий час, зменшена у 10 разів.

Вважається, що за ГТК < 0,4 – дуже сильна посуха, від 0,4 до 0,5 – сильна посуха, від 0,5 до 0,6 – середня посуха, від 0,7 до 0,9 – слабка посуха, від 1,0 до 1,5 – достатньо волого, > 1,5 – надмірно волого.

**Результати дослідження та обговорення.** На час сівби (1 жовтня) метеорологічні умови 2018–2020 рр. сприяли отриманню дружніх сходів і росту та розвитку пшениці м'якої озимої в осінній період. Кількість опадів за верес-



сень–листопад 2018 р. була на 16 мм меншою, а в умовах 2019 р. – близькою до середньобагаторічних показників – 109 мм. Припинення осінньої вегетації пшениці відбулося 12.11. (2018 р.) і 21.11. (2019 р.), що сприяло успішному загартуванню рослин. Оподи за зимовий період 2018/2019 рр. (149,3 мм) значно перевищили середньобагаторічні показники (112 мм), а у 2019/2020 рр. (96,1 мм) їм поступалися. Температурний режим зимового періоду сприяв успішній зимівлі рослин пшениці (табл. 1).

Вегетація пшениці м'якої озимої у 2019–2020 рр. від часу відновлення (02.03.) і (28.02.) відповідно відбувалася впродовж місяця за невисоких температур з поступовим їх збільшенням. Водночас фактична кількість опадів була меншою на 6,6 мм у 2019 р. і 12,8 мм – 2020 р.

Ріст і розвиток пшениці в першій декаді квітня проходив за підвищеного температурного режиму – 9,6 °С (2019 р.) і 7,9 °С (2020 р.), порівняно з середньобагаторічними показниками за повної відсутності опадів. Друга декада квітня 2019–2020 рр. характеризувалася близькою до середньобагаторічної температурою і меншою кількістю опадів, особливо у 2020 р. У 2019 р. від переходу температури повітря через 10 °С до кінця травня, гідротермічний коефіцієнт становив 1,3, що свідчить про достатню вологозабезпеченість рослин пшениці м'якої озимої. В умовах 2020 р. в третій декаді квітня вегетація пшениці відбувала-

ся за слабкої посухи (ГТК – 0,7). Оподи травня 2020 р. дещо покращили вологозабезпеченість рослин. Вегетація пшениці у першій декаді травня 2019 р. відбувалася за дещо менших середньобагаторічних температурних показників. У II–III декаді травня 2019 р. відмічали перевищення температурного режиму на 3,0 і 3,5 °С відповідно. У 2020 р. середня температура повітря травня була значно меншою (12,5 °С) за багаторічні дані (14,8 °С).

Отже, гідротермічні умови досліджуваних років характеризувались контрастними показниками за температурним режимом і розподілом опадів, що значно вплинуло на формування кількості зерен у головному колосі.

Батьківські компоненти гібридизації в роки досліджень за кількістю зерен з головного колосу мали значну диференціацію. Так, відповідно до міжнародного класифікатора [37] дуже велику кількість зерен в головному колосі (більше 55 шт.) мав лише середньоранній сорт Чорнява у 2019 р. Стабільно велику кількість зерен II групи (43–55 шт.) формували середньоранній сорт Щедра нива і середньопізній Добірна. Батьківські форми Мир. рання, Кольчуга, Золотокол., Відрада, Мир. 61, Столична, Вдала характеризувалися у 2019–2020 рр. великою кількістю зерен на рівні I групи (36–42 шт.). Сорти Пивна і Б.Ц. н/к. у 2019 р. мали велику кількість зерен на рівні I групи, а в умовах 2020 р. – II групи (табл. 2).

Таблиця 1 – Метеорологічні умови у 2018–2020 рр. (за даними Білоцерківської метеостанції).

Місяць	Декада	Опади, мм				Температура, °С			
		2018 р.	2019 р.	2020 р.	багаторічні дані	2018 р.	2019 р.	2020 р.	багаторічні дані
Вересень		47,9	19,2		35	16,2	15,3		13,8
Жовтень		22,0	66,1		33	9,9	10,6		7,9
Листопад		23,1	23,4		41	-0,1	5,0		2,0
Грудень		71,1	35,1		44	-2,0	2,5		-2,4
Січень			56,8	22,6	35		-4,8	0,4	-5,9
Лютий			21,4	38,4	33		0,4	2,2	-4,4
Березень			23,4	17,2	30		4,7	5,9	0,3
Квітень	I		-	-	14		9,6	7,9	7,0
	II		14,2	5,5	17		7,3	8,0	7,8
	III		31,3	7,7	16		13,2	11,7	10,4
Травень	I		26,7	30,8	16		12,1	12,8	13,3
	II		15,3	17,6	12		18,3	13,2	15,3
	III		12,0	53,9	18		19,3	11,5	15,8

Таблиця 2 – Кількість зерен у головному колосі батьківських форм, шт.

Сорти	Група стиглості	2019 р.	2020 р.
Мир. рання	ранньостигла	39,8	42,3
Кольчуга	ранньостигла	38,4	38,3
Б.Ц. н/к.	ранньостигла	39,5	49,6
Золотокол.	середньорання	39,8	37,9
Чорнява	середньорання	59,0	52,1
Щедра нива	середньорання	47,4	43,7
Антонівка	середньостигла	40,6	42,7
Відрада	середньостигла	37,6	35,9
Мир. 61	середньостигла	40,7	39,7
Єдність	середньостигла	44,1	34,1
Столична	середньостигла	38,9	39,0
Вдала	середньопізня	40,7	39,8
Добірна	середньопізня	43,8	47,7
Пивна	середньопізня	38,4	53,5
Лісова пісня (St.)	середньорання	39,8	39,9
НІР <sub>0,5</sub>	-	2,6	1,9

Встановлено, що достовірно більшу кількість зерен в головному колосі за стандарт Лісова пісня у роки досліджень формували сорти Чорнява, Щедра нива, Добірна та Єдність – 2019 р., і Мир. рання, Б.Ц. н/к., Антонівка, Пивна у 2020 р.

За використання в гібридизації ранньостиглих сортів материнською формою отримані популяції  $F_2$  як за середньою кількістю зерен у головному колосі (50,9–66,8 шт.), так і максимальним проявом ознаки здебільшого значно перевищували вихідні батьківські форми. У більшості популяцій  $F_2$  відбувалося значне формотворення з максимальним проявом кількості зерен на рівні 81–94 шт. за відповідних показників у вихідних форм 60–82 шт. зерен (табл. 3).

Маючи більшу (60,6–66,8 шт.) за середню за  $F_2$  (58,5 шт.) кількість зерен у головному колосі, високим позитивним ступенем трансгресії і частотою рекомбінантів характеризувалися популяції Б.Ц. н/к. / Єдність, Мир. рання / Антонівка, Б.Ц. н/к. / Антонівка, Мир. рання / Золотокол., Мир. рання / Кольчуга, Кольчуга / Антонівка.

В умовах 2020 р. середня популяційна кількість зерен з головного колосу порівняно

з 2019 р. зменшилась на 3,5–36,8 % і становила 39,3–60,5 шт. Лише популяція Мир. рання / Вдала, маючи середній показник 60,5 шт. зерен перевищила значення 2019 р. – 59,2 шт. Стабільним проявом у 2019–2020 рр. за зменшення кількості зерен (3,5–8,0 %) характеризувалися: Б.Ц. н/к. / Кольчуга; Б.Ц. н/к. / Золотокол.; Мир. рання / Єдність; Кольчуга / Єдність; Мир. рання / Чорнява. На середньому рівні (11,1–14,7 %) зменшився показник у популяції Б.Ц. н/к. / Добірна, Кольчуга / Столична, Мир. рання / Б.Ц. н/к. і Мир. рання / Добірна. У всіх інших гібридних популяцій кількість зерен у головному колосі у 2020 р. порівняно з 2019 р. була меншою на 20,0–36,8 %. Водночас 15 з 20 популяцій перевищили показники вихідних форм (табл. 4).

За максимальним проявом (51–85 шт.) у 2020 р. 14 популяцій перевищили показники батьківських форм (51–70 шт.). Більшу за середню кількість зерен з головного колосу за  $F_2$  (48,4 шт.) мали 11 популяцій. Водночас високий ступінь ( $T_c=22,0-29,8$  %) та частота ( $T_{ch}=16,7-56,7$  %) трансгресій визначили у Мир. рання / Б.Ц. н/к., Мир. рання / Чорнява, Мир. рання / Єдність, Кольчуга / Єдність, Кольчуга / Столична, Мир. рання / Вдала.

Таблиця 3 – Ступінь і частота позитивних трансгресій за кількістю зерен головного колосу в популяціях F<sub>2</sub>, отриманих за використання материнською формою ранньостиглих сортів (2019 р.)

Популяції F <sub>2</sub>	Кількість зерен, шт.					Трансгресія		h <sub>p</sub> <sup>*</sup> в F <sub>1</sub>
	$\bar{x}$ ♀	$\bar{x}$ ♂	$\bar{x}$ F <sub>2</sub>	максимальний прояв		T <sub>c</sub> , %	T <sub>ч</sub> , %	
				♀; ♂	F <sub>2</sub>			
Мир. рання / Б.Ц. н/к.	39,8	39,5	59,2	60	81	35,0	33,3	35,9
Мир. рання / Кольчуга	39,8	38,4	62,4	60	81	35,0	53,3	14,5
Б.Ц. н/к. / Кольчуга	39,5	38,4	52,2	60	72	20,0	16,7	7,9
Мир. рання / Золотокол.	39,8	39,8	62,4	65	84	29,2	30,0	15,4
Мир. рання / Чорнява	39,8	59,0	61,2	82	89	8,5	3,3	2,4
Б.Ц. н/к. / Золотокол.	39,5	39,8	55,7	65	72	10,8	16,7	9,2
Б.Ц. н/к. / Чорнява	39,5	59,0	56,7	82	69	-	-	22,1
Кольчуга / Чорнява	38,4	59,0	50,9	82	64	-	-	0,9
Мир. рання / Антонівка	39,8	40,6	60,6	55	88	60,0	66,7	13,5
Мир. рання / Єдність	39,8	44,1	53,0	67	89	32,8	13,3	30,3
Б.Ц. н/к. / Антонівка	39,5	40,6	63,6	60	83	38,3	50,0	12,2
Б.Ц. н/к. / Єдність	39,5	44,1	66,8	67	94	40,3	41,4	19,8
Б.Ц. н/к. / Відрада	39,5	37,6	57,1	60	75	25,0	33,3	89,5
Кольчуга / Антонівка	38,4	40,6	60,8	60	82	36,7	43,3	70,3
Кольчуга / Єдність	38,4	44,1	57,0	67	71	6,0	6,7	15,4
Кольчуга / Відрада	38,4	37,6	56,4	60	86	43,3	37,0	5,0
Кольчуга / Столична	38,4	38,9	59,9	60	83	38,3	40,0	39,3
Мир. рання / Вдала	39,8	40,7	59,2	58	91	56,9	50,0	74,0
Мир. рання / Добірна	39,8	43,8	58,7	60	84	40,0	35,7	29,0
Б.Ц. н/к. / Добірна	39,5	43,8	56,9	60	72	20,0	40,0	12,7

\*h<sub>p</sub> – ступінь фенотипового домінування.Таблиця 4 – Ступінь і частота позитивних трансгресій за кількістю зерен з головного колосу в популяціях F<sub>2</sub>, отриманих за використання материнською формою ранньостиглих сортів (2020 р.)

Популяції F <sub>2</sub>	Кількість зерен, шт.					Трансгресія		h <sub>p</sub> <sup>*</sup> в F <sub>1</sub>
	$\bar{x}$ ♀	$\bar{x}$ ♂	$\bar{x}$ F <sub>2</sub>	максимальний прояв		T <sub>c</sub> , %	T <sub>ч</sub> , %	
				♀; ♂	F <sub>2</sub>			
Мир. рання / Б.Ц. н/к.	42,3	49,5	50,9	58	71	22,4	20,0	147,7
Мир. рання / Кольчуга	42,3	38,3	47,3	56	64	14,3	17,2	31,7
Б.Ц. н/к. / Кольчуга	49,5	38,3	50,4	58	62	6,9	13,3	52,5
Мир. рання / Золотокол.	42,3	37,9	49,9	62	68	9,7	10,0	1644,0
Мир. рання / Чорнява	42,3	52,1	56,3	69	85	23,2	16,7	1,8
Б.Ц. н/к. / Золотокол.	49,5	37,9	53,3	62	69	11,3	13,3	130,3
Б.Ц. н/к. / Чорнява	49,5	52,1	40,8	69	59	-	-	1,1
Кольчуга / Чорнява	38,3	52,1	39,3	69	58	-	-	1,2
Мир. рання / Антонівка	42,3	42,7	44,6	57	56	-	-	63,8
Мир. рання / Єдність	42,3	34,1	50,1	56	70	25,0	16,7	9,3
Б.Ц. н/к. / Антонівка	49,5	42,7	45,2	58	65	12,1	6,7	53,2
Б.Ц. н/к. / Єдність	49,5	34,1	42,1	58	51	-	-	7,2
Б.Ц. н/к. / Відрада	49,5	35,9	41,5	58	52	-	-	27,9
Кольчуга / Антонівка	38,3	42,7	47,3	57	65	14,0	6,7	27,0
Кольчуга / Єдність	38,3	34,1	52,9	51	67	31,4	53,3	5,1
Кольчуга / Відрада	38,3	35,9	43,2	51	55	7,8	6,7	62,5
Кольчуга / Столична	38,3	39,0	51,7	59	72	22,0	16,7	97,0
Мир. рання / Вдала	42,3	39,8	60,5	57	74	29,8	56,7	60,6
Мир. рання / Добірна	42,3	47,7	50,1	70	69	-	-	13,6
Б.Ц. н/к. / Добірна	49,5	47,7	50,6	70	73	4,3	3,3	10,8

\*h<sub>p</sub> – ступінь фенотипового домінування.

Визначені кореляційні зв'язки між ступенем фенотипового домінування у  $F_1$  та ступенем і частотою позитивних трансгресій у  $F_2$  свідчать про слабкий зв'язок між цими показниками, який змінювався від прямого ( $r=0,302$ ;  $r=0,241$ ) у 2019 р. до зворотного ( $r=-0,243$ ;  $r=-0,154$ ) – 2020 р. Між ступенем і частотою позитивних трансгресій встановлено прямий сильний достовірний кореляційний зв'язок ( $r=0,832$ ;  $r=0,816$ ).

Середня кількість зерен з головного колосу (65,0 шт.) у всіх популяціях, отриманих за гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів, у 2019 р. на 6,5 шт. перевищувала показники популяцій, створених схрещуванням материнською формою ранньостиглих сортів. Маючи кількість зерен на рівні 58,4–74,5 шт., усі популяції перевищили вихідні форми. Максимальний прояв досліджуваної ознаки (73–97 шт.) у 21 з 22 популяцій був значно більшим за батьківські компоненти (табл. 5).

Більша кількість зерен (65,4–74,5 шт.) за середню за  $F_2$  сформувався у 9 популяцій. Із них вищі показники ступеня і частоти позитивних трансгресій визначено у Антонівка / Відрада ( $T_c=65,5$  %;  $T_{ch}=93,9$  %), Антонівка / Столична ( $T_c=58,2$  %;  $T_{ch}=90,0$  %), Золотокол. / Столична ( $T_c=35,4$  %;  $T_{ch}=63,3$  %).

Отримані експериментальні дані 2020 р. свідчать, що середня популяційна кількість зерен (44,3 шт.) була на 20,2 шт. меншою за показник 2019 р. Зменшення кількості зерен у популяції  $F_2$  становило 11,6–43,7 %. Водночас лише Щедра нива / Добірна і Золотокол. / Чорнява мали менші показники – на 11,6 і 18,4 % відповідно. В інших популяцій зниження кількості зерен у головному колосі перевищило 20 %. Водночас 9 із 21 популяції за кількістю зерен (34,4–50,2 шт.) поступалися вихідним формам (табл. 6).

Позитивний ступінь і частоту трансгресій за максимальним проявом кількості зерен у 2020 р. встановили у 10 з 21 популяції  $F_2$ . Водночас лише Щедра нива / Столична і Вдала / Столична, маючи значно вищу за середню за  $F_2$  кількість зерен з головного колосу, характеризувалися високими їх показниками ( $T_c=39,0$  %,  $T_{ch}=40,0$  %) і ( $T_c=27,1$  %,  $T_{ch}=13,3$  %) відповідно.

Таблиця 5 – Ступінь і частота позитивних трансгресій за кількістю зерен з головного колосу в популяціях  $F_2$ , отриманих за гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів (2019 р.)

Популяції $F_2$	Кількість зерен, шт.					Трансгресія		$h_p$ в $F_1$
	$\bar{x}$ ♀	$\bar{x}$ ♂	$\bar{x}$ $F_2$	максимальний прояв		$T_c$ %	$T_{ch}$ %	
				♀; ♂	$F_2$			
Золотокол. / Чорнява	39,8	59,0	61,5	82	76	-	-	2,3
Золотокол. / Щедра нива	39,8	47,4	62,5	67	81	20,9	46,7	12,1
Чорнява / Щедра нива	59,0	47,4	73,0	82	98	19,5	6,7	3,2
Золотокол. / Антонівка	39,8	40,6	59,5	65	77	18,5	26,7	23,2
Золотокол. / Єдність	39,8	44,1	60,6	65	79	21,5	16,7	41,4
Золотокол. / Відрада	39,8	37,6	61,8	65	83	27,7	30,0	8,5
Золотокол. / Столична	39,8	38,9	70,1	65	88	35,4	63,3	19,8
Чорнява / Антонівка	59,0	40,6	72,0	82	97	18,3	6,7	3,41
Чорнява / Єдність	59,0	44,1	72,7	82	95	15,9	13,8	2,1
Чорнява / Відрада	59,0	37,6	74,4	82	93	13,4	13,8	2,0
Чорнява / Столична	59,0	38,9	74,5	82	93	13,4	16,7	4,3
Щедра нива / Антонівка	47,4	40,6	64,7	67	79	17,9	33,3	9,5
Щедра нива / Відрада	47,4	37,6	65,4	67	79	17,9	50,0	6,0
Щедра нива / Добірна	47,4	43,8	58,5	67	79	17,9	6,7	11,8
Антонівка / Єдність	40,6	44,1	58,6	67	74	10,4	6,7	73,7
Антонівка / Відрада	40,6	37,6	67,0	55	91	65,5	93,3	13,9
Антонівка / Столична	40,6	38,9	67,2	55	87	58,2	90,0	91,3
Мир. 61 / Єдність	40,7	44,1	59,5	67	73	9,0	10,0	72,0
Єдність / Відрада	44,1	37,6	60,3	67	78	16,4	13,3	13,6
Єдність / Добірна	44,1	43,8	58,4	67	83	23,9	16,7	529,0
Вдала / Столична	40,7	38,9	64,5	58	94	62,1	73,3	69,3
Добірна / Пивна	43,8	38,4	62,9	60	78	30,0	56,0	134,2

\* $h_p$  – ступінь фенотипового домінування.

Таблиця 6 – Ступінь і частота позитивних трансгресій за кількістю зерен з головного колосу в популяціях F<sub>2</sub>, отриманих за гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів (2020 р.)

Популяції F <sub>2</sub>	Кількість зерен, шт.					Трансгресія		h <sub>p</sub> в F <sub>1</sub>
	$\bar{x}$ ♀	$\bar{x}$ ♂	$\bar{x}$ F <sub>2</sub>	максимальний прояв		T <sub>c</sub> , %	T <sub>v</sub> , %	
				♀; ♂	F <sub>2</sub>			
Золотокол. / Чорнява	37,9	52,1	50,2	69	68	-	-	1,5
Золотокол. / Щедра нива	37,9	43,7	46,4	62	67	8,1	6,7	4,0
Чорнява / Щедра нива	52,1	43,7	41,1	69	62	-	-	0,02
Золотокол. / Антонівка	37,9	42,7	43,8	62	60	-	-	55,8
Золотокол. / Єдність	37,9	34,1	34,4	62	49	-	-	14,6
Золотокол. / Відрада	37,9	35,9	42,8	62	63	1,6	3,3	2,2
Золотокол. / Столична	37,9	39,0	44,6	62	60	-	-	56,1
Чорнява / Антонівка	52,1	42,7	41,2	69	67	-	-	-1,0
Щедра нива / Столична	43,7	39,0	56,6	59	82	39,0	40,0	5,9
Щедра нива / Відрада	43,7	25,9	45,2	54	65	20,4	20,0	-0,8
Щедра нива / Добірна	43,7	47,7	51,7	70	88	25,7	3,3	8,3
Антонівка / Єдність	42,7	34,1	44,9	57	65	14,0	10,0	10,8
Антонівка / Відрада	42,7	35,9	41,0	57	49	-	-	6,3
Антонівка / Столична	42,7	39,0	48,3	59	63	6,8	6,7	24,1
Антонівка / Мир. 61	42,7	39,7	48,4	63	68	7,9	10,0	4,2
Мир. 61 / Єдність	39,7	34,1	47,1	63	64	1,6	3,3	13,9
Єдність / Відрада	34,1	35,9	35,2	51	47	-	-	7,9
Єдність / Добірна	34,1	47,7	35,2	70	67	-	-	112,3
Вдала / Столична	39,8	39,0	48,3	59	75	27,1	13,3	27,6
Вдала / Пивна	47,7	53,5	44,6	76	63	-	-	42,0
Добірна / Пивна	47,7	53,5	39,0	76	54	-	-	14,6

\*h<sub>p</sub> – ступінь фенотипового домінування.

У 2019–2020 рр. між ступенем фенотипового домінування у F<sub>1</sub> та ступенем і частотою позитивних трансгресій у F<sub>2</sub> визначено слабкі кореляційні зв'язки (r=-0,172...0,083). На достовірному рівні встановлено сильну кореляційну залежність (r=0,893; r=0,774) між ступенем позитивних трансгресій і частотою рекомбінантів.

**Висновки.** 1. Використання в гібридизації різних за скоростиглістю батьківських форм пшениці м'якої озимої переважно розширює формотворчий процес у популяціях F<sub>2</sub> і сприяє добору позитивних трансгресивних рекомбінантів за озерненістю колосу.

2. Встановлено значний вплив батьківських компонентів гібридизації і гідротерміч-

них умов року на формування кількості зерен у популяціях F<sub>2</sub> пшениці м'якої озимої.

3. Гібридні популяції, створені за використання материнською формою ранньостиглих сортів, менше піддаються впливу несприятливих гідротермічних умов за формування кількості зерен головного колосу. Так, зменшення показника у 2020 р. порівняно з 2019 р. у них становило 3,5–36,8 %, а в популяції, отриманих за використання вихідними формами середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів аналогічні дані становили 11,6–43,7 %.

4. Виділено гібридні популяції, які в контрастні за гідротермічними умовами роки формували більшу за середню за F<sub>2</sub> кількість зерен у головному колосі і характеризувались високи-

ми показниками ступеня і частоти позитивних трансгресій: Миронівська рання / Білоцерківська напівкарликова; Миронівська рання / Золотоколоса; Миронівська рання / Чорнява; Кольчуга / Столична; Миронівська рання / Вдала; Щедра нива / Відрада; Антонівка / Столична.

5. На достовірному рівні у роки досліджень встановлено сильну ( $r=0,774\dots0,893$ ) кореляційну залежність між ступенем позитивних трансгресій і частотою рекомбінантів за кількістю зерен з головного колосу.

Перспективою подальших досліджень є комплексне оцінювання виділених добром з популяцій  $F_2$  позитивних рекомбінантів за кількістю зерен головного колосу і встановлення їх селекційної цінності в наступних поколіннях.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- To study the heat tolerance features of bread wheat varieties and species for the southern regions of the Republic of Uzbekistan / Juraev D.T. et al. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 2020. Vol. 7. № 2. P. 2254–2270.
- Physiological and Molecular Traits Associated with Nitrogen Uptake under Limited Nitrogen in Soft Red Winter Wheat / Lamichhane S. et al. *Plants*. 2021. № 10(1). 165. DOI: 10.3390/plants10010165.
- Бурденюк-Тарасевич Л.А., Лозінський М.В. Принципи підбору пар для гібридизації в селекції озимої пшениці *T. aestivum* L. на адаптивність до умов доквілля. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2015. Т. 16. С. 92–96. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/177369>.
- Литовченко А.О., Глушко Т.В., Сидякіна О.В. Якість зерна сортів пшениці озимої залежно від факторів та умов року вирощування на півдні Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2017. Вип. 3(95). С. 101–111. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/2143>
- Сидякіна О.В., Дворецький В.Ф. Продуктивність озимої пшениці залежно від харчових фонів в умовах Західного Полісся. Наукові горизонти. 2020. № 7 (92). С. 45–52.
- Лозінський М.В., Бурденюк-Тарасевич Л.А., Дубова О.А. Типи успадкування кількості зерен з рослини у гібридів  $F_1$  і формотворчий процес в гібридних популяціях  $F_2$  пшениці м'якої озимої, отриманих від гібридизації різних екотипів. Агробіологія. 2016. № 2 (128). С. 45–51. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1579>
- Mineral composition and baking value of the winter wheat grain under varied environmental and agronomic conditions / Jaskulska I. et al. *J. Chem.* 2018. № 1. P. 1–7. DOI: 10.1155/2018/5013825.
- Creation of High-Yielding Winter Wheat Varieties with High Yield and Grain Quality Suitable for Irrigated Conditions / Egamov I.U. et al. *International Journal of Modern Agriculture*. 2021. №10(2). P. 2491–2506.
- Живлюк Е.К., Бородич Е.А. Наследование продуктивности главного колоса у межсортных гибридов мягкой озимой пшеницы. Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. Гродно. 2015. С. 50–58.
- Shcherbakova Y.U. Inheritance of economically valuable characteristics in intervarious hybrids of wheat in soft winter under forest steppe. *Norwegian Journal of Development of the International Science*. 2021. № 55 (2). P. 16–20.
- Prasad K.D., Haque M.F., Ganguli D.K. Heterosis studies for yield and its components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Indian J. Genet.* 1998. № 1. P. 97–100.
- Дуктова Н.А., Дуктов В.П., Павловский В.В. Твердая пшеница (*Triticum durum* Desf.) – новая зерновая культура в Беларуси: проблемы и перспективы. *Известия. Беларусь*. 2015. № 3. С. 85–92.
- Васильківський С.П., Гудзенко В.М. Комбінаційна здатність, успадкування та трансгресивна мінливість у гібридів ячменю ярого за масою зерна з рослини. Агробіологія. 2013. № 10. С. 166–170.
- Туктарова Н.Г., Торбина И.В. Проявление гетерозиса озимой пшеницы в гибридном питомнике первого года. *Владимирский земледелец*. 2016. № 3 (77). С. 35–37.
- Базалій В.В., Бойчук І.В. Трансгресивна мінливість гібридів пшениці м'якої озимої і її використання в селекції. *Таврійський науковий вісник*. 2012. №78. С. 3–7. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/1938>.
- Орлюк А.П., Базалій В.В. Принципы трансгресивной селекции пшеницы. *Наддніпряньська правда*. Херсон. 1998. 274 с.
- Хоменко С.О., Федоренко М.В. Трансгресивна мінливість ознак продуктивності гібридів другого покоління пшениці твердої ярої. Селекція і насінництво. 2015. № 107. С. 97–104. DOI: 10.30835/2413-7510.2015.54041.
- Успадкування елементів продуктивності та їх трансгресивна мінливість у гібридів пшениці м'якої озимої, створених схрещуванням сортів-носіїв пшенично-житніх транслокацій / Дубовик Н.С. та ін. *Миронівський вісник*. 2018. Вип. 7. С. 26–38. DOI: 10.31073/mvis201807-03.
- Осьмачко О.М., Власенко В.А., Осьмачко Е.Н. Трансгресивна мінливість стійкості проти септоріозу гібридів пшениці м'якої озимої в умовах Лісостепу. Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві читання): матеріали VI Міжнародної наукової конференції. Умань. 2017. С. 92–96. URL: .
- Генетичний контроль і рекомбінація ознак стійкості до вилягання у гібридів пшениці озимої за різних умов вирощування / Базалій В. та ін. *Аграрні інновації*. 2020. С. 87–93. DOI: 10.32848/agrar.innov.2020.4.13.
- Лозінський М.В., Устинова Г.Л., Ображій С.В. Успадкування і формотворення за кількістю колосків від гібридизації різних за тривалістю вегетативного періоду сортів пшениці. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Агрономія і біологія*. 2020. Вип. 4 (42). С. 9–16. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/6284>.
- Variation and transgressive variability of the stem length in  $F_1$  and  $F_2$  soft spring wheat under conditions of foreststeppe of Ukraine / Vakhnyi S. et al. *EurAsian Journal of BioSciences. Eurasia J Biosci* 13. 2019. P. 1187–1193. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/3321>.
- Гудзенко В.М., Поліщук Т.П., Бабій О.О. Комбінаційна здатність та параметри генетичної варіації за масою 1000 зерен ячменю багаторядного озимого в Лісостепу України. *Миронівський вісник*. 2017. Вип. 4. С. 15–26. DOI: 10.31073/mvis201704-02.

24. Штуць Т.М. Прояв трансгресії за ознаками продуктивності гібридів другого покоління ( $F_2$ ) сої. Корми і кормовиробництво. 2019. Вип. 88. С. 3–7.

25. Лехман А.А. Прояв позитивної трансгресивної мінливості за кількісними ознаками продуктивності у гібридів квасолі звичайної. Корми і кормовиробництво. 2019. Вип. 87. С. 39–42.

26. Барвіченко С., Аралова Т. Трансгресивна мінливість кількісних ознак продуктивності у гібридів  $F_2$  бобів кормових. Корми і кормовий білок: XIII Міжнародна наукова конференція. Вінниця. 2021. С. 31–34.

27. Дорохов Б.А., Васильєва Н.М. Зимостійкість озимої пшениці в умовах змінюючогося клімату. Вестник Мичуринського державного аграрного університету. 2018. №2. С. 63–67.

28. Радченко И.Н. Проявление положительной трансгрессивной изменчивости по элементам продуктивности колоса у гибридов  $F_2$  озимой мягкой пшеницы. Селекция и насінництво. 2008. № 96. С. 72–79. DOI: 10.30835/2413-7510.2008.77198.

29. Productivity performance of bread winter wheat genotypes of local and foreign origin / Raykov G. et al. Agricultural Science and Technology. 2016. № 84. P. 276–279. DOI: 10.15547/ast.2016.04.052.

30. Tsenov N., Gubатов T., Yanchev I. Correlations between grain yield and related traits in winter wheat under multi environmental traits. Agricultural Science and Technology. 2020. № 12. P. 295–300. DOI: 10.15547/ast.2020.04.047.

31. Куперман Ф.М. Биология развития культурных растений. Москва: Высшая школа. 1982. 343 с.

32. Волкодав В.В. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні: заг. част. Охорона прав на сорти рослин: Офіційний бюлетень. Київ: АЛЕФА. 2003. Вип. 1. Ч. 3. 106 с.

33. Воскресенская Г.С., Шпота В.И. Трансгрессия признаков Brassica и методика количественного учёта этого явления. Доклады ВАСХНИЛ. 1967. № 7. С. 18–20.

34. Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. Genetics. 1950. № 35. P. 303–321.

35. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат. 1985. 352 с.

36. Шульгин А.М. Агрометеорология и агроклиматология. Ленинград: Гидрометеоздат. 1978. 200 с.

37. Филатенко А.А., Шитова И.П. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum L* / под ред. В.А. Корнейчук. Ленинград: ВИР. 1989. 44 с.

## REFERENCES

1. Juraev, D.T., Amanov, O.A., Dilmurodov, S.D., Boysunov, N. B., Odirovich, J.F. (2020). To study the heat tolerance features of bread wheat varieties and species for the southern regions of the Republic of Uzbekistan. European Journal of Molecular & Clinical Medicine. Vol. 7, no. 2, pp. 2254–2270.

2. Lamichhane, S., Murata, C., Griffey, C.A., Thomason, W.E., Fukao, T. (2021). Physiological and Molecular Traits Associated with Nitrogen Uptake under Limited Nitrogen in Soft Red Winter Wheat. Plants. no. 10(1), 165. DOI: 10.3390/plants10010165.

3. Burdeniuk-Tarasevych, L.A., Lozinskyi, M.V. (2015). Pryntsypy pidboru par dlia hibrydzatsii v selektsii

ozymoi pshenytsi *T. aestivum* L. na adaptyvnist do umov dovkillia [Principles of selection of pairs for hybridization in selection of winter wheat *T. aestivum* L. for adaptability to environmental conditions]. Faktory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv [Factors of experimental evolution of organisms], no. 16, pp. 92–96. Available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/177369> (in Ukrainian).

4. Lytovchenko, A.O., Hlushko, T.V., Sydiakina, O.V. (2017). Yakist zerna sortiv pshenytsi ozymoi zalezno vid faktoriv ta umov roku vyroshchuvannya na pivdni Stepu Ukrainy [Grain quality of winter wheat varieties depending on the factors and conditions of the year of cultivation in the south of the Steppe of Ukraine]. Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia [Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Coast], no. 3(95), pp. 101–111. Available at: <http://hdl.handle.net/123456789/2143> (in Ukrainian).

5. Sydiakina, O.V., Dvoretzkyi, V.F. (2020). Produktivnist ozymoi pshenytsi zalezno vid kharchovykh foniv v umovakh Zakhidnoho Polissia [Productivity of winter wheat depending on food backgrounds in the conditions of Western Polissya]. Naukovi horyzonty [Scientific horizons], no. 7 (92), pp. 45–52.

6. Lozinskyi, M.V., Burdeniuk-Tarasevych, L.A., Dubova, O.A. (2016). Typy uspadkuvannya kilkosti zeren z roslyny u hibrydiv  $F_1$  i formotvorchy protses v hibrydnykh populiatsiakh  $F_2$  pshenytsi miakoi ozymoi, otrymanykh vid hibrydzatsii riznykh ekotypiv [Types of inheritance of the number of grains from a plant in  $F_1$  hybrids and the formation process in  $F_2$  hybrid populations of soft winter wheat obtained from hybridization of different ecotypes]. Ahrobiolohiia [Agrobiology], no. 2 (128), pp. 45–51. Available at: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1579> (in Ukrainian).

7. Jaskulska, I., Jaskulski, D., Gałęzowski, L., Knapowski, T., Kozera, W., Waclawowicz, R. (2018). Mineral composition and baking value of the winter wheat grain under varied environmental and agronomic conditions. J. Chem. no. 1, pp. 1–7. DOI: 10.1155/2018/5013825.

8. Egamov, I.U., Siddikov, R.I., Rakhimov, T.A., Yusupov, N.K. (2021). Creation of High-Yielding Winter Wheat Varieties with High Yield and Grain Quality Suitable for Irrigated Conditions. International Journal of Modern Agriculture. no. 10(2), pp. 2491–2506.

9. Zhivlyuk, E.K., Borodich, E.A. (2015). Nasledovanie produktivnosti glavnogo kolosa u mezhsortovyih gibridov myagkoy ozimoy pshenitsyi [Inheritance of main ear productivity in interspecific hybrids of soft winter wheat. Grodno]. Selskoe hozyaystvo – problemy i perspektivy [Agriculture – problems and prospects]. Grodno, pp. 50–58.

10. Shcherbakova, Y.U. (2021). Inheritance of economically valuable characteristics in intervarious hybrids of wheat in soft winter under forest steppe. Norwegian Journal of Development of the International Science. no. 55 (2), pp. 16–20.

11. Prasad, K.D., Haque, M.F., Ganguli, D.K. (1998). Heterosis studies for yield and its components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Indian J. Genet. no. 1, pp. 97–100.

12. Duktova, N.A., Duktov, V.P., Pavlovskiy, V.V. (2015). Tverdaya pshenitsa (*Triticum durum* Desf.) – novaya zernovaya kultura v Belarusi: problemy i perspektivy [Durum wheat (*Triticum durum* Desf.) – a new grain crop in Belarus: problems and prospects]. Izvestiya [News]. Belarusiya, no. 3, pp. 85–92.

13. Vasylykivskiy, S.P., Hudzenko, V.M. (2013). Kombinatsiina zdattist, uspadkuvannia ta transhresyivna minlyvist u hibrydiv yachmeniu yarohto za masoiu zerna z roslyny [Combinational ability, inheritance and transgressive variability in hybrids of spring barley by grain weight per plant]. *Ahrobiolohiia [Agrobiology]*, no. 10, pp. 166–170.
14. Tuktarova, N.G., Torbina, I.V. (2016). Proyavlenie geterozisa ozimoy pshenitsyi v gibridnom pitomniku pervogo goda [Manifestation of winter wheat heterosis in a hybrid nursery of the first year]. *Vladimirskij zemledec [Vladimir Farmer]*, no. 3 (77), pp. 35–37.
15. Bazalii, V.V., Boichuk, I.V. (2012). Transhresyivna minlyvist hibrydiv pshenitsi miakoi ozymoi i yii vykorystannia v selektsii [Transgressive variability of soft winter wheat hybrids and its use in breeding]. *Tavriiskiy naukovyi visnyk [Taurian Scientific Bulletin]*, no. 78, pp. 3–7. Available at: <http://hdl.handle.net/123456789/1938>
16. Orliuk, A.P., Bazalyi, V.V. (1998). Printsipyi transgresivnoy selektsii pshenitsyi [Principles of transgressive wheat selection]. Kherson, 274 p.
17. Khomenko, S.O., Fedorenko, M.V. (2015). Transhresyivna minlyvist oznak produktyvnosti hibrydiv drugoho pokolinnia pshenitsi tvrdoi yaroj [Transgressive variability of signs of productivity of hybrids of the second generation of durum spring wheat]. *Selektsiia i nasinnytstvo [Breeding and seed production]*, no. 107, pp. 97–104. DOI: 10.30835/2413-7510.2015.54041
18. Dubovyk, N.S., Humeniuk, O.V., Kyrylenko, V.V., Volohdina, H.B. (2018). Uspadkuvannia elementiv produktyvnosti ta yikh transhresyivna minlyvist u hibrydiv pshenitsi miakoi ozymoi, stvorenykh skhreshchuvanniam sortiv-nosiiv pshenychno-zhytnikh translokatsii [Inheritance of productivity elements and their transgressive variability in soft winter wheat hybrids created by crossing wheat-rye translocation carriers]. *Myronivskiy visnyk [Myronivskiy Herald]*, no. 7, pp. 26–38. DOI: 10.31073/mvis201807-03
19. Osmachko, O.M., Vlasenko, V.A., Osmachko, E.N. (2017). Transgressive variability of resistance against septoria of hybrids of soft winter wheat in the Forest-Steppe. *Selektsiino-henetychna nauka i osvita: materialy VI Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii [Breeding and Genetic Science and Education: Proceedings of the VI International Scientific Conference]*. Uman, pp. 92–96. Available at:
20. Bazalii, V., Domaratskyi, E., Boichuk, I., Teteruk, O., Kozlova, O., Bazalii, H. (2020). Henetychnyi kontrol i rekombinatsiia oznak stiikosti do vyliahannia u hibrydiv pshenitsi ozymoi za riznykh umov vyroshchuvannia [Genetic control and recombination of signs of resistance to lodging in winter wheat hybrids under different growing conditions]. *Ahrarni innovatsii [Agricultural innovations]*, pp. 87–93. DOI: 10.32848/ahran.innov.2020.4.13
21. Lozinskyi, M.V., Ustynova, H.L., Obrazhii, S.V. (2020). Uspadkuvannia i formotvorennia za kilkistiu koloskiv vid hibrydzatsii riznykh za tryvalistiu vechetatynoho periodu sortiv pshenitsi [Inheritance and formation by the number of spikelets from hybridization of different varieties of wheat during the vegetative period]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ahronomiia i biolohiia [Bulletin of Sumy National Agrarian University. Agronomy and Biology]*, no. 4 (42), pp. 9–16. Available at: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/6284>.
22. Vakhyi, S., Khakhula, V., Lozinska, T., Fedoruk, Y., Lozinskyi, M., Obrazhyy, S., Fedoruk, N., Panchenko, O., Yakovenko, O. (2019). Variation and transgressive variability of the stem length in  $F_1$  and  $F_2$  soft spring wheat under conditions of foreststeppe of Ukraine. *EurAsian Journal of BioSciences. Eurasia J Biosci* 13. pp. 1187–1193. Available at: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/3321>.
23. Hudzenko, V.M., Polishchuk, T.P., Babii, O.O. (2017). Kombinatsiina zdattist ta parametry henetychnoi variatsii za masoiu 1000 zeren yachmeniu bahatoriadnoho ozymoho v Lisostepu Ukrainy [Combination ability and parameters of genetic variation by weight of 1000 grains of long-row winter barley in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Myronivskiy visnyk [Myronivskiy Herald]*, no. 4, pp. 15–26. DOI: 10.31073/mvis201704-02
24. Shtuts, T.M. (2019). Proivav transhresii za oznakamy produktyvnosti hibrydiv drugoho pokolinnia ( $F_2$ ) soi [Manifestation of transgression on the basis of productivity of second-generation ( $F_2$ ) soybean hybrids]. *Kormy i kormovyrobnytstvo [Feed and fodder production]*, no. 88, pp. 3–7.
25. Lekhman, A.A. (2019). Proivav pozytyvnoi transhresyivnoi minlyvosti za kilkisnymy oznakamy produktyvnosti u hibrydiv kvasoli zvychnoi [Manifestation of positive transgressive variability in quantitative characteristics of productivity in hybrids of common beans]. *Kormy i kormovyrobnytstvo [Feed and fodder production]*, no. 87, pp. 39–42.
26. Barvichenko, S., Aralova, T. (2021). Transgressive variability of quantitative traits of productivity in  $F_2$  hybrids of fodder beans. *Kormy i kormovyi bilok: XIII Mizhnarodna naukova konferentsiia [Feed and Feed Protein: XIII International Scientific Conference]*. Vinnitsa, pp. 31–34.
27. Dorohov, B.A., Vasileva, N.M. (2018). Zimostoykost ozimoy pshenitsyi v usloviyah menyayushegosya klimata [Winter hardiness of winter wheat in a changing climate]. *Vesnik Michurinskogo gosudarstvennogo ahrarnogo universyteta [Bulletin of Michurinsk State Agrarian University]*, no. 2, pp. 63–67.
28. Radchenko, I.N. (2008). Proyavlenie polozhitelnoy transgresivnoy izmenchivosti po elementam produktyvnosti kolosa u gibridov  $F_2$  ozimoy myagkoy pshenitsyi [Manifestation of positive transgressive variability in the elements of ear productivity in  $F_2$  hybrids of winter bread wheat]. *Selektsiia i nasinnytstvo [Selection and production]*, no. 96, pp. 72–79. DOI: 10.30835/2413-7510.2008.77198
29. Raykov, G., Chamurliyski, P., Doneva, S., Penchev, E., Tsenov, N. (2016). Productivity performance of bread winter wheat genotypes of local and foreign origin. *Agricultural Science and Technology*. no. 84, pp. 276–279. DOI: 10.15547/ast.2016.04.052.
30. Tsenov, N., Gubarov, T., Yanchev, I. (2020). Correlations between grain yield and related traits in winter wheat under multi environmental traits. *Agricultural Science and Technology*. no. 12, pp. 295–300. DOI: 10.15547/ast.2020.04.047.
31. Kuperman, F.M. (1982). *Biologiya razvitiya kulturnykh rasteniy [Development biology of cultivated plants]*. Moscow, Higher school, 343 p.
32. Volkodav, V.V. (2003). *Metodyka derzhavnoho vyprovuvannia sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini: zahalna chastyna [Methods of state testing of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine: General part]*. Okhrona prav na sorty roslyn: Ofitsiinyi biuletyn [Protection of plant variety rights: Official Bulletin]. Issue 1, part 3, 106 p.
33. Voskresenskaia, H.S., Shpota, V.Y. (1967). *Tranhressyia pryznakov Brassica y metodyka kolychestvennoho ucheta etoho yavleniia [Transgression of Brassica traits and a method for quantifying this phenomenon]*. Doklad VASKNYL [VASKHNIL reports], no. 7, pp. 18–20.



34. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. no. 35, pp. 303–321.

35. Dospikhov, V.A. (1985). *Metodyka polevoho opytu* [Field experiment technique]. Moscow, Ahropromizdat, 352 p.

36. Shulgin, A.M. (1978). *Agrometeorologiya i agroklimatologiya* [Development biology of cultivated plants]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 200 p.

37. Fylyatenko, A.A., Shytova, Y.P., Korneichuk, V.A. (1989). *Shyrokyi unyfytsyrovannyi klasyfykator SJEV roda Triticum L.* [Wide unified CMEA classifier of the genus *Triticum L.*]. Lenynhrad, VYR, 44 p.

**Трансгрессивная изменчивость количества зерен главного колоса в популяциях F<sub>2</sub> при гибридизации разных по скороспелости сортов пшеницы мягкой озимой**

Лозинский М.В., Устинова Г.Л., Гуцалюк Н.В., Крицкая М.А., Прелипов Р.А., Бакуменко А.Ю.

В контрастные по гидротермическим условиям 2019–2020 годы исследовали гибридные популяции F<sub>2</sub>, созданные скрещиванием различных по скороспелости сортов пшеницы мягкой озимой. При использовании в различных схемах скрещивания раннеспелых, среднеранних, среднеспелых, среднепоздних сортов большинство популяций F<sub>2</sub>, как по среднему количеству зерен в колосе, так и максимальному ее проявлению значительно превышали исходные формы, характеризовались значительным формообразованием. Полученные результаты свидетельствуют о значительном влиянии подобранных пар гибридизации и гидротермических условий года на формирование количества зерен в популяциях F<sub>2</sub> пшеницы мягкой озимой. В то же время гибридные популяции, в которых материнской формой были раннеспелые сорта, меньше подвергаются воздействию неблагоприятных гидротермических условий.

По результатам исследований выделены гибридные популяции, которые в контрастные по гидротермическим условиям годы имели больше среднего по F<sub>2</sub> количество зерен в главном колосе и характеризовались высокими показателями степени и частоты положительных трансгрессий: Мироновская ранняя / Белоцерковская полукарликовая; Мироновская ранняя / Золотоколосая; Мироновская ранняя / Чернявая; Кольчуга / Столичная; Мироновская ранняя / Вдала; Щедрая нива / Видрада; Антоновка / Столичная.

Установленные корреляционные взаимосвязи между степенью фенотипического доминирования в F<sub>1</sub> и степенью и частотой положительных трансгрессий сви-

детельствуют о недостоверной слабой от прямой до обратной связи между этими показателями. На достоверном уровне в годы исследований установлена сильная ( $r=0,774\dots0,893$ ) корреляционная зависимость между степенью положительных трансгрессий и частотой рекомбинантов.

**Ключевые слова:** степень и частота трансгрессии, пшеница мягкая озимая, группы спелости, родительские формы, изменчивость, количество зерен главного колоса, популяции F<sub>2</sub>, степень фенотипического доминирования.

**Transgressive variability of the main ear grains number in F<sub>2</sub> populations in hybridization of soft winter wheat varieties that differ in early ripening**

Lozinskiy M., Ustinova H., Gutsalyuk N., Kritskaya M., Prelypov R., Bakumenko O.

The studies conducted in the contrastive by their hydrothermal conditions 2019–2020 examined F<sub>2</sub> hybrid populations created by crossing different early ripening varieties of soft winter wheat. Most of F<sub>2</sub> populations used in various cross-breeding schemes of early ripening, middle-early, medium-ripening, and middle-late varieties for both average number of grains in the ear and its maximum manifestation, significantly exceeded the original forms and characterized by significant formation. The obtained results indicate a significant influence of the selected pairs for hybridization and hydrothermal conditions of the year on the formation of the number of grains in F<sub>2</sub> populations of soft winter wheat. However, hybrid populations with early ripening varieties as the maternal form are less susceptible to adverse hydrothermal conditions.

The research results give ground for defining hybrid populations, which had less than the average number of grains in the ear for F<sub>2</sub> in the most contrastive hydrothermal conditions and were characterized by high rates and frequency of positive transgressions, namely: Myronivska early / B.Ts. semi-dwarf; Myronivska early / Zolotokosa.; Myronivska early / Chorniava; Kolchuga / Stolychna; Myronivska early / Vdala; Shchedra nyva / Vidrada; Antonivka / Stolychna.

The identified correlations between the degree of phenotypic dominance in F<sub>1</sub> and the degree and frequency of positive transgressions indicate an insignificantly weak direct to inverse relationship between these indicators. At a reliable level, in the years of research, a strong ( $r = 0.774\dots0.893$ ) correlation was found with the degree of positive transgressions and the frequency of recombinants.

**Key words:** degree and frequency of transgression, soft winter wheat, maturity groups, parental forms, variability, number of grains of the main ear, population F<sub>2</sub>, degree of phenotypic dominance.



Copyright: Лозинський М.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Лозинський М.В.

Устинова Г.Л.

<https://orcid.org/0000-0002-6078-3209>

<https://orcid.org/0000-0002-3056-358X>


УДК 635.652/.654:631.558.3

## Характеристика структури продуктивності, урожайності та якісного складу зерна сортів квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.)

Овчарук О.В.<sup>1</sup> , Каленська С.М.<sup>1</sup> , Овчарук В.І.<sup>2</sup> , Ткач О.В.<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Національний університет біоресурсів і природокористування України

<sup>2</sup> Подільський державний аграрно-технічний університет

 Овчарук О.В. E-mail: ovcharuk.oleh@gmail.com



Овчарук О.В., Каленська С.М., Овчарук В.І., Ткач О.В. Характеристика структури продуктивності, урожайності та якісного складу зерна сортів квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.). Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 106–115.

Ovcharuk O., Kalenska S., Ovcharuk V., Tkach O. Characteristics of the productivity structure, yield and quality composition of beans grain varieties (*Phaseolus vulgaris* L.). «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 106–115.

Рукопис отримано: 21.09.2021 р.

Прийнято: 06.10.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-106-115

У статті розглянуто результати досліджень, рівень індивідуальної продуктивності та якості сортів квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) в умовах Західного Лісостепу України.

Результатами проведених біометричних досліджень встановлено, що показники сортів квасолі різнилися за структурними елементами. За показниками висоти рослин сорти розподілено на групи: низькі (< 51 см) – Галактика, Перлина, Щедра, Мавка, Отрада, Несподіванка, Первомайська, Ювілейна 287, Станична, Надія Буковинка; середні (51–70 см) – Харківська штамбова, Веселка, Докучаєвська, Дніпрянка. Водночас кращі показники висоти прикріплення нижнього бобу встановлено у сортів Станична – 16,8 та Галактика – 16,3 см, а найменший у сорту Дніпрянка – 8,2 см. Варто зауважити, що цей показник найвищим був у сорту Перлина – 6,9 см, завдяки малій довжині бобів – 7–8 см. Тимчасом у сорту Станична вона залежала від довжини бобу (в середньому 12–15 см), цей показник був на рівні 4,9 см. Найменшу висоту від поверхні ґрунту до кінчика нижнього бобу відмічено у сортів Панна – 1,8 см та Дніпрянка – 2,3 см.

Серед досліджуваних показників встановлено кількість міжвузлів, найбільшою вона була у рослин сорту Несподіванка – 19,3 шт., найменшою у сортів Панна – 7,0 та Веселка – 8,8 шт. Найбільша кількість гілок була у сорту Славія – 4,4 шт., найменша у сорту Станична – 2,9 шт., у сортів Панна та Галактика – 3,1 шт. Кількість бобів з однієї рослини найбільшою була у сорту Несподіванка – 26,8 шт., найменша у сорту Станична – 8,2 шт. Досліджувані сорти за масою 1000 насінин розподілено за групами: мала (101–200 г) – Перлина, Щедра, Несподіванка; середня (201–400 г) – Ювілейна 287, Харківська штамбова, Веселка, Отрада, Мавка Докучаєвська, Первомайська, Дніпрянка, Буковинка, Надія; велика (401–800 г) – Галактика та Станична.

Урожайність квасолі залежала від особливостей та потенціалу досліджуваних сортів. Найвищу урожайність зерна квасолі в середньому за 2012–2018 рр. отримали у досліджуваних сортів: Перлина – 2,61 т/га, Харківська штамбова – 2,57, Несподіванка – 2,33, Мавка – 2,34, Первомайська – 3,41 та Надія – 2,36 т/га.

Відповідно до сорту встановлено біохімічний склад насіння квасолі: сирого протеїну – 18,75–23,38, клітковини – 3,7–5,5, золи – 3,29–3,94, БЕР – 55,5–59,9 %.

**Ключові слова:** квасоля звичайна, продуктивність, сорт, висота рослини, висота прикріплення нижнього бобу, кількість міжвузля, боби, зерно, маса 1000 насінин, урожайність, якісні показники зерна.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Зернобобові культури – важливе джерело харчового білка та цінні попередники у сівознах. Нині у світі під зернобобові культури відведено майже 200 млн га, а їх валовий

збір перевищує 390 млн т [1]. Квасоля впевнено займає важливе місце у групі бобових. Обсяги виробництва зерна квасолі в Україні зростають, що підвищує її споживання. Серед стримуючих чинників поширення квасолі в Україні основним

є низька технологічність сортів [2]. Незадовільна придатність до механізованого збирання сортів є однією з причин, що обмежує поширення квасолі як польової культури [3, 4]. Розроблення адаптивної технології вирощування та впровадження у виробництво нових сортів квасолі звичайної забезпечить ефективне використання біологічного потенціалу і ґрунтово-кліматичних умов. Отже, лише комплексне вивчення агробіологічних особливостей сортів квасолі та удосконалення технології вирощування сприятиме управлінню продукційним процесом посівів, зростанню валового збору зерна [5].

Збільшення обсягів виробництва зерна бобових культур має важливе значення для забезпечення населення високобілковими продуктами харчування [6].

Нині селекціонери досягнули значних успіхів у створенні нових сортів квасолі звичайної. Важливим напрямом селекційної роботи з цією культурою є створення скоростиглих сортів, які будуть гарантом отримання стабільного врожаю. Визначення рівня реакції рослин на мінливі чинники середовища з метою добору найбільш перспективного селекційного матеріалу, який забезпечує стабільний прояв досліджуваної ознаки, – основне завдання селекційних установ [7].

Щоб конкурувати на ринку сортів, сучасні вітчизняні сорти гороху, сої, квасолі, нуту та сочевиці повинні мати принаймні три основні властивості: економічно вигідна висока та стабільна урожайність у конкретній кліматичній зоні, придатність до механізованого вирощування, висока якість продукції.

Урожайність сорту визначається передусім його продуктивністю та кількістю рослин на одиницю площі [8].

Придатність до механізованого збирання урожаю – це комплексна ознака, яка складається у зернобобових культур зі стійкості рослин до вилягання, висоти прикріплення нижнього ярусу бобів над рівнем ґрунту, стійкості рослин до розтріскування бобів після досягання та висипання насіння, форми рослини [9].

Формування продуктивності рослин квасолі є важливими показником, що характеризує процеси росту і розвитку. Інтенсивність ростових процесів прямо пропорційно збільшує продуктивність бобових культур. Інтенсифікація процесів росту і розвитку рослин обмежується сортовими особливостями культури за впливу абіотичних та біотичних чинників [10, 11].

**Мета дослідження** – вивчити біометричні показники сортів квасолі звичайної, рівень урожайності та якості зерна в умовах Лісостепу України.

**Матеріал і методи дослідження.** Експериментальну роботу проводили впродовж 2012–2018 рр. в умовах дослідного поля Подільського державного аграрно-технічного університету.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем глибокий малогумусний, середньосуглинковий на лесі. Рівень гумусу (за Тюрнімом) в орному шарі – 3,3–3,9 %, легкогідролізованого азоту (за Корнфільдом) – 10,5–12,2, рухомого фосфору (за Чіріковим) – 16,5, калію (за Чіріковим) – 21,0 мг/100 г ґрунту, рН (сольове) – 7,1.

Погодно-кліматичні умови регіону характеризуються достатнім забезпеченням тепла з недовгим рівнем зволоження. Підвищення температури відмічається в ранньовесняний період. У літній період також спостерігається підвищення температур. Тривалість теплового періоду становить 230–265 діб, а період активної вегетації – 155–170 діб. Показники суми активних температур становлять 2300–2750 °С, ГТК на рівні 1,3–2,0, кількість опадів за рік знаходиться в межах 498–675 мм, середня температура повітря 7,8 °С.

У досліді вивчали сорти квасолі звичайної, що внесені до реєстру сортів, дозволених для використання на території України. Ширина міжрядь – 45 см. Загальна площа елементарної ділянки – 45,0 м<sup>2</sup>, облікової – 25,2 м<sup>2</sup>.

Харківська штамбова. Сорт виведений у Харківському інституті механізації та електрифікації сільського господарства масовим відбором ранньостиглих форм з селекційного № 80–189. Різновидність *ellipticus albus*. Стебла кущової форми, компактні, висотою 40–60 см. Мають квіти білого кольору. Висота прикріплення нижнього бобу на рівні 12–20 см. Сорт стійкий до розтріскування бобів. Насіння біла, еліптичної форми, з гладенькою та блискучою поверхнею з рубчиком білого кольору. Маса 1000 зерен – 245 г. Вміст протеїну сягає 23,6 %. Має високі смакові якості та добре розварюється. Сорт вирощують на зерно. Вегетаційний період – 79–90 діб. Рівень урожайності – 16–20 ц/га зерна [12].

Мавка. Виведений селекціонерами Інституту землеробства НААН України. Рослини досягають висоти 50–60 см, з прикріпленням нижнього бобу на рівні 12–14 см. Облиственість добра. Рослини індетермінантні з завиваючою верхівкою. Ботанічна різновидність *var. ellipticus albus*. Підсім'ядольне коліно світло-зелене, квітка біла, боби жовтого кольору, із загостреним кінчиком, зернівка – овально-еліптична, білого кольору з ледь помітним мармуровим рисунком. Маса 1000 зерен – 280 г. Вегетаційний період – 105 діб. Вміст протеїну в зерні – 23 %.

Сорт вирощують на зерно, стійкий до вилягання. Має високі смакові якості та добре розварюється. Стійкий до хвороб, а також до квасолевої зернівки. Придатний для механізованого збирання. Рівень урожайності – 2,6–2,8 т/га зерна. Рекомендований для вирощування в Лісостепу та Поліссі України [13].

Надія. Виведений селекціонерами Буковинського інституту АПВ УААН індивідуальним добром з гібридної комбінації Бельцька 16×Первомайська. Ботанічна різновидність *ellipticus albus*. Кущовий, з висотою рослин 45–50 см, висота прикріплення нижнього бобу 15–18 см. Квітка білого кольору. Стійкий до розтріскування бобів. Насінина біла, еліптичної форми з гладенькою, блискучою поверхнею і білим рубчиком. Маса 1000 зерен – 226–234 г. Вміст протеїну – до 26 %. Має високі смакові якості та добре розварюється. Вирощують на зерно. Придатний до механізованого збирання. Холодостійкий. Тривалість вегетації – 80–85 діб. Урожайність – в межах 23–27 ц/га [12].

Буковинка. Виведений селекціонерами Буковинського інституту АПВ УААН індивідуальним відбором з гібридної комбінації Алуна×Альфа. Різновидність *ellipticus albus*. Стебло – кущ, середньо розгалужений. Висота рослин 50–55 см, прикріпленням нижнього бобу 15–17 см. Квітка біла, по 2–6 в китиці. Стійкий до розтріскування бобів. Насінина біла, еліптичної форми з гладенькою, блискучою поверхнею і рубчиком білого кольору. Маса 1000 зерен – 233–246 г. Вміст білка – 26 %. Сорт зернового напрямку, технологічний. Тривалість вегетаційного періоду – 80–85 діб. Урожайність зерна – 26,3–26,7 ц/га [14].

Перлина. Виведений селекціонерами Інституту землеробства НААН України індивідуальним добром з гібридної комбінації Чорна магія×Fruhe Warch. Ботанічна різновидність *var. sphaericus albus*. Рослини індетермінантного типу з завиваючою верхівкою. Кущі стійкі до вилягання, висотою 60–70 см, висота прикріплення нижнього бобу – 12–14 см. Зерно біле, з високими смаковими якостями та доброю розварюваністю. Вміст протеїну – 24 %. Квітки білого кольору. Маса 1000 насінин – 212 г. Стійкий до хвороб, шкідників та розтріскування бобів. Тривалість вегетаційного періоду 105 діб. Урожайність зерна – 2,6–2,8 т/га. Придатний до механізованого збирання. Зернового напрямку використання.

Щедра. Виведений селекціонерами Інституту землеробства НААН України. Ботанічна різновидність *var. ellipticus albus*. Рослини кущової форми з товстим стеблом (7–9 мм) і високим гілкуванням (5–7 гілок). Висота рослин

50–55 см, прикріплення нижнього бобу 8–11 см. Зерно біле. Сорт зернового напрямку, технологічний. Вміст білка 23 %. Маса 1000 насінин – 208–215 г. Стійкий до осипання, ураження найбільш поширеними хворобами, а також пошкодження квасолевою зернівкою. Урожайність 2,7–2,9 т/га. Вегетаційного період – 105 діб. Придатний до механізованого збирання. Сорт зернового напрямку використання.

Галактика. Виведений в Інституті кормів НААН індивідуальним добром з гібридної комбінації Сакса б/в 6/5/ Zeneth. Різновидність *oblongus niger variegatus*. Тип росту рослин – кущовий, рослини прямостоячі, висота рослин сорту – 40–45 см, висота прикріплення нижнього бобу – 15–17 см. Листки трійчасті, зеленого кольору, середнього розміру. Суцвіття – багатоквіткова китиця. Колір квітки – фіолетовий. Насіння середнього розміру, ниркоподібне. Насіння чорне з коричневим. Маса 1000 насінин – 344,7 г. Вміст білка – 20–22 %. Тривалість вегетаційного періоду – 87–89 діб. Урожайність 22,8–24,5 ц/га. Середньостиглий, технологічний. Стійкий до хвороб та вилягання, посухостійкий [15]. Має високі смакові якості, добро розварюваність.

Докучаєвська. Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва. Сорт компактної кущової форми, висотою 44 см. Характеризується високою стійкістю до вилягання. Сорт посухостійкий, стійкий до осипання, пристосований до механізованого збирання. Насіння середньої величини, гладке, овальне, біле, маса 1000 зерен – 243 г. У зерні міститься 22,5 % білка. Має відмінні смакові якості. Тривалість вегетаційного періоду – 78–90 діб. Районований для вирощування в Лісостепу та Степу, перевищує стандарт на 3,2 %. Урожайність у середньому становить 21,9 ц/га.

Первомайська. Інститут механізації та електрифікації сільського господарства. Сорт кущової форми, висотою 48 см. Характеризується високою стійкістю до вилягання. Сорт пристосований до механізованого збирання. Насіння гладке, овальне, біле, маса 1000 зерен – 260 г. У зерні міститься 25,7 % білка. Має високі смакові якості. Для сорту характерні дружність і середньостиглість. Тривалість вегетаційного періоду – 80–95 діб. Районований для вирощування в Лісостепу та Поліссі, перевищує стандарт на 3,5 %. Урожайність в середньому становить 21 ц/га. За механізованого прибирання найвищий урожай був отриманий у виробничих умовах – 30,5 ц/га.

Дніпрянка. Виведений на Красноградській дослідній станції Інституту зернового господарства УААН. Рік реєстрації: 2005. Рослина

кущової форми, кущ стиснутий, стебло з обмеженим ростом, заввишки 55–57 см. Листки великі, зеленого кольору. Листочки яйцевидні. За досягання рослин листя опадає. Вегетаційний період – 88–95 діб. Зернівка біла, еліптична, середньої крупності. Маса 1000 насінин – 200–220 г. Вміст білка в зерні – 25–27 %. Боб довгий (9–12 см), слабо зігнутий з загостреною верхівкою. На рослинах 22–25 шт. бобів. Нижні боби розташовані на висоті 12 см. Кількість насінин у бобі 5–7.

Ювілейна 287. Середньостиглий компактний сорт кvasолі з дуже рясним плодоношенням. Тривалість вегетаційного періоду майже 3 місяці. Боби округлої форми, сплюснені, досягають 15 см в довжину, блідо-зелені або жовтуваті. Насіння має біле забарвлення з рожевими крапками. Рекоменується садити кvasолію на добре дренованих, легких ґрунтах, які містять велику кількість гумінових сполук.

Панна. Оригіатор – Національний науковий центр "Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України".

Несподіванка. Інститут зернового господарства Української академії аграрних наук; Красноградська дослідна станція Інституту зернового господарства Української академії аграрних наук.

Отрада. Оригіатор – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Устимівська дослідна станція. Створено методом багаторазового індивідуального добору із сорту Харківська штамбова, різновид *ellipticus albus*. Сорт із насінням середньої крупності (маса 1000 насінин – 220–245 г) та білим забарвленням насінневої оболонки. Кущ компактний, із щільно прилягаючими гілочками, зі стійкістю до вилягання вище середнього рівня. Нижній ярус бобів розташовується на висоті від поверхні ґрунту в середньому 14–15 см. Компактна форма куща забезпечує дружнє дозрівання насіння.

Славія. Сорт виведено в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН індивідуальним добром з гібридної комбінації Харківська штамбова / К-14998. Різновидність *ellipticus albus variegates*. Тип росту рослин – кущовий, рослини прямостоячі, висота рослин сорту – 48 см, прикріплення нижнього бобу – 12,5 см. Листки трійчасті, зеленого кольору, середнього розміру. Суцвіття – багатоквіткова китиця. Колір квітки – білий. Боби жовтого кольору, слабо зігнуті. Насіння середнього розміру, еліптичної форми. Насіннева оболонка білого кольору. Маса 1000 насінин – 301,6 г. Вміст білка в насінні – 25,6 %. Тривалість вегетаційного періоду – 86 діб. Потенціал урожайності насіння в умовах Лісостепу – 2,7 т/га.

Середньостиглий, технологічний. Стійкий до основних грибкових, вірусних хвороб і вилягання, посухостійкий, придатний до механізованого збирання. Сорт зернового типу. Має високі смакові якості, добру розварюваність.

#### Результати дослідження та обговорення.

Встановлено, що за біометричними показниками рослини кvasолі звичайної різнилися сортовими особливостями. За висотою рослини розподілили на групи: низькі (< 51 см) – Галактика, Перлина, Щедра, Мавка, Отрада, Несподіванка, Первомайська, Ювілейна 287, Станична, Надія Буковинка; середні (51–70 см) – Харківська штамбова, Веселка, Докучаєвська, Дніпрянка (табл. 1).

Висота прикріплення нижнього бобу та відстань від поверхні ґрунту до кінчика нижнього бобу характеризують придатність сортів кvasолі звичайної до механізованого збирання. Показники висоти прикріплення нижнього бобу найвищі у сортів Станична – 16,8 см та Галактика – 16,3 см, найнижчі у сорту Дніпрянка – 8,2 см. Однак висота від поверхні ґрунту до кінчика нижнього бобу найвищою була у сорту Перлина – 6,9 см, оскільки середня довжина бобу 7–8 см. У сорту Станична, через більші розміри бобів 12–15 см, цей показник був на рівні 4,9 см. Найнижчим цей показник був у сортів Панна – 1,8 см та Дніпрянка – 2,3 см.

Досліджувані сорти також відрізнялися за показником кількості міжвузлів та гілок. Найбільші у сорту Несподіванка – 19,3 шт., найменше у сортів Панна – 7,0 та Веселка – 8,8 шт. Найбільшу кількість гілок встановлено у сорту Славія – 4,4 шт., найменшу у сорту Станична – 2,9 шт., у сортів Панна та Галактика – 3,1 шт.

Найбільшу кількість бобів з однієї рослини встановлено у сорту Несподіванка – 26,8 шт., найменшу у сорту Станична – 8,2 шт. (табл. 2).

Кількість зерен з рослини найбільшою була у сорту Перлина – 139,7 шт., найменшою у сорту Станична – 30,5 шт. Маса зерен з рослини залежала від сортових особливостей, і найбільшою була у сорту Харківська штамбова – 27,6 г, найменшою у сорту Ювілейна 287 – 14,4 г. Досліджувані сорти залежно від маси 1000 зерен розподілили на групи: мала (101–200 г) – Перлина, Щедра, Несподіванка; середня (201–400 г) – Харківська штамбова, Мавка, Веселка, Отрада, Докучаєвська, Ювілейна 287, Первомайська, Дніпрянка, Буковинка, Надія, Подоляночка; велика (401–800 г) – Галактика та Станична. Найвищу масу 1000 насінин встановлено у сорту Станична – 530,7 г, тимчасом найдрібніше насіння було у сорту Перлина – 189,9 г.

Таблиця 1 – Біометричні показники сортів квасолі звичайної (середнє за 2012–2018 рр.)

Сорт	Висота, см			Кількість, шт.	
	рослини	прикріплення нижнього бобу	від поверхні ґрунту до кінчика нижнього бобу	міжвузлів	гілок
Мавка	47,4	14,8	5,6	9,3	3,5
Перлина	43,8	15,1	6,9	10,6	3,4
Галактика	32,7	16,3	5,1	11,4	3,1
Харк. штамбова	69,4	11,8	3,2	12,7	3,7
Щедра	36,5	13,5	5,7	10,9	4,2
Веселка	64,7	15,5	4,1	8,8	3,3
Отрада	39,8	14,1	6,6	14,6	4,8
Докучаєвська	51,3	14,5	5,8	15,7	3,2
Несподіванка	48,2	14,6	5,5	19,3	3,5
Ювілейна 287	33,5	13,2	5,1	10,1	3,6
Первомайська	42,6	12,3	5,4	16,4	4,1
Дніпрянка	62,8	8,2	2,3	17,2	3,8
Станична	38,2	16,8	4,9	9,1	2,9
Буковинка	45,8	12,4	5,0	16,2	3,5
Надія	44,9	13,7	5,2	16,6	4,0
Славія	29,5	10,3	3,1	9,3	4,4
Панна	32,8	11,4	1,8	7,0	3,1
<i>НІР<sub>05</sub></i>	<i>1,84</i>	<i>0,97</i>	<i>0,41</i>	<i>0,76</i>	<i>0,53</i>

Таблиця 2 – Індивідуальна продуктивність рослин та урожайність сортів квасолі звичайної (середнє 2012–2018 рр.)

Сорт	Кількість з рослини, шт.		Маса, г		Урожайність, т/га
	бобів	зерен	зерен з рослини	1000 насінин	
Мавка	22,3	116,1	25,1	215,4	2,34
Перлина	28,5	139,7	27,6	189,9	2,61
Галактика	9,9	40,2	15,2	420,0	1,82
Харк. штамбова	23,6	98,1	29,3	285,7	2,47
Щедра	21,8	96,6	15,4	145,4	1,66
Веселка	11,3	42,4	16,7	391,2	1,57
Отрада	27,4	80,9	21,4	250,7	2,38
Докучаєвська	23,2	87,3	19,8	233,6	1,72
Несподіванка	26,8	133,2	21,9	165,1	2,33
Ювілейна 287	16,2	58,1	14,4	261,3	1,41
Первомайська	22,9	101,4	25,3	247,8	1,97
Дніпрянка	24,3	84,6	20,1	253,4	2,08
Станична	8,2	30,5	17,2	530,7	2,02
Буковинка	23,1	105,7	24,5	210,8	2,51
Надія	23,6	110,4	23,3	200,3	2,36
Славія	20,7	55,6	16,2	270,4	2,64
Панна	15,9	50,1	15,9	302,5	1,73
<i>НІР<sub>05</sub></i>					<i>0,08</i>

За результатами досліджень урожайність квасолі залежала від особливостей та потенціалу досліджуваних сортів. Найвищу урожайність зерна квасолі в середньому за 2012–2018 рр. отримали у досліджуваних сортів Перлина – 2,61 т/га, Харківська штамбова – 2,57, Несподіванка – 2,33, Мавка – 2,34, Первомайська – 3,41 та Надія – 2,36 т/га.

Основним показником продуктивності рослин є не лише врожайність, а і якість зерна квасолі. Квасоля звичайна як високобілкова зернобобова культура є цінною за вмістом органічних сполук, сухої речовини, до складу якої входить 20–30 % вуглеводів.

Кількісний і якісний склад білків, жирів, вуглеводів у зерні квасолі залежить від сортових особливостей, умов вирощування і технологічних заходів. У зв'язку з цим потребує вивчення вплив екологічних умов та складових адаптивної технології вирощування квасолі на якісний склад зерна, зокрема на вміст сирого протеїну. На утворення і накопичення сирого протеїну та кількісний вміст інших показників впливає тривалість вегетаційного періоду, інтенсивність сонячної радіації, температурний режим повітря та ґрунту.

За результатами лабораторних досліджень зерна квасолі вміст сухої речовини в досліджуваних сортах за роками суттєво не змінювався, і становив у середньому 87,02–88,91 %. Найнижчим показником вмісту сухої речовини серед сортів вирізняється Панна – 87,02 %, Славія – 87,11, Докучаєвська – 87,71 та Подоляночка – 87,97 %. Найвищі показники вмісту сухої речовини були у сортів Перлина – 88,50 %, Галактика – 88,57 та Отрада – 88,91 % (табл. 3).

Вміст сирого білка у сортів за своїми показниками був різним. Підвищеними показниками вирізняються сорти Галактика – 23,7 %, Буковинка та Надія – 22,5, Славія – 22,0 %. Середні показники вмісту сирого білка встановлено у сортів Ювілейна 287 – 20,9 %, Щедра – 21,0, Харківська штамбова – 21,4, Веселка – 21,7 % та інші. Найнижчі показники відмічено у сортів Первомайська – 19,70 %, Отрада – 19,80, Докучаєвська і Дніпрянка – 20,10 %.

Вміст сирого жиру в зерні квасолі звичайної найнижчим був у сортів Славія – 0,90 %, Панна – 1,10 та Станична – 1,25 %. Найвищі показники мали сорти Первомайська – 1,66 %, Харківська штамбова – 1,75, Перлина – 1,86 %.

Таблиця 3 – Якісний склад зерна сортів квасолі звичайної (середнє 2013–2015 рр.)

Сорт	Вміст у натуральній величині, %					
	сухої речовини	сирого білка	сирого жиру	клітковини	золи	БЕР
Мавка (к)	88,01	21,6	1,55	4,26	3,84	56,76
Перлина	88,18	21,4	1,86	5,10	3,58	56,2
Галактика	88,48	23,7	1,44	3,79	3,41	56,1
Харківська штамбова	88,24	21,4	1,75	4,25	3,75	57,12
Щедра	88,01	21,0	1,64	4,52	3,41	57,45
Веселка	87,90	21,7	1,32	3,85	3,42	57,58
Отрада	88,36	19,8	1,63	4,53	3,26	59,13
Докучаєвська	87,58	20,1	1,61	4,19	3,19	58,49
Несподіванка	88,02	21,3	1,62	4,51	3,64	56,97
Ювілейна 287	88,04	20,9	1,38	4,23	3,55	57,96
Первомайська	88,15	19,7	1,66	4,21	3,60	58,97
Дніпрянка	87,81	20,1	1,35	3,89	3,69	58,72
Станична	88,07	22,1	1,25	3,89	3,45	57,39
Буковинка	88,03	22,5	1,52	4,13	3,69	56,18
Надія	87,81	22,5	1,46	3,90	3,63	56,34
Славія	87,65	22,0	0,90	4,33	3,14	57,30
Панна	87,49	21,9	1,10	4,37	3,15	56,94
Станд. відх.	0,35	0,97	0,19	0,33	0,19	0,97
V, %	0,39	4,58	12,65	7,77	5,33	1,68

За вмістом клітковини в зерні квасолі найменші показники у сортів Галактика – 3,79 %, Веселка – 3,85, Дніпрянка та Станична – 3,89, Надія – 3,90 %. Високими показниками вмісту клітковини вирізнялися сорти Несподіванка – 4,51 %, Щедра – 4,52, Перлина – 5,10 %. Показник БЕР у сортів становив від 56,18 у сорту Буковинка до 59,13 % у сорту Отрада.

Відповідно до значень коефіцієнта варіації ( $V\%$ ), варіювання показників якості зерна квасолі звичайної було різним. Так, найвище значення коефіцієнта варіації у сортів відмічено за вмістом сирого жиру – 12,65 %, що вказує на невелике варіювання цього показника у сортів, а найнижчі – за вмістом сухої речовини ( $V = 0,39\%$ ), БЕР ( $V = 1,68\%$ ), сирого білка ( $V = 4,58\%$ ), золи ( $V = 5,33\%$ ), клітковини ( $V = 7,77\%$ ), що вказує на незначне варіювання ознаки.

**Висновки.** Встановлено, що залежно від кількості бобів з рослини найбільш продуктивними були сорти квасолі звичайної – Перлина, Мавка, Отрада, Несподіванка, Первомайська та Дніпрянка.

Показники маси зерен з рослини найбільшими були у сортів Харківська штамбова та Перлина. Маса 1000 зерен у більшості сортів належить до середньої групи, сорти Галактика та Станична – до великої.

За врожайністю найбільш продуктивними були сорти Славія та Перлина, рівень урожайності яких становив 2,64–2,61 т/га.

За результатами аналізу якісного складу насіння сортів квасолі підвищений вміст сирого протеїну характерний для сортів Буковинка, Надія, Славія, Щедра, Перлина та Галактика – 22,0–23,7 %.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Січкач В.І. Сучасний стан і перспективи вирощування зернобобових культур на нашій планеті. 2016: Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України: матеріали міжнародної наукової конференції. 11–12 серпня 2016 р. Вінниця: Діло. 2016. С. 14–15.
2. Дупляк О., Ковальчук Т., Веселовська О. Особливості успадкування ознак придатності до механізованого збирання міжсортними гібридами F1-F3 квасолі звичайної. Селекція і насінництво. 2011. Вип. 100. С. 264–270.
3. Дупляк О.Т., Ганіна О.О. Особливості прояву господарсько-цінних ознак квасолі звичайної в умовах Північного Лісостепу України. Селекція і насінництво. 2009. Вип. 97. С. 113–118.
4. Мазур О.В., Паламарчук В.Д., Мазур О.В. Порівняльна оцінка сортів квасолі звичайної за господарсько-цінними ознаками. Сільське господарство та лісівництво. 2017. № 6. Т. 1. С. 116–124.
5. Овчарук О.В. Характеристика сортів квасолі звичайної в умовах Лісостепу західного. Зб. наук. праць

Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Вип. 17, Том I. Київ. 2013. С. 236–239.

6. Стаканов Ф.С. Фасоль. Кишинев: Штиинца. 1986, 168 с.
7. Лучна І.С., Петренкова В.П. Характеристика колекційних сортозразків квасолі за екологічною пластичністю продуктивності та стійкості до хвороб. Селекція і насінництво. 2009. Вип. 97. С. 154–161. DOI: 10.30835/2413-7510.2009.77057.
8. Кобизєва Л.Н. Різноманіття колекційного матеріалу гороху, сої, квасолі, нуту та сочевиці за рівнем біологічної урожайності. Селекція і насінництво, 2014. Випуск 106. С. 34–41. DOI: 10.30835/2413-7510.2014.42099.
9. Мазур О.В., Колісник О.М., Телекало Н.В. Генотипові відмінності сортозразків квасолі звичайної за технологічністю. Сільське господарство та лісівництво: збірник наукових праць ВНАУ. 2017. Вип. 7. Т. 2. С. 33–39.
10. Полянская Л.Н., Загинало Н.И. Новые сорта фасоли. Селекция и семеноводство. №3, 1991. С. 39–40.
11. Авадэний Л.П., Возиян В.И., Таран М.Г. Результаты и перспективы селекции фасоли в Молдове. Зернобобовые и крупяные культуры: всероссийский научно-производственный журнал. Орёл, 2013. № 4 (8). С. 34–37.
12. Овчарук О.В., Акуленко В.В. Урожайність та якість зерна сортів квасолі в умовах Лісостепу Західного. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2016. Вип. 1. С. 58–65.
13. Голодна А.В., Акуленко В.В., Столяр О.О. Формування продуктивності квасолі звичайної залежно від елементів технології вирощування в північній частині Лісостепу. Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». К., 2013. Вип. 1–2. С. 120–124.
14. Створення нових сортів квасолі та їх впровадження у виробництво / М.Г. Голохоринська та ін. Міжвід. темат. наук. зб. інституту рослинництва ім. Юр'єва УААН. № 90. Харків. 2005. С. 149–152.
15. Глявин А.В. Характеристика гібридів квасолі F<sub>1</sub>. Корми і кормовиробництво. 2011. Вип. 68. С. 12–17.
16. Effect of fertilizers for *Phaseolus vulgaris* L. productivity in Western Forest-Steppe of Ukraine / Didur I. et al. Ukrainian Journal of Ecology, 2021. 11(1). P. 419–424.
17. Акуленко В.В. Продуктивність сортів квасолі залежно від технології вирощування в північному Лісостепу. Інноваційні технології підвищення ефективності виробництва і зберігання сільськогосподарської продукції: мат. Міжнарод. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів та студентів. Харків, 2013. С. 16–18.
18. Мазур О.В. Генотипні відмінності сортозразків квасолі звичайної за зерновою продуктивністю і адаптивністю. Напрями досліджень в аграрній науці: стан та перспективи: всеукраїнська наукова конференція аспірантів, магістрів та студентів. Вінниця. 2017. С. 104–105.
19. Головань Л.В., Пузик В.К., Попов В.М. Мінливність ферментних систем у представників роду *Phaseolus* L. Генетичні ресурси рослин. 2011. № 9. С. 175–181.
20. Безугла О.М., Кобизєва Л.Н. Генетичні ресурси рослин у вирішенні проблем селекції квасолі в Україні. Зб. наук. пр. Селекційно-генетичного інституту. 2015. Вип. 26. С. 74–83.



## REFERENCES

1. Sichkar, V.I. (2016). Suchasnyi stan i perspektyvy vyroshchuvannya zernobobovykh kultur na nashii planeti: materialy mizhnarodnoi naukovoï konferentsii [The current state and prospects of growing legumes on our planet]. 2016: Zernobobovi kultury ta soia dla staloho rozvytku ahrarynoho vyrobnytstva Ukrainy [2016: Legumes and soybeans for sustainable development of agricultural production in Ukraine]. Vinnytsia, pp. 14–15.
2. Duplyak, O., Koval'chuk, T., Veselovs'ka, O. (2011). Osoblyvosti uspadkuvannya oznak prydatnosti do mekhanizovanoho zbyrannya mizhsortovymy hibrydamy  $F_1$ - $F_3$  kvasoli zvychnoyi [Peculiarities of inheritance of signs of suitability for mechanized harvesting by interspecific hybrids of  $F_1$ - $F_3$  common beans]. *Celektsiya i nasinnytstvo* [Breeding and seed production], no. 100, pp. 264–270.
3. Duplyak, O.T., Hanina, O.O. (2009). Osoblyvosti proyavu hospodars'ko tsinnykh oznak kvasoli zvychnoyi v umovakh Pivnichnogo Lisostepu Ukrayiny [Peculiarities of manifestation of economically valuable signs of common beans in the conditions of the Northern Forest-Steppe of Ukraine]. *Celektsiya i nasinnytstvo* [Breeding and seed production], no. 97, pp. 113–118.
4. Mazur, O.V., Palamarchuk, V.D., Mazur, O.V. (2017). Porivnialna otsinka sortiv kvasoli zvychnoi za hospodarsko-tsinnnyimi oznakamy [Comparative evaluation of varieties of common beans on economically valuable grounds]. *Cilske hospodarstvo ta lisivnytstvo* [Agriculture and forestry], no. 6, Vol. 1, pp. 116–124.
5. Ovcharuk, O.V. (2013). Kharakterystyka sortiv kvasoli zvychnoi v umovakh Lisostepu zakhidnogo [Characteristics of varieties of common beans in the Western Forest-Steppe]. *Zb. nauk. prats Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv* [Coll. Science. Proceedings of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets], no. 17, Vol. I, pp. 236–239.
6. Stakanov, F.S. (1986). Fasol [Beans]. *Kyshynev, Shtyntsya*, 168 p.
7. Luchna, I.S., Petrenkova, V.P. (2009). Kharakterystyka kolektsiinykh sortozrazkiv kvasoli za ekolohichnoiui plastychnostiui produktyvnosti ta stiikosti do khvorob [Characteristics of collection varieties of beans by ecological plasticity of productivity and resistance to diseases]. *Celektsiya i nasinnytstvo* [Breeding and seed production], no. 97, pp. 154–161. DOI: 10.30835/2413-7510.2009.77057.
8. Kobzyeva, L.N. (2012). Potensial zernobobovykh kul'tur dlya stvorennia sortiv, prydatnykh do mekhanizovanoho zbyrannya urozhayu [Variety of collection material of peas, soybeans, beans, chickpeas and lentils according to the level of biological yield]. *Celektsiya i nasinnytstvo* [Breeding and seed production], no. 106, pp. 10–15.
9. Mazur, O.V., Kolisnyk, O.M., Telekalo, N.V. (2017). Henotypovi vidminnosti sortozrazkiv kvasoli zvychnoi za tekhnolohichnostiui [Genotypic differences in varieties of common beans by manufacturability]. *Cilske hospodarstvo ta lisivnytstvo: zbirnyk naukovykh prac' VNAU* [Agriculture and forestry: collection of scientific works of VNAU], no. 7, Vol. 2, pp. 33–39.
10. Polianskaia, L.N., Zahynailo, N.Y. (1991). Novye sorta fasoly [New varieties of beans]. *Celektsiya i nasinnytstvo* [Breeding and seed production], no. 3, pp. 39–40.
11. Avadenyi, L.P., Vozyian, V.Y., Taran, M.H. (2013). Rezultaty y perspektyvy selektsyy fasoly v Moldove [Results and prospects of bean breeding in Moldova]. *Zernobobovye y krupiane kultury: vserysiyskyi nauchno-proyvodstvennyi zhurnal* [Legumes and Cereals: all-Russian Research and Production Journal], no. 4 (8), pp. 34–37.
12. Ovcharuk, O.V., Akulenko, V.V. (2016). Urozhaynist' ta yakist' zerna sortiv kvasoli v umovakh Lisostepu Zakhidnogo [Yield and grain quality of bean varieties in the Western Forest-Steppe]. *Zbirnyk naukovykh prats' NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN"* [Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture NAAS"], no. 1, pp. 58–65.
13. Holodna, A.V., Akulenko, V.V., Stoliar, O.O. (2013). Formuvannya produktyvnosti kvasoli zvychnoi zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya v pivnichnii chastyni Lisostepu [Formation of productivity of common beans depending on the elements of cultivation technology in the northern part of the Forest-Steppe]. *Zb. nauk. prats NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN"* [Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture NAAS"], no. 1–2, pp. 120–124.
14. Holokhorynska, M.H., Ovcharuk, O.V., Velychko, S.I., Vykhrystiuk, M.A. (2005). Stvorennia novykh sortiv kvasoli ta yikh vprovadzhennia u vyrobnytstvo [Creation of new varieties of beans and their introduction into production]. *Mizhvid. temat. nauk. zb. instytutu roslynnytva im. Jur'jeva UAAN* [Interdepartmental thematic scientific collection of the Institute of Plant Breeding. Yuriev UAAS], no. 90, pp. 149–152.
15. Hliavyn, A.V. (2011). Kharakterystyka hibrydiv kvasoli  $F_1$ . [Characteristics of  $F_1$  bean hybrids]. *Kormy i kormovyrobnytstvo* [Feed and feed production], no. 68, pp. 12–17.
16. Didur, I., Chynchyk, O., Pantsyeva, H., Olifirovych, S., Olifirovych, V., Tkachuk, O. (2021). Effect of fertilizers for *Phaseolus vulgaris* L. productivity in Western Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 11(1), pp. 419–424.
17. Akulenko, V.V. (2013). Produktyvnist sortiv kvasoli zalezno vid tekhnolohii vyroshchuvannya v pivnichnomu Lisostepu. Innovatsiini tekhnolohii pidvyshchennia efektyvnosti vyrobnytstva i zberihannia silskohospodarskoi produktsii: mat. Mizh narod. nauk. – prakt. konf. molodykh vchenykh, aspirantiv ta studentiv [Productivity of varieties of beans depending on the technology of cultivation in the northern forest-steppe. Innovative technologies to increase the efficiency of production and storage of agricultural products: mat. Between the people. Science. – practice. conf. of young scientists, graduate students and students]. *Kharkiv*, pp. 16–18.
18. Mazur, O.V. (2017). Henotypni vidminnosti sortozrazkiv kvasoli zvychnoi za zernovoiui produktyvnostiui i adaptivnostiui [Genotypic differences in varieties of common beans in grain productivity and adaptability]. *Napriamy doslidzhen v ahraryi nauks: stan ta*

perspektyvy: vseukrainska naukova konferentsiia aspirantiv, mahistriv ta studentiv [Areas of research in agricultural science: status and prospects: all-Ukrainian scientific conference of graduate students, masters and students]. Vinnytsia, pp. 104–105.

19. Holovan, L.V., Puzik, V.K., Popov, V.M. (2011). Minlyvist fermentnykh system u predstavnykh rodu *Phaseolus* L. [Variability of enzyme systems in members of the genus *Phaseolus* L.]. *Henetychni resursy roslyn* [Genetic resources of plants], no. 9, pp. 175–181.

20. Bezuhla, O.M., Kobyzieva, L.N. (2015). *Henetychni resursy roslyn u vyrishenni problem selektsii kvasoli v Ukraini* [Genetic resources of plants in solving problems of bean breeding in Ukraine]. *Zb. nauk. pr. Selektiino-henetychnoho instytutu* [Collection of scientific works of the Breeding and Genetic Institute], Issue 26, pp. 74–83.

#### Характеристика структуры производительности, урожайности и качественного состава зерна сортов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.)

Овчарук О.В., Каленская С.М., Овчарук В.И., Ткач О.В.

В статье рассмотрены результаты исследований сортов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.), их производительность и качественные показатели в условиях Западной Лесостепи.

Результаты биометрического анализа показывают, что растения фасоли различались по показателям в зависимости от сорта. По высоте растения сорта распределились следующим образом: низкие (<51 см) – Галактика, Перлина, Щедра, Мавка, Отрада, Несподиванка, Первомайская, Юбилейная 287, Станичная, Надия, Буковинка; средние (51–70 см) – Харьковская штамбовая, Веселка, Докучаевская, Днипрянка. Высота прикрепления нижнего боба высокой была у сортов Галактика и Станичная – 16,6 см, у сорта Отрада – 16,3 см, самой низкой в сорта Днипрянка – 7,7 см. Лучшие показатели высоты прикрепления нижнего боба установлены у сортов Станичная – 16,8 см и Галактика – 16,3 см, самый низкий у сорта Днипрянка – 8,2 см. При этом высота от поверхности почвы до кончика нижнего боба наибольшей была в сорта Перлина – 6,9 см, благодаря длине бобов 7–8 см. Тогда как у сорта Станичная она зависела от длины бобов (в среднем 12–15 см) этот показатель был на уровне 4,9 см. Самой низкой высота от поверхности почвы до кончика нижнего боба была у сортов Панна – 1,8 см и Днипрянка – 2,3 см.

Установлено, что наибольшее количество междоузлий было у сорта Несподиванка – 19,3 шт., наименьшее – у сортов Панна – 7,0 и Веселка – 8,8 шт. Количество ветвей наибольшим было у сорта Славия – 4,4 шт., наименьшим у сорта Станичная – 2,9 шт., у сортов Панна и Галактика – 3,1 шт. Наибольшее количество бобов на растении установлено у сорта Несподиванка – 26,8 шт., наименьшее у сорта Станичная – 8,2 шт. Исследуемые сорта по массе 1000 семян распределены по группам: малая (101–200 г) – Перлина, Щедра, Несподиванка; средняя (201–400 г) – Харьковская штамбовая, Мавка, Веселка, Отрада, Докучаевская, Юбилейная 287, Первомайская,

Днипрянка, Буковинка, Надия; большая (401–800 г) – Галактика и Станичная.

Урожайность фасоли зависела от особенностей и потенциала исследуемых сортов. Наивысшую урожайность зерна фасоли в среднем за 2012–2018 гг. получили в исследуемых сортах: Перлина – 2,61 т/га, Харьковская штамбовая – 2,57, Несподиванка – 2,33, Мавка – 2,34, Первомайская – 3,41 и Надия – 2,36 т/га.

В зависимости от сорта зерно фасоли содержит сырого протеина в пределах от 18,75 % у сорта Первомайская до 23,38 % у сорта Славия. Содержание клетчатки – 3,7–5,5, золы – 3,29–3,94, БЕВ – 55,5–59,9 %.

**Ключевые слова:** фасоль обыкновенная, производительность, сорт, высота растения, высота прикрепления нижнего боба, количество междоузлий, бобы, зерно, масса 1000 семян, урожайность, качественные показатели зерна.

#### Characteristics of the productivity structure, yield and quality composition of beans grain varieties (*Phaseolus vulgaris* L.)

Ovcharuk O., Kalenska S., Ovcharuk V., Tkach O.

The article considers the results of research on common beans varieties (*Phaseolus vulgaris* L.), their productivity and quality indicators in the Western Forest-Steppe.

The results of biometric analysis show that bean plants differed in terms of variety. According to the height of the plant, the varieties were distributed as follows: low (< 51 cm) – Galaktyka, Perlyna, Shchedra, Mavka, Otrada, Nespodivanka, Pervomaiska, Yuvileyna 287, Stanychnaya, Nadiya, Bukovynka; medium (51–70 cm) – Kharkivska shtambova, Veselka, Dokuchaevska, Dniprianka. The height of attachment of the lower bean was the highest in the varieties Galaktyka and Stanychnaya – 16,6 cm, in Otrada variety – 16,3 cm, the lowest in the Dniprianka variety – 7,7 cm. At the same time, the height from the soil surface to the tip of the lower bean was the highest in the Perlyna variety – 6,9 cm, due to the length of the beans 7–8 cm. While in the variety Stanychnaya, due to the length of the beans 12–15 cm, this figure was 4,9 cm. The lowest height from the soil surface to the tip of the lower bean was in the Panna variety – 1,8 cm and the Dniprianka variety – 2,3 cm, respectively.

It was found that the largest number of internodes was in the variety Nespodivanka – 19,3 pieces, the lowest in the varieties Panna – 7,0 and Veselka – 8,8 pieces. The number of branches was the largest in the variety Slaviya – 4,4 pieces, the smallest in the variety Stanychnaya – 2,9 pieces, in the varieties Panna and Galaktyka – 3,1 pieces. The largest number of beans on the plant is set in the Nespodivanka variety – 26,8 pcs., the smallest in the variety Stanychnaya – 8,2 pcs. The studied varieties by weight of 1000 seeds are divided into groups: small (101–200 g) – Perlyna, Shchedra, Nespodivanka; medium (201–400 g) – Kharkivska shtambova, Mavka, Veselka, Otrada, Dokuchaevska, Yuvileyna 287, Pervomaiska, Dniprianka, Bukovynka, Nadiya; large (401–800 g) – Galaktyka and Stanychnaya.

The yield of beans depended on the characteristics and potential of the studied varieties. The highest yield of bean

grain on average in 2012–2018 was obtained in the studied varieties: Perlyna – 2,61 t/ha, Kharkivska shtambova – 2,57 t/ha, Nespodivanka – 2,33 t/ha, Mavka – 2,34 t/ha, Pervomaiska – 3,41 t/ha and Nadiya – 2,36 t/ha.

Depending on the variety, the bean grain contains crude protein in the range of 18,75 % in the Pervomaiska variety to

23,38 % in the Slavia variety. The fiber content is 3,7–5,5 %, ash – 3,29–3,94 %, BER – 55,5–59,9 %.

**Key words:** common bean, productivity, variety, plant height, height of attachment of the lower bean, number of internodes, beans, grain, weight of 1000 seeds, yield, grain quality indicators.



Copyright: Овчарук О.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Овчарук О.В.

Каленська С.М.

Овчарук В.І.

Ткач О.В.

<https://orcid.org/0000-0002-1117-962X>


<https://orcid.org/0000-0002-3392-837X>

<https://orcid.org/0000-0003-2115-0916>

<https://orcid.org/0000-0002-1368-673X>

УДК 631.811: 633.15:631.445.21(447.81)

## Винос біогенних елементів кукурудзою на зерно залежно від удобрення і вапнування у Західному Поліссі

Польовий В.М. , Ященко Л.А. , Ровна Г.Ф. *Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН України* rivne\_apv@ukr.net

Польовий В.М., Ященко Л.А., Ровна Г.Ф. Винос біогенних елементів кукурудзою на зерно залежно від удобрення і вапнування у Західному Поліссі. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 116–123.

Polovyi V., Yashchenko L., Rovna H. Removal of nutrients by corn depending on fertilization and liming in Western Polissia. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 116–123.

Рукопис отримано: 17.08.2021 р.

Прийнято: 01.09.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-116-123

У статті наведено результати досліджень впливу вапнування та удобрення на вміст і винос азоту, фосфору і калію рослинами кукурудзи за вирощування на дерново-підзолистому зв'язнопіщаному ґрунті Західного Полісся. Визначено, що вміст основних поживних елементів змінювався у межах 1,63–1,90 і 0,77–0,86 % для азоту, 0,51–0,59 і 0,32–0,41 % для фосфору, 0,31–0,45 і 1,24–1,32 % для калію відповідно в основній і побічній продукції залежно від варіантів. Найвищі показники накопичення біогенних елементів відзначено за сумісного застосування 1,0 Нг дози доломітового борошна і мінерального живлення  $N_{120}P_{90}K_{120}$  із додаванням  $S_{40}$  і мікродобрива Нутривант Плюс зерновий (2 кг/га). Господарський винос елементів переважно залежав від поєднання компонентів удобрення і доз вапнування. Максимальні показники виносу, які у 1,8–2,3 раза для основної і 2,0–2,3 раза для побічної продукції перевищували дані на контролі, встановлено за застосування 1,0 Нг дози доломітового борошна сумісно з мінеральними добривами у нормі  $N_{120}P_{90}K_{120}$  і додаванням  $S_{40}$  та  $S_{40}$  і мікродобрива Нутривант Плюс зерновий (2 кг/га). Більш стабільною величиною, що дає змогу корегувати систему живлення культури, є показник виносу елементів на одиницю основної та відповідну кількість побічної продукції. Встановлено, що за вапнування та удобрення відбувається посилене споживання азоту, фосфору і калію рослинами кукурудзи, і зростає показник нормативного виносу. У досліді найвищі значення виносу 33,5 і 32,6 кг/т за азотом, 12,3 і 12,4 за фосфором, 26,9 і 24,1 кг/т за калієм отримано у варіантах комплексного застосування 1,0 Нг дози доломітового борошна,  $N_{120}P_{90}K_{120}$  із додатковим внесенням сірки та сірки і мікродобрива.

**Ключові слова:** кукурудза, вапнування, удобрення, урожайність, азот, фосфор, калій, вміст, винос.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Головним завданням агропромислового виробництва є максимальна реалізація значного генетичного потенціалу продуктивності гібридів кукурудзи завдяки науково обґрунтованому підходу оптимізації чинників, які регулюють урожайність. Важливо розуміти здатність різних частин рослин до накопичення елементів живлення, щоб правильно налаштувати агротехнічні поради та оновити програми селекції для підвищення ефективності використання поживних речовин та врожайності кукурудзи [1].

Основним методом визначення необхідних норм мінеральних добрив під запланований урожай є балансний. Для визначен-

ня розрахункових норм мінеральних добрив важливе значення мають показники виносу поживних елементів урожаєм основної і побічної продукції [2]. Впровадження новітніх технологій вирощування та високопродуктивного гібридного складу кукурудзи вимагають корегування рівнів виносу елементів рослинами. Виходячи з цього, оновлення показників диференційованого виносу біогенних елементів зерном і нетоварною частиною урожаю кукурудзи у сівозміні залежно від агроресурсного навантаження дасть змогу вирішувати питання, пов'язані з кругообігом поживних речовин, для створення оптимальних рівнів живлення рослин, підвищення родючості ґрунту [3].

Кукурудза – дуже вимоглива до родючості ґрунтів культура. Створення оптимального рівня мінерального живлення для рослин є однією з основних умов поєднання високої урожайності та ресурсозбереження [4]. Дослідженнями встановлено, що за сприятливих ґрунтово-кліматичних умов та високого рівня технології вирощування досягається більш повне засвоєння елементів живлення рослинами на одиницю врожаю [5, 6].

Потреба в елементах живлення визначається за допомогою хімічного аналізу, у результаті виконання якого встановлюють їх вміст у основній і побічній продукції [7]. Показники вмісту у біомасі рослин, включаючи надземні органи і кореневу систему, характеризують загальну потребу в елементах, тобто показують біологічний винос. Кількість елементів, що знаходиться в основній і побічній продукції врожаю, становить його господарський винос.

Рослина поглинає з ґрунту азот, фосфор, калій протягом усього періоду вегетації. Важливим моментом у живленні культур є періодичність, коли засвоєння елементів відбувається у певні фази росту і розвитку у різних кількостях. Кількість та інтенсивність надходження азоту в рослини кукурудзи зростає, починаючи з фази 6–8 листків, і досягає максимуму в період викидання волоті-цвітіння качана, після чого його споживання помітно спадає [8]. Фосфор споживається від початку до кінця вегетації, калій – від сходів до викидання волоті і закінчується у фазі молочної та воскової стиглості [9].

У середньому на 1 т зерна з відповідною кількістю стебел і листя рослини використовують 24–30 кг азоту, 10–12 кг фосфору і 25–30 кг калію, по 6–10 кг магнію і кальцію [10]. Винос поживних речовин культурою змінюється залежно від продуктивності кукурудзи і визначається як ґрунтово-кліматичними умовами її вирощування, так і системою живлення. Зі збільшенням удвічі дози азоту, фосфору і калію підвищується і рівень їх виносу, однак не пропорційно. У сівозміні це підвищення становить відповідно за елементами 14,7 %, 1,7 і 6,1 %. Однак внесення добрив не змінює співвідношення елементів у загальному виносі. Найбільша частка азоту, дещо менша – на калію, тимчасом фосфору найменша:  $N > K_2O > P_2O$  [11, 12].

Для активного росту та розвитку рослин кукурудзи сприятливою є реакція ґрунтового розчину в межах  $pH_{KCl}$  6,5–7,5, за пониженого рівня кислотності 5,0–5,5 урожайність культури знижується до 30 % [13]. Без застосування добрив і меліорантів на кислому дерново-підзолистому ґрунті одержано низький урожай у

результаті значної загибелі рослин (32,1 %), крім того маса одного качана була невисокою – 151 г, а вихід зерна з качана становив 71,1 % [14]. Застосування в зернопросапній сівозміні мінеральних добрив сумісно з вапнуванням в 1,4–2,2 рази збільшувало господарський винос основних елементів живлення з одиниці площі, підвищуючи його переважно завдяки росту врожайності культури [15].

Отже, актуальним є на основі параметрів вмісту елементів живлення в основній і побічній продукції кукурудзи визначити нормативи виносу азоту, фосфору і калію рослинами у конкретних умовах.

**Мета дослідження** – встановити нормативні показники виносу головних біогенних елементів основною і побічною продукцією кукурудзи залежно від удобрення і вапнування у стаціонарному досліді на дерново-підзолистому ґрунті.

**Матеріал і методи дослідження.** Польові дослідження проводили упродовж 2016–2020 рр. у стаціонарному досліді Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН України в короткоротаційній сівозміні на дерново-підзолистому зв'язнопіщаному ґрунті на трьох полях, чергування культур – пшениця озима, кукурудза на зерно, ячмінь ярий, ріпак озимий. Технологія вирощування кукурудзи на зерно – загальноприйнята для зони Полісся. Захист від шкідників, хвороб і бур'янів проводили за інтенсивною технологією.

Схема досліді містила варіанти: без добрив (контроль);  $N_{120}P_{90}K_{120}$  – фон; фон +  $CaMg(CO_3)_2$  (1,0 Нг); фон +  $CaMg(CO_3)_2$  (1,0 Нг) +  $S_{40}$ ; фон +  $CaMg(CO_3)_2$  (1,0 Нг) +  $S_{40}$  + мікродобриво; фон +  $CaMg(CO_3)_2$  (1,5 Нг); фон +  $CaCO_3$  (1,0 Нг).

Мінеральні добрива вносили згідно зі схемою досліді у формі аміачної селітри, амофосу, калію хлористого. Хімічні меліоранти застосовували перед закладанням стаціонарного досліді у формі доломітового ( $CaMg(CO_3)_2$ ) і вапнякового борошна ( $CaCO_3$ ), 1 Нг доза встановлена за рівнем гідролітичної кислотності досліджуваного ґрунту.

Азотні ( $N_{30}$ ), фосфорно-калійні та сіркові ( $S_{40}$ ) добрива вносили під зяблеву оранку, решту азотних добрив ( $N_{90}$ ) – під передпосівну культивування. Позакореневе підживлення рослин кукурудзи проводили мікродобривом Нутривант Плюс зерновий (2 кг/га) у фазі 4–5 та 6–8 листків.

Аналіз рослинного матеріалу у повітряно-сухому стані на вміст елементів живлення після мокрого озолення за К'ельдалем проводили методами: азот – із реактивом Несслера,

фосфор – фотометрично, калій – методом полуменевої фотометрії [16].

Статистичне оброблення одержаних результатів досліджень здійснювали методом дисперсійного аналізу за Б.О. Доспеховим із використанням комп'ютерних програм Microsoft Office Excel, Statistica.

#### Результати дослідження та обговорення.

Дослідженнями встановлено певні закономірності в акумуляції елементів живлення в рослинах кукурудзи залежно від удобрення та вапнування. Добрива помітно впливають на вміст елементів у тканинах рослини, змінюючи умови живлення, активізуючи і прискорюючи темпи їх накопичення (табл. 1).

Вміст основних поживних речовин коливався у межах 1,63–1,90 % азоту, 0,51–0,59 % фосфору, 0,31–0,45 % калію в основній продукції, і 0,77–0,86, 0,32–0,41, 1,24–1,32 % відповідно у побічній продукції. Найвищі показники накопичення біогенних елементів відзначено у варіанті із внесенням 1,0 Нг дози доломітового борошна сумісно з мінеральним фоном, сіркою та мікродобривом. Підвищення вмісту поживних елементів у органах рослин кукурудзи за інтенсифікації системи удобрення культури відзначається у роботах багатьох дослідників [17–20].

За порівняння дії 1,0 Нг дози доломітового і вапнякового борошна вміст поживних елементів у зерні був вищим у варіанті з  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  і становив 1,76 % за азотом, 0,57 % за фосфором, 0,41 % за калієм, тимчасом у побічній продукції дані показники істотно не відрізнялися.

Величина споживання поживних речовин рослинами залежить від величини урожаю культури. Результати досліджень довели, що урожайність основної та побічної продукції змінювалася залежно від досліджуваних чинників і варіювала в межах 4,35–9,26 і 7,90–15,7 т/га відповідно (рис. 1).

Співвідношення основної до побічної продукції становило 1,69–1,85. Зниження величини співвідношення зерно:листо-стебельна маса у варіантах удобрення та меліорації порівняно з варіантом мінерального фону вказує на позитивну дію меліорантів на формування основної частини урожаю. Водночас вищу урожайність зерна на 3,2 % і соломи на 4,4 % одержано за удобрення  $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$  на фоні 1,0 Нг дози доломітового борошна порівняно з такою самою дозою вапнякового борошна. Застосування сірки як окремо, так і з мікродобривом Нутривант Плюс зерновий у комплексі з фоном і 1,0 Нг дозою доломітового борошна позитивно впливало на збільшення продуктивності культури: приріст урожаю зерна від вказаних чинників становив 0,26–0,80 т/га.

На зміну виносу елементів живлення з ґрунту врожаєм кукурудзи значний вплив мали добрива та хімічні меліоранти, оскільки ці чинники безпосередньо впливали на динаміку як урожайності культури, так і вмісту азоту, фосфору і калію у продукції.

Найменший винос азоту 73,1 кг/га, фосфору 22,6 кг/га, калію 16,1 кг/га в основній продукції, та 54,0, 25,1, 92,9 кг/га відповідно в побічній продукції відзначено у варіанті без добрив (табл. 2). Застосування рекомендованої дози мінеральних добрив  $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$  сприяло зростанню цих показників у 1,3–1,5 і 1,4–1,6 раза щодо попереднього варіанта залежно від виду продукції.

За внесення доломітового і вапнякового борошна у всіх варіантах простежується підвищення виносу біогенних елементів у межах 118,7–168,5 кг/га азоту, 39,8–52,3 кг/га фосфору, 27,4–33,1 кг/га калію в зерні, і 107,7–125,3, 37,8–56,0, 130,3–191,7 кг/га в соломі відповідно. Досліджено, що найбільший вплив на винос поживних елементів мало застосування 1,0 Нг дози доломітового борошна за мінераль-

Таблиця 1 – Вміст елементів живлення в рослинах кукурудзи залежно від удобрення та вапнування, % на суху речовину (середнє за 2016–2020 рр.)

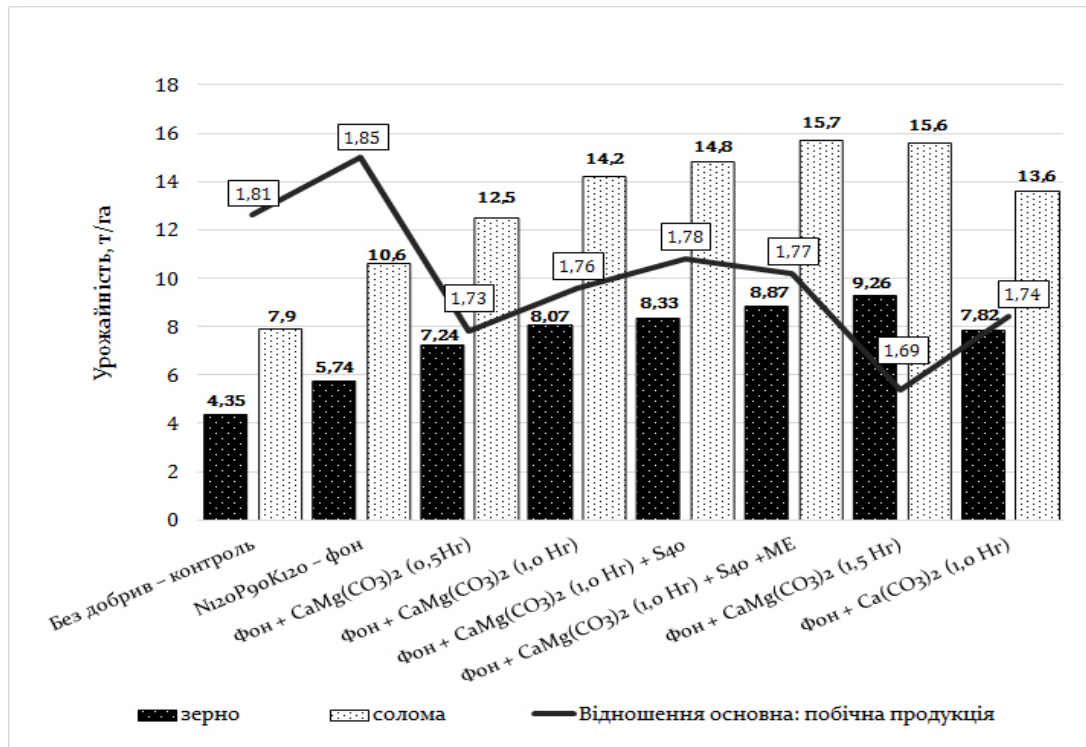
Варіант	Основна продукція			Побічна продукція		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Без добрив - контроль	1,68	0,52	0,37	0,71	0,33	1,22
$\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$ - фон	1,66	0,53	0,43	0,84	0,36	1,24
Фон + $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (0,5Нг)	1,64	0,55	0,45	0,86	0,34	1,24
Фон + $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (1,0 Нг)	1,76	0,57	0,41	0,81	0,35	1,26
Фон + $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (1,0 Нг) + S <sub>40</sub>	1,85	0,56	0,39	0,85	0,38	1,3
Фон + $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (1,0 Нг) + S <sub>40</sub> +ME	1,9	0,59	0,32	0,86	0,41	1,32
Фон + $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (1,5 Нг)	1,63	0,53	0,31	0,77	0,32	1,25
Фон + $\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$ (1,0 Нг)	1,67	0,51	0,35	0,79	0,35	1,27
НІР <sub>05</sub>	0,07	0,05	0,04	0,04	0,03	0,06

ного живлення  $N_{120}P_{90}K_{120}$  сумісно з сіркою  $S_{40}$  та позакореневим підживленням Нутривант Плюс зерновий (2 кг/га), що підвищувало винос у 1,8–2,3 раза в основній і 2,0–2,3 раза у побічній продукції.

Отже, за поліпшення умов живлення кукурудзи на фоні удобрення та хімічної меліорації зростає не лише урожайність зерна і листо-стебельної маси, а й відбувається підвищене накопичення елементів у продукції, у зв'язку з чим зростає їх господарський

винос. Однак для коригування системи живлення культури доцільно використовувати показники виносу елементів на формування одиниці основної і відповідної кількості побічної продукції, оскільки цей показник меншою мірою залежить від зміни умов вирощування.

Під час аналізування результатів дослідження визначено, що у варіанті без добрив відносний винос на 1 т зерна і відповідну кількість соломи становив 29,2 кг азоту, 11,0 кг фосфору і 25,1 кг калію (рис. 2).



$НР_{05}$  – основна продукція 0,35 т/га; побічна продукція 0,52 т/га

Рис. 1. Продуктивність кукурудзи у досліді, середнє за 2016–2020 рр.

Таблиця 2 – Винос елементів урожаєм кукурудзи залежно від удобрення та вапнування, кг/га (середнє за 2016–2020 рр.)

Варіант	Основна продукція			Побічна продукція			Господарський винос		
	N	$P_2O_5$	$K_2O$	N	$P_2O_5$	$K_2O$	N	$P_2O_5$	$K_2O$
Без добрив – контроль	73,1	22,6	16,1	54,0	25,1	92,9	127,1	47,7	109,0
$N_{120}P_{90}K_{120}$ – фон	95,3	30,4	24,7	88,2	37,8	130,3	183,5	68,2	154,9
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (0,5Hr)	118,7	39,8	32,6	107,7	42,6	155,3	226,5	82,4	187,9
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (1,0 Hr)	142,0	46,0	33,1	115,0	49,7	179,0	257,1	95,7	212,0
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (1,0 Hr) + $S_{40}$	154,1	46,6	32,5	125,3	56,0	191,7	279,4	102,7	224,2
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (1,0 Hr) + $S_{40}$ + ME	168,5	52,3	28,4	120,5	57,5	185,0	289,1	109,8	213,4
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (1,5 Hr)	150,9	49,1	28,7	116,2	48,3	188,7	267,2	97,4	217,4
Фон + $Ca(CO_3)_2$ (1,0 Hr)	130,6	39,9	27,4	107,5	47,6	172,8	238,1	87,5	200,2
$НР_{05}$	2,64	1,37	1,28	4,17	1,27	4,59	4,72	2,38	3,18

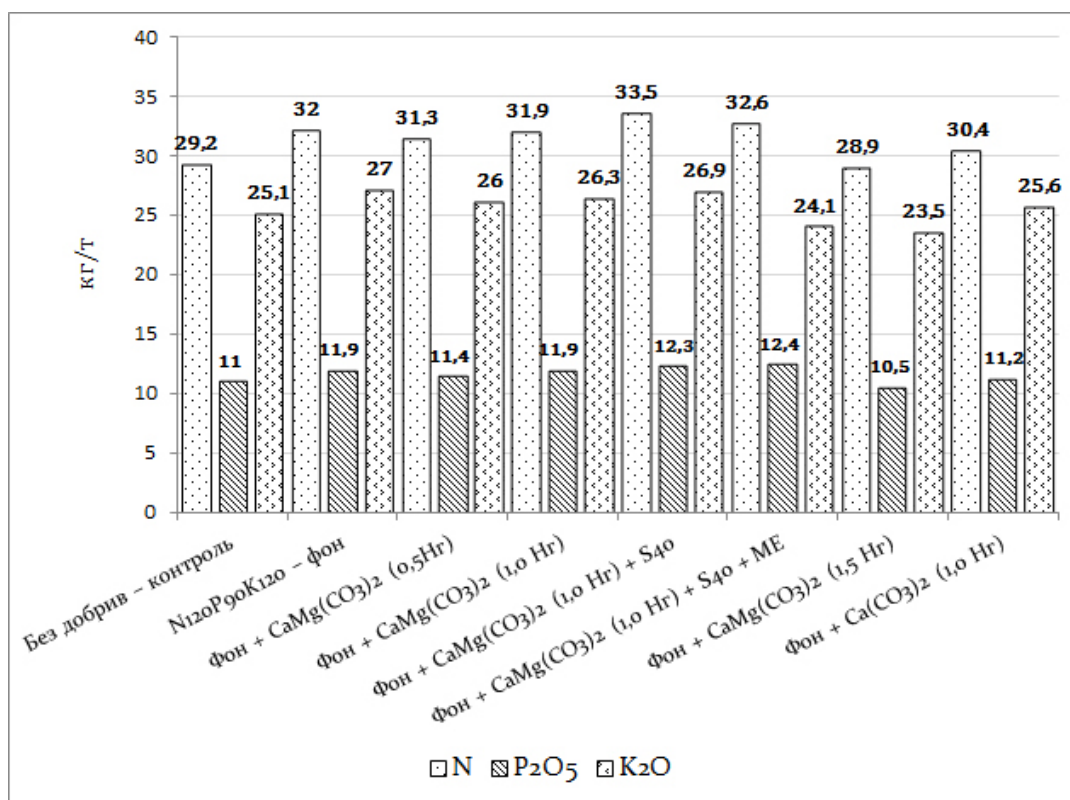


Рис. 2. Нормативний показник виносу основних елементів живлення на формування 1 т зерна і відповідну кількість побічної продукції кукурудзи на зерно, кг (середнє за 2016–2020 рр.)

Однак внесення 1,5 Нг дози доломітового борошна на фоні мінерального живлення зумовило деяке зниження витрат елементів у формуванні одиниці продукції кукурудзи, що може бути пов'язано з поліпшенням кислотного режиму дерново-підзолистого ґрунту.

У варіантах 1,0 Нг дози доломітового і вапнякового борошна не відзначено істотної різниці між нормативними показниками виносу за елементами.

Найвищі величини нормативного виносу встановлено у варіантах із додаванням сірки і мікроелементів у систему мінерального живлення за внесення 1,0 Нг доломітового борошна: 32,6–33,5 кг/т за азотом, 12,3–12,4 кг/т за фосфором, 24,1–26,9 кг/т за калієм.

Отже, за умов планування підвищеної урожайності зерна кукурудзи завдяки інтенсифікації системи її живлення слід враховувати щораз більшу потребу культури в основних елементах живлення.

**Висновки.** За вирощування кукурудзи на дерново-підзолистому ґрунті Західного Полісся застосування вапнякових матеріалів на

фоні N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> забезпечило істотне зростання врожайності зерна на 2,89–4,91 т/га, соломи – на 4,40–7,80 т/га до варіанта без добрив, та формування відношення основної до побічної продукції на рівні 1,69–1,78. Вміст елементів живлення змінювався залежно від удобрення та вапнування у зерні в межах 1,63–1,90 % для азоту, 0,53–0,59 % фосфору, 0,31–0,45 % калію, у листо-стебельній масі – в межах 0,77–0,86, 0,32–0,41, 1,25–1,32 % відповідно. Найвищий нормативний показник виносу основних поживних елементів на формування 1 т основної і відповідної кількості побічної продукції відзначено у варіантах внесення 1,0 Нг дози доломітового борошна сумісно з N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> за додавання S<sub>40</sub> та S<sub>40</sub> і мікродобрива Нутривант Плюс зерновий (2 кг/га): 33,5 і 32,6 кг/т азоту, 12,3 і 12,4 кг/т фосфору, 26,9 і 24,1 кг/т калію. Отже, підвищена потреба в елементах живлення за умови вапнування дерново-підзолистого ґрунту та її забезпечення сприяють формуванню підвищених урожаїв як порівняно з контролем, так і одностороннім внесенням мінеральних добрив.



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Macronutrient Management Effects on Nutrient Accumulation, Partitioning, Remobilization, and Yield of Hybrid Maize Cultivars / Ray K. et al. *Front. Plant Sci.* 2020. Vol. 11:1307. DOI: 10.3389/fpls.2020.01307
2. До проблеми аналітичної оцінки ефективності мінеральних добрив та екологічної оцінки їх норми / за ред. О.В. Харченка, М.Г. Собка. Суми: Університетська книга, 2016. 31 с.
3. Господаренко Г.М., Прокопчук І.В., Бойко В.П. Засвоєння основних елементів живлення з ґрунту й мінеральних добрив кукурудзою. *Зб. наук. пр. Уманського НУС.* 2019. Вип. 95. Ч. 1. С. 76–89.
4. Белов Я.В. Напрями оптимізації технологій вирощування насіння кукурудзи за умов змін клімату. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2018. Вип. 4 С. 74–81 DOI: 10.31521/2313-092X/2018-4(100)
5. Біологічні вимоги гібридів кукурудзи до умов вирощування в Західному Лісостепу / Волощук О.П. та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2019. Вип. 65. С. 22–36. DOI: 10.32636/01308521.2019-(65)-3.
6. Оптимізація удобрення та родючості ґрунту у сівозмінах: монографія / за ред. А.С. Заришняка. Київ: Аграрна наука, 2015. 208 с.
7. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт–рослина / за ред. А.І. Фатєєва, В.П. Самохвалової. Харків: КП «Міськдрук», 2012. 146 с.
8. Ciampitti, I.A., Vyn, T.J. Grain nitrogen source changes over time in maize: A review. *Crop Science.* 2013. Vol. 53. Issue 2. P. 366–377. DOI: 10.2135/cropsci2012.07.0439
9. Maize nutrient accumulation and partitioning in response to plant density and nitrogen rate: I. Macronutrients / Ciampitti I.A. et al. *Agronomy Journal.* 2013. Vol. 105. P. 783–795. DOI: 10.2134/agronj2012.0467.
10. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Кукурудза. Львів, 2002. НВФ «Українські технології», 46 с.
11. Стулин А.Ф. Влияние длительного применения удобрений в бесменном посеве кукурузы на ее продуктивность и вынос элементов питания на черноземе выщелоченном. *Агрохимия.* 2007. № 1. С. 25–30
12. Reference values of grain nutrient content and removal for corn / Aildson Pereira Duarte et al. *Soil Fertility and Plant Nutrition. Rev. Bras. Cienc. Solo.* 2019. Vol. 43:e0180102. DOI: 10.1590/18069657rbcs20180102.
13. Ткаченко М.А., Борис Н.С. Оптимізація живлення сільськогосподарських культур за фізико-хімічної деградації кислих ґрунтів. *Вісник аграрної науки.* 2021. Т. 99. № 1. С. 15–22. DOI: 10.31073/agrovisnyk202101.
14. Вплив удобрення та вапнування на продуктивність кукурудзи на зерно в короткочасній сівозміні на дерново-підзолистому ґрунті / Польовий В.М. та ін. *Зернові культури.* 2021. Т. 5. № 1. С. 84–91. DOI: 10.31867/2523-4544/0163
15. Ивойлов А.В. Вынос азота, фосфора, калия и кальция культурами зерно-пропашного севооборота. *Агрохимия.* 1990. №1. С. 26–32.
16. Агрохімічний аналіз: практикум / за ред. М.М. Городнього. Київ: Арістей, 2005, 476 с.
17. Subbaiah Venkata P., Kumar Satish Y.S. Review on effect of inorganic and organic sources of nutrients and their integrated use on growth and yield of maize (*Zea mays* L.) *International Journal of Chemical Studies.* 2019.

7(4). P. 896–901 URL: [https://www.researchgate.net/publication/334645822\\_Review\\_on\\_effect\\_of\\_inorganic\\_and\\_organic\\_sources\\_of\\_nutrients\\_and\\_their\\_integrated\\_use\\_on\\_growth\\_and\\_yield\\_of\\_maize\\_Zea\\_mays\\_L](https://www.researchgate.net/publication/334645822_Review_on_effect_of_inorganic_and_organic_sources_of_nutrients_and_their_integrated_use_on_growth_and_yield_of_maize_Zea_mays_L)

18. Глущенко Л.Т. Физиологические особенности внесения минеральных удобрений под кукурузу. *Сб. науч. тр. Харьковского СХИ.* 1985. С. 66–70.

19. Караулова Л.Н. Динамика содержания элементов питания в растениях кукурузы. Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. II Междунар. науч.-практ. конф. Краснодар, 2017. С. 38–40. URL: [http://www.vniiti.ru/conf/conf2017/article/KaraulovaL.N.\\_statya.pdf](http://www.vniiti.ru/conf/conf2017/article/KaraulovaL.N._statya.pdf)

20. Чабан В.І. Вміст хімічних елементів в рослинах кукурудзи та оцінка мінерального живлення. *Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степової зони НААН України. Дніпропетровськ,* 2014. № 7. С. 16–21. URL: <https://www.institut-zerna.com/library/pdf7/8.pdf>

## REFERENCES

1. Ray, K., Banerjee, H., Dutta, S., Sarkar, S., Murrell, T.S., Singh, V.K., Majumdar, K. (2020). Macronutrient Management Effects on Nutrient Accumulation, Partitioning, Remobilization, and Yield of Hybrid Maize Cultivars. *Front. Plant Sci.* Vol. 11:1307. DOI: 10.3389/fpls.2020.01307.
2. Kharchenko, O.V., Sobko, M.H. (2016). Do problemy analitychnoi otsinky efektyvnosti mineralnykh dobyrv ta ekologichnoi otsinky ikh normy [On the problems of analytical assessment of the effectiveness of mineral fertilizers and environmental assessment of their rate]. *Sumy, University book,* 31 p.
3. Hospodarenko, H.M., Prokopchuk, I.V., Boiko, V.P. (2019). Zasvoiennia osnovnykh elementiv zhyvlennia z ґрунту i mineralnykh dobyrv kukurudzoiu [Assimilation of main nutrients from soil and mineral fertilizers by maize]. *Zb. nauk. pr. Umanskoho NUS [Collected Works of Uman National University of Horticulture].* Vol. 95, no. 1, pp. 76–89.
4. Belov, Ya.V. (2018) Napriamy optymizatsii tekhnolohiy vuroshchuvannia nasiinnia kukurudzy za umov zmin klimatu [Directions for optimizing technologies for growing corn seeds under climate change]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia [Bulletin of Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science],* no. 4, pp. 74–81. DOI: 10.31521/2313-092X/2018-4(100).
5. Voloshchuk, O.P., Voloshchuk, I.S., Hlyva, V.V., Pashchak, M.O. (2019). Biolohichni vumohy hubrudiv kukurudzy do umov vyroshchuvannia v Zakhidnomu Lisostepu [Biological requirements of maize hybrids for production conditions in the Western Forest-Steppe]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo [Foothill and mountain agriculture and stockbreeding],* no. 65, pp. 22–36. DOI: 10.32636/01308521.2019-(65)-3.
6. Zarushniak, A.S. (2015). Optimizatsia udobrennia ta roduchist ґрунту u sivozminakh: monohrafia [Fertilization optimization and soil fertility in crop rotations: monograph]. *Kyiv, Agricultural science,* 208 p.
7. Fateev, A.I., Samokhvalova, V.P. (2012) Diahnostuka stanu khimichnykh elementiv sustemy ґрунт-roslyna

[Diagnosis of the soil-plant system chemical elements state]. Kharkiv, Miskdruk, 146 p.

8. Ciampitti, I.A., Vyn, T.J. (2013). Grain nitrogen source changes over time in maize: A review. *Crop Science*. Vol. 53, Issue 2, pp. 366–377. DOI: 10.2135/cropsci2012.07.0439.

9. Ciampitti, I.A., Camberato, J.J., Murrell, S.T., Vyn, T.J. (2013). Maize nutrient accumulation and partitioning in response to plant density and nitrogen rate: I. Macronutrients. *Agronomy Journal*. Vol. 105, pp. 783–795. DOI: 10.2134/agronj2012.0467.

10. Lykhochvor, V.V., Prots, P.P. (2002). *Kukurudza [Maize]*. Lviv, Ukrainian technologies, 46 p.

11. Stulyn, A.F. (2007). Vliyanie dlitel'nogo primeneniya udobrenij v bessmennom poseve kukuruzy na ee produktivnost' i vy'nos e'lementov pitaniya na chernozeme vy'shelochennom [Influence of long-term use of fertilizers in permanent sowing of corn on its productivity and removal of nutrients on leached chernozem]. *Agrokhimiya*. [Agrochemistry], no. 1, pp. 25–30.

12. Aildson Pereira, Duarte, Mônica Ferreira, de Abreu, Eros Artur Bohac, Francisco, Douglas, de Castilho Gitti, Gabriel, Barth, Claudinei, Kappes. (2019). Reference values of grain nutrient content and removal for corn. *Soil Fertility and Plant Nutrition*. *Rev. Bras. Cienc. Solo*. Vol. 43:e0180102. DOI: 10.1590/18069657rbcs20180102.

13. Tkachenko, M.A., Borys, N.E. (2021). Optyimizatsia zhyvlennia silskohospodarskykh kultur za fizyko-khimichnoi dehradatsii kyslykh gruntiv [Optimization of agricultural nutrition for physico-chemical degradation of acid soils]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science]. Vol. 97, no. 1, pp. 15–22. DOI: 10.31073/agrovisnyk202101.

14. Polovyi, V.M., Lukashchuk, L.Ya., Yashchenko, L.Ya., Rovna, H.F., Huk, B.V. (2021). Vplyv udobrennia ta vapnuvania na produktyvnist kukurudzy na zerno v korotkorotatsiini sivozmini na dernovo-pidzolistomu grunti [Effect of fertilization and liming on grain maize productivity in the short-term crop rotation on soddy-podzolic soil]. *Zernovi kultury* [Grain Crops]. Vol. 5, no. 1, pp. 84–91. DOI: 10.31867/2523-4544/0163.

15. Ivojlav, A.V. (1990) Vynos azota, fosfora, kaliya i kal'ciya kul'turami zerno-propashnogo sevooborota [Removal of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium by crops of grain-tilled crop rotation]. *Agrokhimiya*. [Agrochemistry], no. 1, pp. 26–32.

16. Horodniy, M.M. (2005). *Ahrokhimichnuy analiz: praktykum* [Agrichemical analysis: workshop]. Kyiv, Aristei, 476 p.

17. Subbaiah Venkata, P., Kumar Satish, Y.S. (2019). Review on effect of inorganic and organic sources of nutrients and their integrated use on growth and yield of maize (*Zea mays* L.) *International Journal of Chemical Studies*. Vol. 7(4), pp. 896–901. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/334645822>.

18. Glushchenko, L.T. (1985) Fiziologicheskie osobennosti vneseniya mineral'ny'x udobrenij pod kukuruzu [Physiological features of mineral fertilizers application for corn]. *Sb. nauch. tr. Xar'kovskogo SXI* [Collection of scientific papers of the Kharkov Agricultural Institute], pp. 66–70.

19. Karaulova, L.N. (2017). Dinamika sodержaniya elementov pitaniya v rasteniyakh kukuruzy [Dynamics of the content of nutrients in corn plants]. *Innovacionnye*

issledovaniya i razrabotki dlya nauchnogo obespecheniya proizvodstva i xraneniya ekologicheskii bezopasnoj sel'skoxozyajstvennoj i pishhevoj produkcii: sb. mater. II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Innovative research and development for scientific support of production and storage of ecologically safe agricultural and food products: mater. II Int. scientific-practical conf]. Krasnodar, pp. 38–40. Available at: [http://www.vniitti.ru/conf/conf2017/article/KaraulovaL.N.\\_statya.pdf](http://www.vniitti.ru/conf/conf2017/article/KaraulovaL.N._statya.pdf).

20. Chaban, V.I., Kliavzo, S.P., Podobed, O.U. (2014). Vmest khimichhukh elementiv v roslynakh kukurudzy ta otsinka mineralnoho zhuvlennia [Content of chemical elements in maize plants and evaluation of mineral nutrition]. *Biul. Instut. silsk. hospod. step. zony* [Bull. Institute of agriculture of steppe zone]. Available at: <https://www.institut-zerna.com/library/pdf7/8.pdf>.

### **Вынос биогенных элементов кукурузой на зерно в зависимости от удобрения и известкования в Западном Полесье**

**Полевой В.М., Ященко Л.А., Ровна Г.Ф.**

В статье приведены результаты исследований влияния известкования и удобрений на содержание и вынос азота, фосфора и калия растениями кукурузы при выращивании в севообороте на дерново-подзолистой связнопесчаной почве Западного Полесья. Определено, что содержание основных питательных элементов изменялось в пределах 1,63–1,90 и 0,77–0,86 % для азота, 0,51–0,59 и 0,32–0,41 % для фосфора, 0,31–0,45 и 1,24–1,32 % для калия соответственно в основной и побочной продукции в зависимости от варианта исследования. Самые высокие показатели накопления отмечено при совместном применении 1,0 Нг (по гидролитической кислотности) дозы доломитовой муки и минерального питания  $N_{120}P_{90}K_{120}$  с добавлением  $S_{40}$  и микроудобрения Нутривант Плюс зерновой (2 кг/га). Хозяйственный вынос элементов преимущественно зависел от сочетания компонентов удобрения и доз известкования. Максимальные показатели выноса, которые в 1,8–2,3 раза для основной и 2,0–2,3 раза для побочной продукции превышали данные на контроле, установлены при применении 1,0 Нг дозы доломитовой муки совместно с минеральными удобрениями в норме  $N_{120}P_{90}K_{120}$  и добавлением  $S_{40}$ , а также  $S_{40}$  и микроудобрения Нутривант Плюс зерновой (2 кг/га).

Более стабильным показателем, который позволит корректировать систему питания культуры, является вынос биогенных элементов на единицу основной и соответствующее количество побочной продукции. Установлено, что при известковании и удобрении происходит усиленное потребление азота, фосфора и калия растениями кукурузы, и повышается показатель нормативного выноса. В опыте высокие значения выноса: 33,5 и 32,6 кг/т по азоту, 12,3 и 12,4 фосфору, 26,9 и 24,1 кг/т калию полученные в вариантах комплексного применения 1,0 Нг дозы доломитовой муки,  $N_{120}P_{90}K_{120}$  с дополнительным внесением серы, а также серы и микроудобрения.

**Ключевые слова:** кукуруза, известкование, удобрения, урожайность, азот, фосфор, калий, содержание, вынос элементов.

**Removal of nutrients by corn depending on fertilization and liming in Western Polissia****Polovyi V., Yashchenko L., Rovna H.**

The article presents the results of liming and fertilization influence on the content and removal of nitrogen, phosphorus and potassium by maize on sod-podzolic sandy soil of Western Polissia. It was determined that the content of the main nutrients varied within 1.63–1.90 and 0.77–0.86 % for nitrogen, 0.51–0.59 and 0.32–0.41 % for phosphorus, 0.31–0.45 and 1.24–1.32 % for potassium respectively in the main and by-products.

The highest accumulation NPK data were noted in the variant with application a 1.0 dose by hydrolytic acidity (Ha) of dolomite flour and  $N_{120}P_{90}K_{120}$  with addition of  $S_{40}$  and micronutrient fertilizer Nutrivant Plus Cereals (2 kg/ha). The total uptake of elements mainly depended on the combination of fertilizer components and liming doses.

The maximum removal data were established for variants with a 1.0 dose by Ha of dolomite flour, norms of mineral

fertilizers  $N_{120}P_{90}K_{120}$  and the addition of  $S_{40}$ , as well as  $S_{40}$  and micronutrients fertilizer Nutrivant Plus Cereals (2 kg/ha). These data 1.8–2.3 times for the main product and 2.0–2.3 times for by-products exceeded the control.

A more stable indicator that will make it possible to adjust the crop nutrition system is the removal of nutrients per unit of the main and the corresponding amount of by-products. It was found that with liming and fertilization, the consumption of nitrogen, phosphorus and potassium by corn plants and the normative removal rate increase. In the experiment, high values of removal of 33.5 and 32.6 kg/t of nitrogen, 12.3 and 12.4 kg/t of phosphorus, 26.9 and 24.1 kg/t of potassium were obtained with the integrated application a 1.0 Ha dose by Ha of dolomite flour,  $N_{120}P_{90}K_{120}$  with the addition of sulfur, as well as sulfur and trace elements.

**Key words:** corn, liming, fertilizers, productivity, nitrogen, phosphorus, potassium, elements content, nutrients removal.



Copyright: Польовий В.М., Ященко Л.А., Ровна Г.Ф. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Польовий В.М.

Ященко Л.А.

Ровна Г.Ф.

<https://orcid.org/0000-0002-3133-9803><https://orcid.org/0000-0003-1407-0133><https://orcid.org/0000-0002-7599-5650>

УДК 631.524.84 / 582: 631.874.4 : 633.844.3

## Продуктивність і удобрювальна цінність післяжнивної гірчиці білої на зелене добриво залежно від попередників, систем основного обробітку і удобрення

Примак І.Д. , Панченко О.Б., Панченко І.А., Федорук Ю.В. ,Образій С.В. , Войтовик М.В., Присяжнюк Н.М.*Білоцерківський національний аграрний університет*

Примак І.Д., Панченко О.Б., Панченко І.А., Федорук Ю.В., Образій С.В., Войтовик М.В., Присяжнюк Н.М. Продуктивність і удобрювальна цінність післяжнивної гірчиці білої на зелене добриво залежно від попередників, систем основного обробітку і удобрення. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 124–136.

Prymak I., Panchenko O., Panchenko I., Fedoruk Y., Obrazhyi S., Voytovyk M., Prisyazhnyuk N. Productivity and fertilizer value of white mustard on green fertilizer depending on preparators, main processing systems and processing. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 124–136.

Рукопис отримано: 21.10.2021 р.

Прийнято: 05.11.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-124-136

Трирічні (2019–2021 рр.) дослідження в стаціонарній польовій зерно-просапній п'ятипольній сівозміні на чорноземі типовому малогумусному середньосуглинковому дослідного поля Білоцерківського НАУ вказують на вищу продуктивність гірчиці білої на зелене добриво за сівби після пшениці озимої, ніж ячменю ярого.

За безполіцевого і систематичного мілкого обробітку в сівозміні вона істотно знижує урожай і суху масу коріння. Після ярого попередника маса сидерату істотно вища, а після озимого – неістотно нижча за диференційованого, ніж поліцевого обробітку в сівозміні. За чизельного і особливо постійного мілкого обробітку в сівозміні ефективність добрив з підвищенням норм їх внесення знижується.

Із підвищенням норм добрив темпи наростання надземної маси вищі, ніж кореневої системи. Вони зазвичай нижчі за сівби капустиної рослини після ячменю ярого, ніж пшениці озимої. Суха маса кореневих решток гірчиці білої після озимої культури майже на одному рівні за поліцевого і поліцево-безполіцевого обробітку, а після ярої – істотно вища за диференційованого обробітку, ніж на контролі. За вказаних попередників суха маса кореневих решток післяжнивної рослини в орному шарі ґрунту становила відповідно 3,03 і 2,59 т/га.

Приріст вмісту гумусу в орному шарі за поліцевого, безполіцевого, диференційованого і дискового обробітків у сівозміні становив відповідно 532, 503, 525 і 474 кг/га за сівби досліджуваної культури після пшениці озимої та 453, 403, 488 і 393 кг/га – після ячменю ярого.

На дату сівби капустиної рослини після пшениці озимої запаси доступної вологи у верхньому шарі ґрунту за безполіцевого обробітку істотно нижчі, а за диференційованого – істотно вищі, ніж на контролі. За сівби гірчиці білої після ячменю ярого цей показник найнижчий за поліцевого, а найвищий – за поліцево-безполіцевого обробітку в сівозміні.

**Ключові слова:** ґрунт, сівозміна, гірчиця біла, обробіток, добрива, попередники, урожай, кореневі рештки.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Один з найпоширеніших видів деградації сільськогосподарських земель – дегуміфікація ґрунтів. Упродовж 2006–2010 і 2011–2015 рр. щорічні втрати ґрунтового гумусу в Україні становили відповідно 0,40–0,53 і 0,13 т/га [1]. Вміст гумусу в орному шарі становив 4,17 % у 1882 р., 3,64 – 1961, 3,23 – 1991 і 3,16 % – у 2015 р., тобто за 133 роки він зменшився на 1,01 %, зокрема у Лісостепу на 1,3 % [2]. Щорічно рілля держави втрачає до 29 млн т

гумусу, вартість якого становить 5,7 млрд доларів [3].

Чому ж така увага науковців і виробників прикута саме до проблеми гумусу? Насамперед через те, що в ньому зосереджено 95–98 % ґрунтового азоту, 80 – сірки, 60 – фосфору, а частка його становить 80–90 % і більше загальної вмісту органічної речовини у мінеральних ґрунтах. Крім того, 50–60 % азоту, який відчувається з ґрунту врожайми культурних рослин, гумусового походження, тобто це азот гумусу [4].

Навіть за повного забезпечення сільськогосподарських культур мінеральним азотом, формування урожаю на 40–50 % відбувається завдяки азоту гумусових речовин [4].

Отже, важливе значення органічної речовини ґрунту полягає насамперед у тому, що без зв'язування азоту в органічній формі неможливий його бездефіцитний баланс у ґрунті. Водночас забезпечити рослини мінеральним азотом, особливо за високого рівня урожаїв, неможливо лише мінеральними добривами. Створення бездефіцитного, і тим паче додатного балансу органічної речовини і азоту в ґрунті та максимально повне забезпечення рослин цим елементом нерозривно пов'язані, і є обов'язковою умовою екологічно безпечного високопродуктивного рільництва [5].

Застосування винятково мінеральних добрив, навіть за найбільшого надходження в ґрунт рослинних решток, не забезпечує повної компенсації азоту, що утворюється за мінералізації органічної речовини ґрунту і виноситься з нього господарським урожаєм. Якщо виключити повторне повернення в ґрунт цієї частини поживних речовин у формі гною чи інших органічних добрив, то навіть за інтенсивного застосування мінеральних туків баланс азоту ґрунту буде від'ємним.

Важливим джерелом наповнення ґрунту органічною речовиною і забезпечення врівноваженого чи додатного балансу гумусу в сучасному землеробстві є широке впровадження зелених добрив, особливо в післяжнивних і післяжнивних посівах.

Однак наразі залишаються невирішеними багато елементів технології обробітку ґрунту під післяжнивні сидерати. Часто не відповідає вимогам адаптивного і органічного землеробства і система їх удобрення [6].

Післяжнивний період набагато коротший післяжнивних. Рослини в цей період менше забезпечені ґрунтовою вологою, що ускладнює отримання дружних, повних і вирівняних сходів післяжнивних культур. За таких умов актуальним є питання раціонального використання кожного дня липня і збереження ґрунтової вологи після збирання основної культури. У зв'язку з цим механічний обробіток ґрунту під післяжнивні посіви є найбільш відповідальним агрозаходом, від якого здебільшого залежить їх продуктивність і ефетивність добрив.

Обробляють поля під післяжнивні культури в Лісостепу зазвичай на глибину 8–10 см важкими дисковими боронами. У вологі роки, коли під час збирання основної культури ґрунт надмірно ущільнюється, проводять дворазове дискування цими знаряддями. Рекомендовано

одночасно з луценням поле боронувати і коткувати. Дуже висушений ґрунт після збирання попередника обробляють безполицевими знаряддями на глибину 20–22 см. Допускається навіть пряма сівба післяжнивних культур [7].

Важкі і середні за гранулометричним складом ґрунти у підзоні достатнього зволоження Лісостепу, особливо на зрошуваних масивах земель та в роки з великою кількістю опадів, орють плугами з передплужниками з одночасним боронуванням і коткуванням [7].

Дерново-підзолисті легкі пилуваті суглинки Полісся під післяжнивні капустині культури пропонують обробляти на глибину 10–12 см дисковими боронами. Урожай культур на цих ґрунтах майже однаковий за дискування і оранки. А на дерново-підзолистих зв'язних супіщаних ґрунтах оранка ефективніша за поверхневий чи мілкий обробіток дисковими знаряддями [8].

Вчені Уманського національного університету садівництва вказують, що в отриманні високої продуктивності післяжнивних посівів визначальною є якість, а не глибина обробітку ґрунту. Оскільки післяжнивні сидерати висівають негайно після збирання попередника, то верхній шар ґрунту має бути ретельно розпушеним, а нижній – містити ущільнений прошарок, що виконує функцію насінневого ложа. Науковці рекомендують пряму сівбу стерньовими сівалками слідом за збиранням основної культури, однак вказують і на можливість використання для підготовки ґрунту під посів післяжнивних рослин дискових і лемішних лушительників, плоскорізів у агрегаті з голчастими боронами, чизель-культиваторів, а в окремих випадках і фрезерних знарядь [9].

Вчені Херсонського НАУ пропонують післяжнивну сою висівати на стерні попередника [10]. У досліджах Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції та ННЦ «Інститут землеробства НААН» постійний поверхневий обробіток у польовій зернопросапній сівозміні забезпечував стійке поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту, а чорноземи опідзолені сильно реградовані виявилися схильними до мінімізації механічного обробітку ґрунту [11]. Наукові також відмічають майже рівноцінну продуктивність п'ятипольної сівозміни за систематичної оранки і поверхневого обробітку, однак після припинення постійної оранки необхідно 5–6 років для отримання оптимальної будови орного шару (0–30 см) чорнозему опідзоленого [12].

Реальним напрямом подолання деградації чорноземних ґрунтів є вдосконалення технології проведення насамперед основного меха-

нічного обробітку. Зазвичай у разі підвищення рівня окультуреності, зокрема поліпшення агрофізичних властивостей і фітосанітарного стану, чутливість чорноземів до інтенсивного обробітку зменшується, а родючість за мінімізації обробітку зростає [13–15].

Ряд вітчизняних науковців рекомендують проводити оранку плугами з передплужниками або двоярусними плугами в разі зниження коефіцієнта структурності верхнього шару ґрунту (0–10 см) до 0,76 і нижче [16].

Результати польових стаціонарних дослідів Національного університету біоресурсів і природокористування України засвідчують, що мінімізація механічного обробітку чорноземів опідзоленого і типового у поєднанні з біологізацією систем удобрення (заміна гною сидератами і соломою) відновлюють родючість ґрунтів (у шарі 0–30 см запаси гумусу зростають на 4–16 т/га). На чорноземах типових науковці рекомендують різноглибинний безполицевий обробіток, а опідзолених – безполицевий з періодичною оранкою [17].

Доцільність проведення оранки один раз на 4–5 років ротації польових сівозмін та поверхневого (6–8) чи мілкого (8–12 см) обробітків під післяжнивні капустияні сидерати на чорноземах типових глибоких середньосуглинкових доводять і багаторічні стаціонарні дослідів в Київській області [18, 19]. Вчені Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН» рекомендують під післяжнивні сидерати обробіток важкими дисковими боронами з боронуванням голчастими боронами БИГ-3А або іншими знаряддями за підвищеної швидкості і коткування ґрунтів важкого і середнього

гранулометричного складу. За умов достатнього зволоження пропонують висівати насіння сидеральної культури у стерню, а потім дискувати на 6–8 см [20].

**Мета дослідження** – встановити методом стаціонарного польового досліду вплив чотирьох систем основного обробітку ґрунту і чотирьох систем удобрення в сівозміні на продуктивність післяжнивної гірчиці білої, удобрювальну цінність її як сидеральної культури та запаси доступної вологи в полях її вирощування.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження виконували впродовж 2019–2021 рр. на чорноземі типовому глибокому малогумусному дослідного поля Білоцерківського НАУ. Схемою досліду передбачено вивчення чотирьох систем основного обробітку (табл. 1) і чотирьох систем удобрення (табл. 2) агрофітоценозів п'ятипольної сівозміни, що передбачали нульовий рівень – без добрив, перший – 8 т гною +  $N_{76}P_{64}K_{57}$ , другий – 12 т гною +  $N_{95}P_{82}K_{72}$  і третій – 16 т гною +  $N_{112}P_{100}K_{86}$  на один гектар ріллі.

Повторність у досліді триразова. Повторення розміщені на площі (території) суцільно, систематично, ділянки першого порядку (варіанти обробітку) послідовно в один ярус, а другого (варіанти удобрення) – послідовно в чотири яруси. Площа елементарних ділянок: посівна – 171 м<sup>2</sup>, облікова – 112 м<sup>2</sup>. Площа одного поля сівозміни (без захисних смуг) – 7835,5 м<sup>2</sup>.

Мінеральні туки (аміачну селітру, гранульований суперфосфат, калійну сіль) вносили вручну.

Таблиця 1 – Системи основного обробітку ґрунту в сівозміні

№ поля	Культура сівозміни	Варіанти основного обробітку ґрунту*			
		1 полицевий (контроль)	2 безполицевий (чизельний)	3 полицево- безполицевий (диференційований)	4 мілкий (дискування)
		Глибина (см) і засоби обробітку			
1	Соя	16–18 (о.)	16–18 (г.)	16–18 (г.)	10–12 (д.б)
2	Пшениця озима + гірчиця біла на сидерат	10–12 (д.б.)	10–12 (г.)	10–12 (д.б)	10–12 (д.б)
3	Соняшник	25–27 (о.)	25–27 (г.)	25–27 (о.)	10–12 (д.б)
4	Ячмінь ярий + гірчиця біла на сидерат	10–12 (д.б)	10–12 (г.)	10–12 (д.б)	10–12 (д.б)
5	Кукурудза	25–27 (о.)	25–27 (г.)	25–27 (г.)	10–12 (д.б)

Примітка\* о. – оранка плугом; г – глибокорозпушувач ГР-3,4; д.б. – дискова борона.

Таблиця 2 – Системи удобрення культур польової зернопрорасної сівозміни

№ поля	Культури сівозміни	Рівень удобрення	Гній т/га	Мінеральні добрива, кг/га д.р.																				
				Всього			Основне удобрення			Під передпосівну культивувацію			Рядкове удобрення			Підживлення								
				N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K						
1	Соя	0																						
		1		30	40	30		40	30	30														
		2		40	60	40		60	40	40														
		3		60	80	60		80	60	60														
2	Пшениця озима	0																						
		1		100	70	50	30	70	50											70				
		2		125	90	70	30	90	70												95			
		3		150	110	80	30	110	80												120			
	Гірчиця біла на сидерат	0																						
		1		15	15	15	15	15	15	15														
		2		15	15	15	15	15	15	15														
3	Соняшник	0																						
		1	20	50	50	35	50	50	35															
		2	30	80	80	50	80	80	50															
		3	40	100	100	70	100	100	70															
4	Ячмінь ярий	0																						
		1		50	40	40		40	40	50														
		2		60	50	50		50	50	60														
		3		70	60	60		60	60	70														
	Гірчиця біла на сидерат	0																						
		1		15	15	15	15	15	15	15														
		2		15	15	15	15	15	15	15														
5	Кукурудза	0																						
		1	20	120	90	100		80	100	120					10									
		2	30	140	100	120		90	120	140					10									
		3	40	150	120	130		110	130	150					10									
На 1 га сівозміни	0																							
	1	8	76	64	57	22	62	57	40					2					14					
	2	12	95	82	72	28	80	72	48					2					19					
	3	16	112	100	86	32	98	86	56					2					24					

Гірчицю білу сорту Кароліна висівали в третій декаді липня, а зелену масу заробляли у фазі цвітіння (друга – третя декада жовтня).

Втрати гумусу з ґрунту розраховували за виносом ґрунтового азоту сидеральною культурою. За розрахунку гумусового балансу приймали, що 60 % азоту, який виноситься з ґрунту зеленою масою гірчиці білої, гумусового походження, тобто це азот гумусу.

Оскільки вміст азоту в гумусі становить приблизно 5 %, множенням показника витрати ґрунтового азоту на 20 розраховували мінералізацію гумусу, враховуючи гранулометричний склад ґрунту і вид досліджуваної культури [21]. Кореневі рештки визначали за методом Н.З. Станкова [22]; вологість ґрунту – ваговим, а запаси доступної ґрунтової вологи – розрахунковим (різниця між загальною вологістю і вологістю в'янення рослин) методами [23]; вміст азоту у зеленій масі сидерату – за Кьельдалем, фосфору – фотометричним, калію і кальцію – полуменево-фотометричним методом [23].

**Результати дослідження та обговорення.** В обох полях сівоzmіни продуктивність гірчиці білої на зелене добриво істотно нижча за безполицевого і постійного м'якого обробітку в сівоzmіні, порівнюючи з контролем.

За сівоzmіни сидеральної культури після пшениці озимої маса заробленого сидерату в ґрунт нижча за диференційного, ніж полицевого, обробітку, однак ця різниця не досягала статистично значущих величин. Водночас із підвищенням норми внесення добрив у сівоzmіні вона зростала. Так, на неудообрених ділянках, удообрених першою (8 т/га гною +N<sub>76</sub>P<sub>64</sub>K<sub>57</sub>), другою (12 т/га гною +N<sub>95</sub>P<sub>82</sub>K<sub>72</sub>) і третьою (16 т/га гною +N<sub>112</sub>P<sub>100</sub>K<sub>86</sub>) нормами добрив у сівоzmіні різниця в продуктивності капустиної культури між цими варіантами обробітку досягла відповідно 0,38; 0,49; 0,65 і 0,81 т/га за величини НІР<sub>0,05</sub> 0,98 т/га (табл. 3).

За безполицевого обробітку в сівоzmіні цей показник зменшився відповідно на 1,23; 1,45; 1,67 і 1,84 т/га, а дискового – 1,55; 1,79; 1,97 і 2,13 т/га порівняно з контролем. Отже, за чизельного і особливо систематичного м'якого обробітку в сівоzmіні ефективність добрив з підвищенням норм їх внесення знижується.

Аналогічна закономірність простежується і за полицево-безполицевого обробітку, однак не так виразно.

Продуктивність сидеральної культури після ячменю ярого на неудообрених ділянках, удообрених першою, другою і третьою нормами добрив у сівоzmіні за безполицевого об-

робітку зменшилася відповідно на 1,33; 1,59; 1,79 і 1,96 т/га, м'якого – 1,64; 1,88; 2,07 і 2,20 т/га та підвищилася за диференційованого на 1,45; 1,34; 1,27 і 1,19 т/га, порівнюючи з контролем, за величини НІР<sub>0,05</sub> 0,87 т/га.

Отже, за сівоzmіни гірчиці білої після ячменю ярого її продуктивність істотно зростає за полицево-безполицевого та знижується за чизельного і м'якого, ніж полицевого, обробітку в сівоzmіні. За підвищення рівня внесених добрив у сівоzmіні їх ефективність зменшується за безполицевого і дискового обробітку.

У середньому за варіантами дослідження продуктивність гірчиці білої за сівоzmіни після пшениці озимої і ячменю ярого становила відповідно 18,32 і 15,57 т/га за полицевого обробітку, 16,77 і 13,90 – безполицевого, 17,74 і 16,88 – полицево-безполицевого, 16,46 і 13,62 т/га – за м'якого обробітку в сівоzmіні.

Цей показник після згаданих вище попередників зменшився відповідно на 8,5 і 10,7 % за чизельного і 10,2 та 12,5 % за дискового, ніж полицевого обробітку в сівоzmіні. За диференційованого обробітку, порівнюючи з контролем, він знизився на 3,2 % за сівоzmіни після пшениці озимої та підвищився на 8,4 % – після ячменю ярого.

Разом із зеленою масою сидеральної культури до ґрунту надходять кореневі рештки, які також є джерелом гумусу. За даними дослідження, частка гумусу, що утворюється з корневих решток, становить 46–48 %, а решта (52–54 %) – з надземної маси капустиної рослини (табл. 3).

Із підвищенням рівня удообрення у сівоzmіні збільшується надземна і підземна маса гірчиці білої, однак темпи наростання першої вищі, ніж другої. Збільшення маси корневих решток не прямо пропорційне приросту зеленої маси. Заразом усі агротехнічні заходи, спрямовані на підвищення урожайності сидеральної культури, мають позитивний вплив на розвиток кореневої системи рослин і в такий спосіб сприяють зростанню кількості рослинних решток і ґрунтової родючості.

Так, за внесення першої, другої і третьої норм добрив у сівоzmіні приріст надземної маси гірчиці білої після пшениці озимої становив відповідно 80,0; 121,9; 141,3 % і кореневої – 67,4; 107,2; 124,3 % порівняно з неудообреними ділянками за полицевого обробітку; 88,9; 134,2; 154,3 і 75,2; 118,2; 135,8 % – безполицевого; 82,1; 123,9; 142,4 і 68,5; 108,4; 125,8 % – полицево-безполицевого; 92,1; 139,6; 160,6 і 77,0; 122,4; 142,8 % – за дискового обробітку.



Таблиця 3 – Продуктивність гірчиці білої на зелене добриво і баланс гумусу в орному шарі ґрунту залежно від попередників, систем основного обробітку і удобрення в сівозміні

Попередник	Основний обробіток в сівозміні	Рівні удобрення в сівозміні	Продуктивність, т/га	Втрати гумусу з ґрунту, кг/га				Кореневі рештки, т/га	Утворилось гумусу (кг/га) з:		Додатний баланс гумусу, кг/га
				винос азоту урожаєм	винос з урахуванням культури і гранулометричного складу	винос азоту завдяки мінералізації гумусу	мінералізація гумусу		зеленої маси	кореневих решток	
Пшениця озима	Полицевий (контроль)	0	9,86	27,6	22,1	13,3	266,0	1,81	296	272	302
		1	17,75	49,7	39,8	23,9	478,0	3,03	533	455	510
		2	21,88	61,3	49,0	29,4	588,0	3,75	656	563	631
		3	23,79	66,6	53,3	32,0	640,0	4,06	714	609	683
	Безполицевий	0	8,63	24,2	19,4	11,6	232,8	1,65	259	248	274
		1	16,30	45,6	36,5	21,9	438,0	2,89	489	433	484
		2	20,21	56,6	45,3	27,2	543,6	3,60	606	540	602
		3	21,95	61,5	49,2	29,5	590,4	3,89	658	583	651
	Диференційованих	0	9,48	26,5	21,2	12,7	254,4	1,78	284	267	297
		1	17,26	48,3	38,6	23,2	463,2	3,00	518	450	505
		2	21,23	59,4	47,5	28,5	570,0	3,71	637	556	623
		3	22,98	64,3	51,4	30,8	616,8	4,02	689	603	675
	Постійний мілкий	0	8,31	23,3	18,6	11,2	223,2	1,52	249	228	254
		1	15,96	44,7	35,8	21,5	429,6	2,69	479	403	452
		2	19,91	55,7	44,6	26,8	535,2	3,38	597	507	569
		3	21,66	60,6	48,5	29,1	582,0	3,69	650	553	621
Ячмінь ярий	Полицевий (контроль)	0	8,83	24,7	19,8	11,9	237,6	1,62	265	243	270
		1	14,10	39,5	31,6	19,0	379,2	2,40	423	360	404
		2	18,26	51,1	40,9	24,5	490,8	3,14	548	471	528
		3	21,09	59,1	47,3	28,4	567,6	3,63	633	544	609
	Безполицевий	0	7,50	21,0	16,8	10,1	201,6	1,38	225	207	230
		1	12,51	35,0	28,0	16,8	336,0	2,12	375	318	357
		2	16,47	46,1	36,9	22,1	442,8	2,82	494	423	474
		3	19,13	53,6	42,9	25,7	514,8	3,28	574	492	551
	Диференційованих	0	10,28	28,8	23,0	13,8	276,0	1,89	308	283	315
		1	15,44	43,2	34,6	20,8	415,2	2,61	463	391	439
		2	19,53	54,7	43,8	26,3	525,6	3,33	586	499	559
		3	22,28	62,4	49,9	29,9	598,8	3,79	668	568	637
	Постійний мілкий	0	7,19	20,1	16,1	9,7	193,2	1,32	216	198	221
		1	12,22	34,2	27,4	16,4	328,8	2,04	367	306	344
		2	16,19	45,3	36,2	21,7	434,4	2,74	486	411	463
		3	18,89	52,9	42,3	25,4	507,6	3,22	567	483	542

Різниця в темпах приросту надземної і підземної маси сидеральної культури за першої, другої і третьої норм добрив у сівозміні порівняно з неудобреними варіантами становила відповідно 12,6; 14,7 і 17,0 % за полицевого обробітку; 13,7; 16,0 і 18,5 % – чизельного; 13,6; 15,5 і 16,6 % – диференційованого; 15,1; 17,2 і 17,8 % – за постійного мілкого обробітку в сівозміні. Отже, із збільшенням рівня добрив цей показник зростає, особливо за дискового обробітку.

Темпи приросту надземної і підземної маси гірчиці білої за сіви після ячменю ярого переважно нижчі. Виняток становили ділянки безполицевого і мілкого обробітку з найвищими нормами добрив у сівозміні, де цей показник майже на одному рівні з капустиною культурою, попередником якої була пшениця озима.

Так, приріст зеленої маси за першої, другої і третьої норм добрив у сівозміні становив відповідно 59,7; 106,8 і 138,8 % за полицевого обробітку; 66,8; 119,6 і 155,1 % – чизельного; 50,2; 90,0 і 116,7 % – полицево-безполицевого; 70,0; 125,2 і 162,7 % – за дискового обробітку порівняно з неудобреними варіантами. Тимчасом зростання маси коріння становило відповідно 48,1; 93,8 і 124,1 % – за полицевого; 53,6; 104,3 і 137,7 % – безполицевого; 38,1; 76,2 і 100,5 % – диференційованого; 54,5; 107,6 і 143,9 % – за систематичного мілкого обробітку в сівозміні. Різниця в прирості зеленої і кореневої маси за першого, другого і третього рівнів удобрення порівняно з неудобреними варіантами становила відповідно 11,6; 13,0 і 14,7 % – за полицевого обробітку; 13,2; 15,3 і 17,4 % – чизельного; 12,1; 13,8 і 16,2 % – полицево-безполицевого; 15,5; 17,6 і 18,8 % – за дискового обробітку. Простежується зростання цього показника за безполицевого і дискового обробітку, що зумовлено гіршими умовами для розвитку і росту кореневої системи, зокрема, ущільненням орного шару ґрунту після збирання основної культури [24].

Маса корневих решток гірчиці білої в орному (0–30 см) шарі ґрунту за сіви після пшениці озимої майже на одному рівні за полицевого і диференційованого обробітку. Різниця не перевищувала 0,04 т/га на користь контролю за величини  $HP_{0,05}$  0,11 т/га. На неудообрених ділянках сівозміни, удообрених першою, другою і третьою нормами добрив, маса корневих решток капустиною рослини за безполицевого обробітку відповідно на 0,16; 0,14; 0,15 і 0,17 т/га, а за дискового – на 0,29; 0,34; 0,37 і 0,37 т/га менша, ніж на контролі.

За сіви капустиною культури після ячменю ярого цей показник за диференційованого об-

робітку на 0,16–0,27 т/га вищий проти контролю за  $HP_{0,05}$  0,12 т/га. Із зростанням рівня внесених добрив ця різниця зменшується.

За чизельного і постійного мілкого обробітку в сівозміні маса коріння гірчиці білої зменшується, причому із підвищенням рівня удобрення різниця між цими варіантами обробітку і контролем зростає. Так, на неудообрених варіантах сівозміни, удообрених першою, другою і третьою нормами добрив, зменшення маси корневих решток становило відповідно 0,24; 0,28; 0,32 і 0,35 т/га за безполицевого та 0,30; 0,36; 0,40 і 0,41 т/га за дискового обробітку порівняно з контролем.

За сіви гірчиці білої після пшениці озимої і ячменю ярого маса корневих решток становила відповідно (середнє за варіантами досліду) 3,16 і 2,70 т/га за полицевого обробітку; 3,01 і 2,40 – чизельного; 3,13 і 2,91 – полицево-безполицевого; 2,82 і 2,33 т/га – за мілкого обробітку в сівозміні. Середнє значення цього показника за вказаних вище попередників становило відповідно 3,03 і 2,59 т/га.

Мінералізація ґрунтового гумусу за сіви сидеральної культури після пшениці озимої і ячменю ярого становила відповідно 493,0 і 418,8 кг/га за полицевого обробітку; 451,2 і 373,8 – безполицевого; 476,1 і 453,9 – диференційованого; 442,5 і 366,0 кг/га – за дискового обробітку в сівозміні. Утворилося гумусу із зеленої маси і корневих решток гірчиці білої за вказаних вище систем обробітку відповідно 1024,8 і 871,8; 954,0 і 777,0; 1001,0 і 941,6; 916,6 і 758,5 кг/га.

Баланс ґрунтового гумусу на всіх варіантах досліду додатний. За згаданих вище систем обробітку приріст вмісту гумусу в орному шарі становив відповідно 532, 503, 525 і 474 кг/га за сіви культури після пшениці озимої та 453, 403,488 і 393 кг/га після ячменю ярого.

На дату сіви гірчиці білої після пшениці озимої запаси доступної вологи у верхньому (0–10 см) шарі ґрунту на неудообрених і удообрених ділянках за безполицевого обробітку істотно нижчі (відповідно на 1,2 і 1,6 мм), а за диференційованого – істотно вищі (на 1,3 і 1,8 мм), ніж на контролі. За дискового обробітку цей показник нижчий проти полицевого на 0,8 і 1,1 мм, однак він не перевищував  $HP_{0,05}$  (табл. 4).

В орному шарі ґрунту запаси доступної вологи на удообрених і неудообрених варіантах істотно нижчі за чизельного (на 3,1 і 4,8 мм відповідно) і мілкого (3,6 і 5,2 мм) обробітків, а за полицево-безполицевого вони на 1,4 і 2,3 мм вищі проти контролю.

Таблиця 4 – Зміна запасів доступної ґрунтової вологи в полях гірчиці білої за різних попередників, систем основного обробітку і удобрення в сівозміні, мм

Попередник	Основний обробіток в сівозміні	Рівні удобрення	Сівба культури			Заробка сидерату в ґрунт			
			шар ґрунту, см						
			0–10	0–30	0–100	0–10	0–30	0–100	
Пшениця озима	Полицевий (контроль)	0	11,8	42,3	94,8	6,1	24,4	74,3	
		3	9,7	38,4	85,9	5,2	19,7	63,9	
	Безполицевий	0	10,6	39,2	87,0	7,2	28,2	80,1	
		3	8,1	33,6	76,8	6,2	22,1	68,6	
	Диференційований	0	13,1	43,7	98,0	5,4	22,3	70,6	
		3	11,5	40,7	90,0	4,4	17,9	60,7	
	Постійний мілкий	0	11,0	38,7	89,2	7,1	28,5	79,8	
		3	8,6	33,2	78,6	6,1	22,8	68,8	
	НІР <sub>0,05</sub>			1,2	2,6	5,1	0,9	2,3	4,5
	Ячмінь ярий	Полицевий (контроль)	0	10,3	38,7	108,4	7,8	28,1	67,8
3			9,1	36,5	103,1	6,6	23,6	64,0	
Безполицевий		0	11,2	36,0	99,8	9,2	32,2	73,2	
		3	10,2	33,1	92,4	7,8	27,1	68,2	
Диференційований		0	11,8	41,3	115,6	6,2	24,5	63,3	
		3	10,9	39,8	113,5	5,2	21,0	60,2	
Постійний мілкий		0	11,0	35,7	100,9	9,1	31,8	72,1	
		3	10,1	32,9	93,3	8,1	26,8	67,9	
НІР <sub>0,05</sub>			1,3	2,4	6,2	1,2	2,6	3,8	

У метровому шарі ґрунту спостерігалася аналогічна закономірність: за нульового і третього рівня удобрення в сівозміні цей показник зменшився відповідно на 8,2 і 10,6 % за полицевого, 5,9 і 8,5 % – дискового обробітків, а за диференційованого – підвищився на 3,4 і 4,8 %.

На дату зароблення зеленої маси гірчиці білої в ґрунт (попередник – пшениця озима) запаси доступної вологи у досліджуваних шарах чорнозему типового істотно вищі за чизельного і систематичного мілкого обробітків, а за полицево-безполицевого дещо нижчі (не перевищували НІР), ніж на контролі, що зумовлено відповідною продуктивністю культури за варіантами обробітку. Так, на неудобрених ділянках запаси доступної вологи у верхньому, орному і метровому шарах ґрунту зростали відповідно на 18,0; 15,6 і 7,8 % за безполицевого, 16,4; 16,8 і 7,4 % – дискового обробітків та зменшувалися на 11,5; 8,6 і 5,0 % за диференційованого обробітку в сівозміні.

На дату сівби гірчиці білої після ячменю ярого цей показник у верхньому шарі ґрунту найнижчий за полицевого, найвищий – полицево-безполицевого обробітку. Різниця між ними на удобрених і неудобрених ділянках становила відповідно 1,5 і 1,8 мм, або 14,6 і 19,8 %. За чизельного і постійного мілкого обробітків запаси доступної ґрунтової вологи на 0,7–1,1 мм більші, ніж на контролі, тобто приріст не перевищував величину НІР<sub>0,05</sub>.

В орному і метровому шарах ґрунту цей показник істотно вищий за диференційованого та істотно нижчий за безполицевого і дискового обробітків, ніж на контролі. Так, на удобрених найвищою нормою добрив варіантах він у зазначених вище шарах ґрунту зростав відповідно на 9,0 і 10,1 % за полицево-безполицевого обробітку і зменшувався на 9,3 і 10,4 % за чизельного та 9,9 і 9,5 % – дискового обробітку порівняно з контролем.

На дату зароблення зеленої маси гірчиці білої в ґрунт, попередником якої був ячмінь

ярій, запаси доступної вологи у всіх досліджуваних шарах ґрунту істотно вищі за обробітку його чизелем і дисковою бороною та істотно нижчі за диференційованого обробітку в сівозміні, ніж на контролі. Ці зміни чітко корелюють з продуктивністю капустиної культури. За цим показником у шарах ґрунту 0–10, 0–30 і 0–100 см полицевий обробіток перевищував полицево-безполицевий відповідно на 1,6; 3,6 і 4,5 мм на неудобрених та 1,4; 2,6 і 3,8 мм – удобрених ділянках. Полицевий обробіток поступився безполицевому у зазначених шарах ґрунту відповідно на 1,2–1,4; 3,5–4,1 і 4,2–5,4 мм. За систематичного мілкого обробітку цей показник у шарах 0–10, 0–30 і 0–100 см ґрунту відповідно на 16,7; 13,2 і 6,3 % на неудобрених та 22,7; 13,6 і 6,1 % – удобрених ділянках вищий, ніж на контролі.

Зменшення запасів доступної ґрунтової вологи на удобрених ділянках порівняно з неудобреними зумовлено вищою продуктивністю основної і проміжної культури. Запаси доступної вологи в орному і метровому шарах ґрунту вищі на неудобрених варіантах порівняно з

удобреними на дату сівби гірчиці білої відповідно на 12,3 і 11,5 % після пшениці озимої та на 6,7 і 5,6 % – після ячменю ярого. На дату зароблення зеленої маси сидеральної культури в ґрунт це зростання після зазначених попередників становило відповідно 25,7 і 16,3 та 18,7 і 6,1 %.

Вміст азоту в зеленій масі гірчиці білої за сівби після пшениці озимої істотно нижчий за безполицевого і дискового обробітків, та майже на одному рівні за диференційованого і полицевого обробітків як на неудобрених, так і на удобрених найвищою нормою ділянках досліджу. За розміщення культури після ячменю ярого істотне зменшення цього показника зафіксовано за мілкого, а на удобрених ділянках і за чизельного обробітку порівняно з контролем. За полицево-безполицевого обробітку отримано вищі показники, ніж на контролі, однак істотних відхилень на неудобрених ділянках не спостерігалось (табл. 5).

Істотної різниці за варіантами обробітку щодо вмісту фосфору в зеленій масі сидерату не виявлено.

Таблиця 5 – Вміст поживних речовин у зеленій масі гірчиці білої за різних попередників, систем обробітку і удобрення, % до сирової маси

Попередник	Основний обробіток в сівозміні	Рівні удобрення в сівозміні	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	
Пшениця озима	Полицевий (контроль)	0	0,31	0,08	0,29	0,36	
		3	0,45	0,14	0,43	0,51	
	Безполицевий	0	0,28	0,07	0,26	0,33	
		3	0,41	0,13	0,39	0,47	
	Диференційований	0	0,29	0,09	0,32	0,39	
		3	0,43	0,15	0,47	0,56	
	Постійний мілкий	0	0,27	0,06	0,24	0,32	
		3	0,40	0,13	0,37	0,46	
	НІР <sub>0,05</sub>			0,03	0,04	0,05	0,05
	Ячмінь ярій	Полицевий (контроль)	0	0,35	0,07	0,26	0,39
3			0,48	0,13	0,41	0,53	
Безполицевий		0	0,32	0,06	0,23	0,37	
		3	0,43	0,11	0,37	0,50	
Диференційований		0	0,38	0,09	0,30	0,43	
		3	0,53	0,15	0,47	0,59	
Постійний мілкий		0	0,31	0,06	0,22	0,35	
		3	0,43	0,12	0,36	0,47	
НІР <sub>0,05</sub>			0,04	0,05	0,05	0,06	

За розміщення гірчиці білої після пшениці озимої вміст калію в зеленій масі істотно зменшився за постійного мілкого обробітку порівняно з контролем. За диференційованого обробітку він підвищувався, а за чизельного – знижувався на 0,03–0,04 %, тобто не перевищував НР<sub>0,05</sub>.

Вміст кальцію у зеленій масі істотно вищий на удобрених ділянках за диференційованого та істотно нижчий за мілкого обробітку за обома попередниками капустиної культури.

На неудобрених ділянках спостерігалася аналогічна тенденція зміни цього показника. За безполицевого обробітку вміст кальцію дещо підвищився порівняно з полицевим.

Добрива сприяли істотному зростанню вмісту в зеленій масі сидерату поживних речовин.

Варто виділити, що вміст азоту, фосфору, калію і кальцію в напівперепрілому гної, який вносили в сівозміні під соняшник і кукурудзу, становив відповідно 0,51; 0,26; 0,58 і 0,13 % від сирової маси

**Висновки.** Продуктивність гірчиці білої вища за сівки після пшениці озимої, ніж ячменю ярого. За безполицевого і систематичного мілкого обробітку в сівозміні вона істотно знижує урожай і суху масу коріння. Після ярого попередника маса сидерату істотно вища, після озимого – неістотно нижча за диференційованого, ніж полицевого обробітку в сівозміні. За чизельного і особливо постійного мілкого обробітку в сівозміні ефективність добрив з підвищенням норм їх внесення знижується.

Із підвищенням норм добрив темпи наростання надземної маси вищі, ніж кореневої системи. Вони зазвичай нижчі за сівки капустиної рослини після ячменю ярого, ніж пшениці озимої. Суха маса кореневих решток гірчиці білої після озимої культури майже на одному рівні за полицевого і полицево-безполицевого обробітку, а після ярої – істотно вища за диференційованого обробітку, ніж на контролі. За вказаних попередників суха маса кореневих решток післяжнивної рослини в орному шарі ґрунту становила відповідно 3,03 і 2,59 т/га.

Приріст вмісту гумусу в орному шарі за полицевого, безполицевого, диференційованого і дискового обробітків у сівозміні становив відповідно 532, 503, 525 і 474 кг/га за сівки досліджуваної культури після пшениці озимої та 453, 403, 488 і 393 кг/га – після ячменю ярого.

Вміст азоту в зеленій масі гірчиці білої істотно не відрізнявся за полицевого і диференційованого обробітків за сівки капустиної рослини після пшениці озимої, а після ячменю ярого цей показник істотно вищий за полице-

во-безполицевого обробітку удобрених ділянок досліду. Кальцію у сидеральній масі більше за диференційованого обробітку за обома попередниками.

Доступної ґрунтової вологи у верхньому (0–10 см) шарі чорнозему типового на дату сівки післяжнивної культури найбільше за полицево-безполицевого обробітку в сівозміні.

Найвищу агротехнічну ефективність забезпечив диференційований обробіток у сівозміні, що передбачає глибоку (на 25–27 см) культурну оранку в одному полі, а на решті полів – безполицевий і дисковий мілкий (на 10–12 см) обробітки.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Періодична доповідь про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України за результатами 9 туру (2006–2010 рр.) агрохімічного обстеження земель / Борщак І.С. та ін. Київ, 2015. 118 с.
2. Балюк С.А., Даниленко А.С., Фурдичко О.І. Звернення до керівництва держави щодо подолання кризової ситуації у сфері охорони земель. Вісник с.-г. науки. 2017. № 11. С. 5–8.
3. Попова О.Л. Оцінка суспільних збитків і розміру відшкодування за погіршення якості сільськогосподарських земель. Економіка України. 2013. № 3(616). С. 47–56.
4. Землеробство: підручник / Примак І.Д. та ін. Вінниця: Твори, 2020. С. 26–29.
5. Панас Р.М. Екологія ґрунтів: навч. посіб. Львів: Новий Світ – 2000, 2020. С. 56–74.
6. Лисянський О.Л. Ефективність удобрення сидеральних культур на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. 2018. 25 с.
7. Технологія вирощування сільськогосподарських культур у проміжних посівах Лісостепу України (рекомендації) / Сорока В.І. та ін. Біла Церква, 2020. 38 с.
8. Механічний обробіток ґрунту: історія, теорія, практика: навч. посіб. / Примак І.Д. та ін. Вінниця: Твори, 2019. С. 246–249.
9. Землеробство: підручник / Єщенко В.О. та ін. Київ: Лазурит – Поліграф, 2013. С. 261–263.
10. Ушкаренко В.О., Сухотін А.С. Біоенергетична ефективність вирощування післяжнивної сої залежно від досліджуваних факторів. Таврійський науковий вісник. 2011. 75. С. 109–115.
11. Демиденко О.В. Щільність будови чорнозему опідзоленого за різних систем удобрення і обробітку. Вісник аграрної науки. 2021, 6. С. 5–15.
12. Демиденко О.В. Агрофізичний стан як критерій готовності чорнозему опідзоленого до мінімізації обробітку в агроценозі. Вісник аграрної науки. 2021, 7. С. 15–23.
13. Чуданов І.А. Новые системы обработки черноземных почв в севооборотах Среднего Поволжья. Достижения аграрной науки Урала и пути их реализации в новых условиях производства. Челябинск: ЧНИИСХ, 2005. С. 30–35.
14. Буянкин Н.И., Слесарев В.Н., Красноперов А.Г. Ключевые показатели минимализации обработки. Земледелие. 2004. № 4. С. 14–15.

15. Николаев В.А., Мазиров М.А., Зинченко С.И. Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы. Земледелие. 2015. № 5. С. 18–20.

16. Сучасні проблеми оранки як особливого прийому обробітку ґрунту / Адамчук В.В. та ін. Вісник аграрної науки. 2016, 1. С. 5–10.

17. Гумусованість і фізико-хімічні властивості чорноземів Лісостепу за мінімізації обробіток і біологізації системи удобрення / Балаєв А.Д. та ін. Вісник аграрної науки. 2020. № 11. С. 24–29.

18. Цюк О.А. Теоретичне обґрунтування та розробка системи екологічного землеробства в Лісостепу України: автореф. дис. ... доктора с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2014. 41 с.

19. Центило Л.В. Агроекологічні основи відтворення родючості чорнозему типового та підвищення продуктивності агроценозів Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... доктора с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2020. 41 с.

20. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: монографія / за ред. Я.М. Гадзала, В.Ф. Камінського. Київ: Аграрна наука, 2016. С. 158–159.

21. Органические удобрения: справочник / Попов П.Д. и др. Москва: Агропромиздат, 1988. С. 18–21.

22. Станков Н.З. Корневая система полевых культур. Москва: Колос, 1964. 280 с.

23. Основи наукових досліджень в агрономії / Єщенко В.О. та ін. Вінниця: ПП “ТД Едельвейс і К”. 2014. С. 175–176, 247–252.

24. Примак І.Д., Панченко О.Б., Панченко І.А. Структурний стан і будова орного шару чорнозему типового за різних систем основного обробітку і удобрення в спеціалізованій сівозміні центрального Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2016, 1–2. С. 12–18.

## REFERENCES

1. Borshhak, I.S., Venglins'kyj, M.O., Gavrylyuk, V.B. (2015). Periodychna dopovid' pro stan gruntiv na zemlyax sil'skogospodars'kogo pry'znachennya Ukrainy' za rezul'tatamy' 9 turu (2006–2010 rr.) agrochimichnogo obstezhennya zemel' [Periodic report on the state of soils on agricultural lands of Ukraine according to the results of the 9th round (2006–2010) of agrochemical survey of lands]. Kyiv, 118 p.

2. Balyuk, S.A., Danylenko, A.S., Furdychko, O.I. (2017). Zvernennya do kerivny'cztva derzhavy' shhodo podolannya kry'zovoyi sy'tuaciyi u sferi oxorony' zemel' [Appeal to the state leadership to overcome the crisis in the field of land protection] Visnyk s.-g. nauky [Bulletin of agriculture science], no. 11, pp. 5–8.

3. Popova, O.L. (2013). Ocinka suspil'ny'x zby'tkiv i rozmiru vidshkoduvannya za pogirshennya yakosti sil'skogospodars'ky'x zemel' [Assessment of public losses and the amount of compensation for the deterioration of agricultural land]. Ekonomika Ukrainy' [Ukraine economy], no. 3(616), pp. 47–56.

4. Pry'mak, I.D., Yezerkovs'ka, L.V., Fedoruk, Yu.V. (2020). Zemlerobstvo: pidruchny'k [Agriculture]. Vinnytsia, Works, pp. 26–29.

5. Panas, R.M. (2020). Ekologiya gruntiv: navch. posib. [Soil Ecology]. Lviv, New world – 2000, pp. 56–74.

6. Ly'syans'ky'j, O.L. (2018). Efekty'vnist' udobrennya sy'deral'ny'x kul'tur na chornozemi opidzolenomu Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrainy': avtoref. dy's. ... kand. s.-g. nauk [Efficiency of green manure fertilization on chernozem podzolic of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine: abstract dis. Cand. of Agricultural Science]. Kharkiv, 25 p.

7. Soroka, V.I., Marty'nyuk, I.V., Pry'mak, I.D. (2020). Texnologiya vy'roshhuvannya sil'skogospodars'ky'x kul'tur u promizhny'x posivax Lisostepu Ukrainy' (rekomendaciyi) [Technology of growing agricultural crops in intermediate crops of the Forest-Steppe of Ukraine (recommendations)]. Bila Tserkva, 38 p.

8. Pry'mak, I.D., Kosolap, M.P., Vojtovy'k, V.M. (2019). Mexanichny'j obrobitek gruntu: istoriya, teoriya, prakty'ka: navch. posib. [Mechanical tillage: history, theory, practice]. Vinnytsia, Works, pp. 246–249.

9. Yeshhenko, V.O., Kopy'tko, P.G., Buty'lo, A.P., Opry'shko, V.P. (2013). Zemlerobstvo: pidruchny'k [Agriculture]. Kyiv, Lazury't – Poligraf, pp. 261–263.

10. Ushkarenko, V.O., Suxotin, A.S. (2011). Bioenergetychna efekty'vnist' vy'roshhuvannya pislyazhny'vnoyi soyi zalezno vid doslidzhuvany'x faktoriv [Bioenergetic efficiency of post-harvest soybean cultivation depending on the studied factors]. Tavrijs'ky'j naukovy'j visny'k [Taurian Scientific Bulletin], 75, p. 109–115.

11. Demy'denko, O.V. (2021). Shhil'nist' budovy' chornozemu opidzolenogo za rizny'x sy'stem udobrennya i obrobittu [Density of chernozem podzolic structure under different fertilizer and tillage systems]. Visnyk agrarnoyi nauky' [Bulletin of Agricultural Science], 6, pp. 5–15.

12. Demy'denko, O.V. (2021). Agrofizychny'j stan yak kry'terij gotovnosti chornozemu opidzolenogo do minimizaciyi obrobittu v agrocehozi [Agrophysical condition as a criterion for the readiness of chernozem podzolic to minimize cultivation in the agrocehoz]. Visnyk agrarnoyi nauky' [Bulletin of Agricultural Science]. Vol. 7, pp. 15–23.

13. Chudanov, Y'.A. (2005). Nove sy'stemy obrabotky' chernozemnx pochv v sevooborotax Srednego Povolzh'ya [New systems of chernozem soil treatment in crop rotations of the Middle Volga region]. Dosty'zheny'ya agrarnoj nauky' Urala y' puty' y'x realy'zacy'y' v novux uslovy'yax proy'zvodstva [Achievements of agrarian science of the Urals and ways of their realization in new conditions of production]. Chelyabinsk, ChNIISH, pp. 30–35.

14. Buyanky'n, N.Y'. Slesarev, V.N., Krasnoperov, A.G. (2004). Klyuchevy pokazately' my'ny'maly'zacy'y' obrabotky' [Key indicators of processing minimization]. Zemledely'e [Agriculture]. Vol. 4, pp. 14–15.

15. Ny'kolaev, V.A., Mazy'rov, M.A., Zy'nchenko, S.Y' (2015). Vly'yany'e raznux sposobov obrabotky' na agrofyzichesky'e svoystva y' strukturnoe sostoyany'e pochvu [Influence of different cultivation methods on agrophysical properties and structural state of the soil]. Zemledely'e [Agriculture], no. 5, pp. 18–20.

16. Adamchuk, V.V., Bulgakov, V.M., Tanchy'k, S.P., Nady'kto, V.P. (2016). Suchasni problemy' oranky' yak osobly'vogo pry'jomu obrobittu gruntu [Modern problems of plowing as a special method of tillage]. Visnyk agrarnoyi nauky' [Bulletin of Agricultural Science]. Vol. 1, pp. 5–10.

17. Balayev, A.D., Tonxa, O.L., Pikovs'ka, O.V., Gavrylyuk, M.V., Shemetun, K.I. (2020). Gumusovanist'

i fizy'ko-ximichni vlasty'vosti chornozemiv Lisostepu za minimizaciyi obrobivkiv i biologizaciyi sy'stemy' udobrennya [Humus content and physicochemical properties of forest-steppe chernozems while minimizing tillage and biologization of the fertilizer system]. *Visnyk agrarnoyi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], no. 11, pp. 24–29.

18. Cyuk, O.A. (2014). Teorety'chne obg'runtuvannya ta rozrobka sy'stemy' ekologichnogo zemerobstva v Lisostepu Ukrayiny': avtoref. dy's. ... dok. s.-g. nauk: 06.01.01 [Theoretical substantiation and development of the system of ecological agriculture in the Forest-steppe of Ukraine: author's ref. dis. Doc. of Agricultural Science: 01.06.01]. Kyiv, 41 p.

19. Centy'lo, L.V. (2020). Agroekologichni osnovy' vidualovennya rodyuchosti chornozemu ty'povogo ta pidvy'shennya produkty'vnosti agrocenoziv Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrayiny': avtoref. dy's. ... doktora s.-g. nauk: 06.01.01 [Agroecological bases of reproduction of fertility of typical chernozem and increase of productivity of agrocenoses of the Right-bank Forest-steppe of Ukraine: author's ref. dis. Doctor of agricultural sciences Science: 01.06.01]. Kyiv, 41 p.

20. Gadzalo, Ya.M., Kamins'kiy, V.F. (2016). Naukovi osnovy' vy'robny'cztva organichnoyi produkciyi v Ukrayini: monografiya [Scientific bases of organic production in Ukraine]. Kyiv, Agrarian Science, pp. 158–159.

21. Popov, P.D., Hoxlov, V.Y'. Egorov, A.A. (1988). *Organy'chesky'e udobreny'a: spravochny'k* [Organic fertilizers]. Moscow, Agropromizdat, pp. 18–21.

22. Stankov, N.Z. (1964). *Kornevaya sy'stema polevykh kul'tur* [Root system of field crops]. Moscow, Kolos, 280 p.

23. Yeshhenko, V.O., Kopy'tko, P.G., Kostogry'z, P.V., Opry'shko, V.P. (2014). *Osnovy' naukovy'x doslidzhen' v agronomiyi* [Fundamentals of research in agronomy]. Vinnytsia, TD Edelweiss and K, pp. 175–176, pp. 247–252.

24. Pry'mak, I.D., Panchenko, O.B., Panchenko, I.A. (2016). *Strukturny'j stan i budova ornogo sharu chornozemu ty'povogo za rizny'x sy'stem osnovnogo obrobivku i udobrennya v specializovaniy sivozmini central'nogo Lisostepu Ukrayiny'* [Structural condition and structure of the arable layer of chernozem typical for different systems of basic cultivation and fertilizer in specialized crop rotation of the central forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltav's'koyi derzhavnoyi agrarnoyi akademiyi* [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy], no. 1–2, pp. 12–18.

**Производительность и удобрительная ценность послеживной горчицы белой на зеленое удобрение в зависимости от предшественников, систем основной обработки и удобрения**

**Примак И.Д., Панченко А.Б., Панченко И.А., Федорук Ю.В., Ображий С.В., Войтовик М.В., Присяжнюк Н.М.**

Трехлетние (2019–2021 гг.) исследования в стационарном полевом зернопропашном пятипольном севообороте на черноземе типичном малогумусном среднесуглиноковом опытного поля Белоцерковского НАУ указывают на высокую продуктивность горчицы белой на зеленое удобрение при посеве после пшеницы озимой, чем ячменя ярового.

При безотвальной и систематической мелкой обработке в севообороте она существенно снижает урожай

и сухую массу корней. После ярового предшественника масса сидерата существенно выше, а после озимого – несущественно ниже при дифференцированной, чем отвальной обработке в севообороте. При чизельной и особенно постоянной мелкой обработке в севообороте эффективность удобрений с повышением норм их внесения снижается.

С повышением норм удобрений темпы нарастания надземной массы выше, чем корневой системы. Они, как правило, ниже при посеве капустного растения после ячменя ярового, чем пшеницы озимой. Сухая масса корневых остатков горчицы белой после озимой культуры практически на одном уровне при отвальной и отвально-безотвальной обработке, а после яровой – существенно выше при дифференцированной обработке, чем на контроле. При указанных предшественниках сухая масса корневых остатков пожнивного растения в пахотном слое почвы составляла соответственно 3,03 и 2,59 т/га.

Прирост содержания гумуса в пахотном слое при отвальной, безотвальной, дифференцированной и дисковой обработках в севообороте составил соответственно 532, 503, 525 и 474 кг/га при посеве исследуемой культуры после пшеницы озимой и 453, 403, 488 и 393 кг/га – после ячменя ярового.

На дату сева капустного растения после озимой пшеницы запасы доступной влаги в верхнем слое почвы при безотвальной обработке существенно ниже, а при дифференцированной – существенно выше, чем на контроле. При севе горчицы белой после яркого ячменя этот показатель самый низкий при отвальной, а самый высокий – при отвально-безотвальной обработке в севообороте.

**Ключевые слова:** почва, севооборот, горчица белая, обработка, удобрения, предшественники, урожай, корневые остатки.

**Productivity and fertilizer value of white mustard on green fertilizer depending on preparators, main processing systems and processing**

**Prymak I., Panchenko O., Panchenko I., Fedoruk Y., Obrazhyi S., Voytovyk M., Prisyazhnyuk N.**

Three-year (2019–2021) studies in a stationary field grain-planted five-field crop rotation on typical low-humus medium-loam chernozem of the experimental field of the Bila Tserkva NAU indicate a higher productivity of white mustard for green fertilizer when sown after winter wheat than spring barley.

On no-till and systematic shallow tillage in the rotation, it significantly reduces the yield and dry weight of the roots. After the spring precursor sideratu mass is significantly higher after the winter one – not significantly lower on differentiated than the shallow tillage in the rotation. On chisel and especially permanent shallow tillage in the rotation the effectiveness of fertilizers with increasing rates of their application decreases.

With increasing fertilizer rates, the rate of growth of above-ground mass is higher than that of the root system. They tend to be lower when cabbage plants are sown after spring barley than winter wheat. Dry mass of root residues of white mustard after winter crops is practically at the same level on ploughed and ploughed-free tillage, and after spring – significantly higher on differentiated tillage than on the

control. The dry mass of root residues of a crop plant in the arable soil layer was 3.03 and 2.59 t/ha, respectively, under the above precursors.

The gain of humus content in arable layer by sowing the investigated crop after the winter wheat and after rotation without plowing, differentiated and disk tillage was respectively 532, 503, 525 and 474 kg/ha and after sowing the investigated crop after the spring barley – 453, 403, 488 and 393 kg/ha.

At the date of sowing of cabbage plants after winter wheat, the reserves of available moisture in the upper layer of the soil under tillage are significantly lower, and under differentiated – significantly higher than in the control. When sowing white mustard after spring barley, this figure is the lowest for shelf cultivation, and the highest – for shelf-shelfless cultivation in crop rotation.

**Key words:** soil, crop rotation, white mustard, treatment, fertilizers, predecessors, yield, root residues.



Copyright: Примак І.Д. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Примак І.Д.  
Федорук Ю.В.  
Образій С.В.

<https://orcid.org/0000-0002-0094-3469>

<https://orcid.org/0000-0003-3921-7955>

<https://orcid.org/0000-0002-3532-6655>



## АГРОНОМІЯ

УДК 631.333.92:628.473

**Впровадження механізованого вермикомпостування для утилізації рослинних відходів садово-паркових господарств**Сенчук М.М. *Білоцерківський національний аграрний університет*

Сенчук М.М. Впровадження механізованого вермикомпостування для утилізації рослинних відходів садово-паркових господарств. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 137–145.

Senchuk M. Introduction of mechanized vermicomposting for utilization of vegetable waste of horticultural farms. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 137–145.

Рукопис отримано: 08.11.2021 р.

Прийнято: 23.11.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-137-145

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Відходи у вигляді гною тваринницьких ферм, побутового сміття, відстою стічної води є основними компонентами, з яких під час перероблення вермикомпостуванням одержують цінне добриво–біогумус і біомасу дощових черв'яків.

Із цих відходів готують субстрат – корм для черв'яків. Іноді використовують субстрати на основі відходів деревини, торфу та сапропелю.

Необхідність технологічного процесу перероблення вермикомпосту в товарний біогумус обумовлена такими чинниками:

У статті йдеться про доцільність використання технології вермикомпостування в садово-парковому господарстві.

Розроблено рекомендації для впровадження технології вермикультивування в садово-парковому господарстві. Передусім необхідно підготувати субстрат такого складу: бадилля рослин; перепріла тирса; листя дерев; торф, вапно (до 2 % від ваги субстрату).

Субстрат має пройти ферментування не менше 3 місяців, зимою 3–5 місяців. Зберігання субстрату може тривати 8–10 місяців за вологості 70–80 %. Готовність субстрату до споживання визначають за відношенням вуглецю до азоту – приблизно 20, за рН 6–8.

Вибірання біогумусу-сирцю проводять двічі на рік. Після чого його використовують як добриво, або переробляють.

Якщо переробляти подрібнені гілки, то повне вибірання можна проводити через 1,5 роки.

Встановлено залежність для визначення необхідної біомаси дощових черв'яків від продуктивності вермигосподарства з перероблення встановленої маси субстрату за рік вермикультивування.

Визначено, що для створення вермигосподарства продуктивністю 100 т субстрату/рік необхідно 10 кг біомаси дощових черв'яків, 500 – 45 кг, 1000 – 91 кг, 1500 – 137 кг, 2000 т субстрату/рік – 182 кг.

Наведені методичні основи механізованих вермигосподарств дають змогу проводити розрахунки, необхідні для перероблення відходів рослинного походження в садово-паркових господарствах і отримання біогумусу й біомаси дощових черв'яків.

Впровадження цієї технології сприяє безпечній утилізації відходів рослинного походження садово-паркового господарства: листя дерев, відходів квіткового виробництва тощо з отриманням високоефективного добрива – біогумусу.

**Ключові слова:** вермикомпостування, дощові черв'яки, біогумус, обладнання, органічні відходи.

- біогумус є товаром на світовому ринку;
- переробленням відділяють найбільш цінну гуміновмісну частину;
- ефективність і зручність для локального механізованого внесення в ґрунт, створення органо-мінеральних сумішей, ведення тепличного господарства і вирощування кімнатних рослин.

Внесення нестандартного біогумусу-сирцю в ґрунт потребує відповідного підвищення його дози. Якщо за загального внесення в ґрунт оптимальна доза біогумусу становить 3–3,5 т/га, а біогумусу-сирцю – 4–5 т/га [1],

то за локального його внесення оптимальна доза становить лише 250–300 кг/га. У зв'язку з цим біогумус-сирець, призначений для реалізації, переробляють. Після відділення черв'яків від вермикомпосту, підсушування його до вологості 40...50 % і подрібнення, біогумус розділяють на три фракції залежно від величини гранул [1]: найдрібніша (гранули до 1 мм), дрібна (до 2 мм), крупна (до 3 мм).

Якість біогумусу має відповідати таким вимогам: вологість – 30–40 %; вміст органічної речовини – 20–30 %; вміст водорозчинних солей – 0,5 %, рН – 6,8–7,2; вміст загального азоту – 1 %, загального фосфору ( $P_2O_5$ ) – 1,5 %, загального калію ( $K_2O$ ) – 1 %, магнію – 1 %, кальцію – 4 % [1]. Біогумус також не має містити речовин, які біологічно не переробляються (полімерів, каміння, скла, металу та ін.).

Необхідно відмітити, що висока ефективність застосування біогумусу визначається багатством флори бактерій (до 2000 млрд колоній в 1 г біогумусу за 150–300 млн колоній в 1 г гною тварин), вмістом великої кількості необхідних рослинні елементів живлення в засвоєній формі, реакцією середовища (рН 6,8–7,2), близькою до нейтральної, що створює в ґрунті умови, які утруднюють розвиток хвороб. Крім цього, якість біогумусу обумовлена відсутністю патогенної мікрофлори [1].

Одним з основних чинників, які впливають на реалізацію генетичного потенціалу продуктивності сільськогосподарських тварин і птиці, є повноцінне годування, обумовлене переважно протеїновим і амінокислотним складом раціонів. Тому біомаса черв'яків є одним з ефективних джерел забезпечення тварин і птиці високоякісними білковими кормами.

Дослідження, проведені Риженком М. [3], довели, що краще використовувати біомасу черв'яків на корм птиці і риби в живому вигляді, свиням – у вигляді пульпи, а коровам – у вигляді борошна. Для годівлі птиці найбільш раціональним способом одержання білкового корму є подрібнення дощових черв'яків і змішування біомаси з наповнювачем [3–5]. Як наповнювач можна використовувати розсипний комбікорм дрібного помелу.

Аналіз наукових розробок показав, що ведуться пошуки і дослідження з широкого кола проблем та інтересів, пов'язаних з вермикультивуванням. Ці роботи можна класифікувати за такими напрямками:

- утилізація відходів вермикомпостуванням [1, 2, 6–14];
- екологічні аспекти вермикультивування [15, 16];

- одержання біологічно активних препаратів з біомаси черв'яків [3–5, 17–19];

- розроблення добрив нового покоління на основі біогумусу [20, 21];

- дослідження ефективності вермикультивування [22, 23];

- розроблення стандартів на продукцію вермикомпостування [24];

Актуальним завданням для дослідження є доцільність використання технології вермикультивування в садово-парковому господарстві.

Необхідність технологічного процесу перероблення вермикомпосту в товарний біогумус у садово-парковому господарстві обумовлена такими чинниками:

- біогумус є товаром на світовому ринку;

- переробленням відділяють найбільш цінну гуміновмісну частину;

- ефективність і зручність для локального механізованого внесення в ґрунт, створення орґано-мінеральних сумішей, ведення тепличного господарства і вирощування кімнатних рослин.

**Метою дослідження** є розроблення рекомендацій для впровадження технології вермикультивування в садово-парковому господарстві для перероблення відходів рослинного походження.

**Матеріал і методи дослідження.** Тривалість вермикультивування визначається з формули 1 за умови, що ступінь вмісту копролітів у вермикомпості має становити не менше 60 %, один черв'як у середньому важить 1 г і в добу поїдає субстрату вагою рівною його вазі:

$$\tau = 0,6 \frac{1000}{X_1}, \quad (1)$$

$X_1$  – питомий вміст черв'яків у субстраті, г/кг.

Фактичну тривалість вермикультивування визначають за формулою:

$$\tau_e = \tau \cdot l_b, \quad (2)$$

де  $\tau_e$  – фактична тривалість вермикультивування, діб;

$l_b$  – коефіцієнт гарантії технологічного процесу ( $l_b = 1-1,5$ ).

Річна продуктивність вермінкубатора визначається за формулою:

$$M_b = M_T \cdot l_b \quad (3)$$

де  $M_b$  – річна продуктивність вермінкубатора, т/рік;

$M_T$  – розрахункова маса субстрату, який перероблять черв'яки в біогумус, т/рік.

Тут:

$$M_T = M_0 \tau (R + R^2 + \dots + R^i) \quad (4),$$

де  $M_0$  – маса дощових черв'яків на початку року, т;  
 $\tau$  – період, за який визначено збільшення біомаси черв'яків у вермикомпості, діб;

$R$  – показник збільшення маси черв'яків за встановлений період, разів

$$i = \frac{365}{\tau} \quad (5)$$

Важливо відмітити, що на різних видах субстрату розвиток черв'яків проходить неоднаково, і фізико-хімічний склад біогумусу різний. За даними НДЦ „Біогумус”, за 1,5 місяці в субстраті на основі курячого посліду біомаса черв'яків збільшилась у 4 рази, на основі свиного гною – у 3 рази, на основі гною ВРХ – у 2,8 рази, на основі осаду стічних вод – у 2,6 рази [1].

За заданої маси субстрату, яку необхідно переробити в біогумус за рік, визначають необхідну для придбання масу черв'яків:

$$M_0 = \frac{M_T}{\tau (R + R^2 + \dots + R^i)} \quad (6)$$

Максимальна місткість вермиінкубатора розраховується за формулою:

$$M_{b \max} = \frac{M_b \cdot \tau_e}{365} \quad (7)$$

де  $M_{b \max}$  – максимальна місткість вермиінкубатора, т.

Практичний досвід вермикультивування і наукові дослідження свідчать про те, що три-

валість перероблення субстрату в біогумус на відкритому майданчику залежить від кліматичних умов і якості виконання технологічного регламенту вермикультивування, який становить зазвичай 3 місяці, де  $\tau_e$  – приймається як 90 діб. Перероблення проводять переважно у два цикли,  $i=2$ .

Початкова маса черв'яків визначається за формулою 8. Річний вихід біогумусу сирцю визначають за формулою:

$$M_T = M_0 \tau_e (R_b + R_b^2), \quad (8)$$

$$\text{де } R_b = R \frac{\tau_e}{\tau} \quad (9)$$

Слід відмітити, що ця методика розрахунку вермигосподарства розроблена автором статті і стандартизована СОУ 24.15-37-506:2007 [24].

### Результати дослідження та обговорення.

**Підготовка майданчика для вермикультивування.** Вермикультивування в садово-парковому господарстві рекомендовано проводити на майданчиках відкритого типу.

На відкритому майданчику субстрат переробляють в ложах (буртах, рис. 1).

Бажано, щоб майданчик мав тверде покриття.

Необхідну кількість буртів визначають за формулою:

$$n_\delta = \frac{M_b^1}{l_\delta \cdot b_\delta \cdot h_\delta \cdot \rho} \quad (10)$$

де  $l_\delta, b_\delta, h_\delta$  – відповідно: ширина, довжина і висота бурта, мм;

$\rho$  – питома маса субстрату, т/м<sup>3</sup>.



Рис. 1. Вид вермигосподарства відкритого типу.

$$\text{Тут } M_b^1 = M_0 \tau e \cdot R_b^2 \quad (11)$$

Параметри майданчика визначають за формулами:

- ширину:

$$b_m = n_\delta \cdot b_\delta + b_{np} \cdot n_{np}, \quad (12)$$

де  $b_m$  – ширина майданчика, м;

$b_{np}$  – ширина проходу між буртами, м;

$n_{np}$  – кількість проходів;

- довжину:

$$l_m = l_\delta + 2b_3, \quad (13)$$

де  $l_m$  – довжина майданчика, м;

$b_3$  – ширина заїзду між буртами, м.

Площу майданчика визначають за формулою:

$$F_m = b_m \cdot l_m \quad (14)$$

де  $F_m$  – площа майданчика, м<sup>2</sup>.

**Підготовка субстрату.** Перед початком впровадження технології вермикюльтивування необхідно підготувати субстрат. Рекомендовано використовувати такий склад субстрату:

- бадилля рослин;
- перепріла тирса;
- листя дерев;
- торф, вапно (до 2 % від ваги субстрату).

Субстрат має пройти ферментування не менше 3 місяців, зимою 3–5 місяців. Зберігання субстрату може тривати 8–10 місяців за вологості 70–80 %. Готовність субстрату до спо-

живання визначають за відношенням вуглецю до азоту – приблизно 20, за рН 6–8.

Підготовлений субстрат складають у вигляді довгих буртів, які називаються компостними рядами, вручну, або за допомогою навантажувачів чи самоскидів. Компостні ряди мають приблизно трикутну форму в перерізі, їх висота і ширина може бути різною, але рекомендується, щоб для природної аерації їх висота не перевищувала 1,5 м, а ширина 2,5 м.

**Вермикюльтивування** – це процес розведення дощових черв'яків. Коли субстрат підготовлений в буртах (ложах) розмірами: довжина – залежить від довжини майданчика, м; ширина – 2,5 м; висота – 0,2 м (рис. 2), у нього запускають дощових черв'яків (каліфорнійських) (рис. 3).

Норма закладення – від 700 до 1500 штук на метр кубічний субстрату, це орієнтовно від 700 до 1500 г біомаси дощових черв'яків. Придатність субстрату для запуску дощових черв'яків визначається розміщенням 50 особин в субстрат. Якщо вони його заселили, і ніяких негативних явищ немає, то додають решту, рівномірно розміщуючи їх на поверхні субстрату.

Початкову масу дощових черв'яків визначають залежно від необхідної маси перероблення субстрату в біогумус упродовж року за формулою (6):

$$M_0 = \frac{M_T}{\tau(R + R^2 + \dots + R^i)}$$

Тут  $\tau$  рекомендується приймати за 130 діб, тоді  $i = 2$ . Із умови, за 1,5 місяці (45 діб) збільшення біомаси дощових черв'яків у 3 рази:

$$R = \frac{130}{45} \cdot 3 = 8,7 \text{ рази.}$$



Рис 2. Вигляд поверхні бурта з вермикюльтивуючим субстратом.



Рис. 3. Вигляд біомаси дощових черв'яків.

Графічну залежність необхідної початкової маси дощових черв'яків до планової маси річної переробки субстрату показано на рисунку 4.

Вологість компосту є одним із важливих екологічних чинників життєдіяльності черв'яків. Недостатня вологість вермикомпосту призводить до їх загибелі. Тому для підтримання вологості у вермикомпості на рівні 80 % використовують стаціонарні, або мобільні поливальні установки.

Аерація передбачає насичення вермикомпосту атмосферним повітрям і виведення з нього шкідливих газів, яка забезпечується створенням приблизно 15 вертикальних отворів у розрахунку на 1 м<sup>2</sup> бурта діаметром по 5 см.

Швидкість перероблення корму залежить від багатьох обставин: умов утримання черв'яків, складу субстрату, кіль-

кості черв'яків, тому необхідно приділяти увагу годівлі черв'яків. Переважно підгодовлю черв'яків свіжим субстратом проводять через конкретну кількість діб (7–9 діб), розстеляючи його на поверхні вермикомпосту товщиною до 10 см вручну, або за допомогою технічного засобу для закладання буртів.

У вермикультивуванні настають періоди, коли кількість черв'яків на одиницю площі перевищує оптимально допустиму норму (100000 шт/м<sup>2</sup>), і виникає необхідність частину черв'яків вибирати із культури. Це передбачає неповне їх вибирання. За неповного вибирання черв'яків внесення в культуру свіжого корму припиняють, і через 10 діб вносять свіжий корм шаром товщиною 10 см. Після цього через 10 діб шар субстрату з черв'яками знімають, а на його місце наносять свіжий корм.

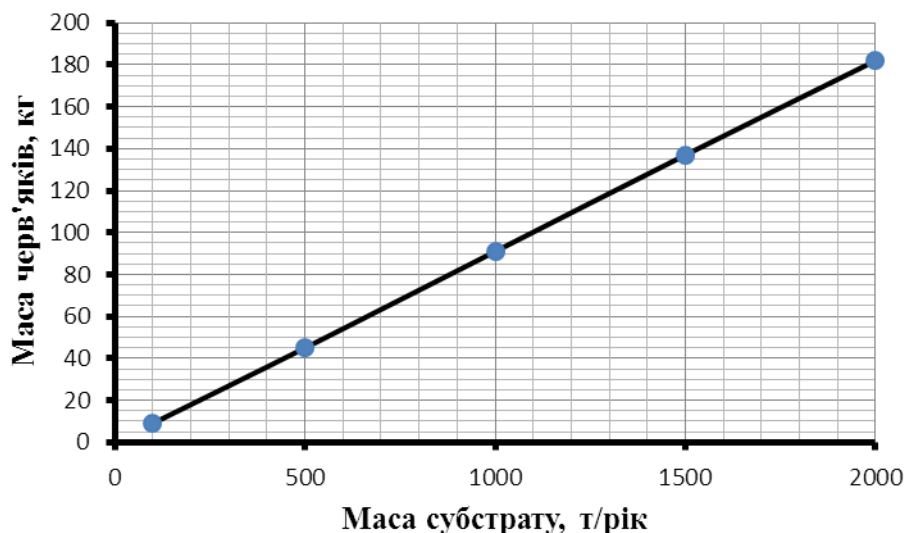


Рис. 4. Залежність необхідної маси дощових черв'яків від маси субстрату, яку необхідно переробити впродовж року.

Повне вибирання черв'яків проводять для отримання біогумусу-сирцю. За повного вибирання проведену вище процедуру повторюють 3–4 рази, і відбирають до 90–95 % черв'яків, які надалі використовуються у виробничих цілях (заселення нових лож, їх реалізація, використання на корм сільськогосподарським тваринам і птиці).

Вибирання біогумусу-сирцю проводять двічі на рік. Після чого його використовують як добриво, або переробляють (рис. 5).

Якщо переробляти подрібнені гілки, то повне вибирання можна проводити через 1,5 роки.



Рис. 5. Біогумус-сирець.

**Перероблення біогумусу-сирцю в товарний біогумус.** Попереднє перероблення вермикомпосту складається з технологічних операцій: подрібнення і відділення твердих включень і грудок.

Однією з основних і трудомістких операцій перероблення вермикомпосту є відділення черв'яків від компосту. Аналізуючи наявні способи відділення черв'яків від компосту, їх можна класифікувати у такий спосіб: відділення вручну, механічне відділення, відділення під впливом зовнішніх чинників та комбіноване відділення.

Сушіння біогумусу-сирцю застосовують для зниження вологості продукту до 40–50 %, і виконують в умовах навколишнього середовища або в сушарках.

Подрібнення біогумусу-сирцю проводять з метою руйнування грудок. У західних країнах біогумус після сушіння і подрібнення розділяють за величиною гранул на три фракції: найдрібніша – гранули розміром до 1 мм, дрібна – до 2 мм і крупна – до 3 мм.

**Комплектування технологій вермикультивування технічними засобами.** Комплектування технологій вермикультивування тех-

нічними засобами пов'язано з обґрунтуванням варіантів найбільш ефективної їх експлуатації.

Оптимальне річне завантаження роботою технічного засобу визначають за формулою:

$$X = \frac{RP \cdot \tau}{T}$$

де  $X$  – оптимальне річне завантаження роботою технічного засобу, т, м<sup>3</sup>;

$R$  – ресурс технічного засобу, год;

$\Pi$  – продуктивність технічного засобу, т/год, м<sup>3</sup>/год і т.д.;

$T$  – строк служби технічного засобу, років;

$\tau$  – коефіцієнт використання змінного робочого часу.

Необхідну кількість технічних засобів для виконання заданого обсягу робіт за виконання технологічної операції визначають за формулою:

$$n_{m.z.} = \frac{Q}{\Pi \cdot t \cdot \kappa_z \cdot \tau \cdot m}$$

де  $n_{m.z.}$  – необхідна кількість технічних засобів, шт.;

$Q$  – необхідний обсяг виконання робіт, т, м<sup>3</sup>;

$t$  – тривалість зміни, год;

$\kappa_z$  – коефіцієнт змінності;

$m$  – тривалість виконання робіт.

**Висновки.** Встановлено можливість використання технології вермикультивування для перероблення відходів рослинного походження в садово-парковому господарстві. Процес перероблення субстрату в біогумус дощовими черв'яками на основі листя дерев проходить аналогічно переробленню субстрату на основі соломи і триває до трьох місяців. Субстрат на основі подріблених гілок дерев переробляється в біогумус дощовими черв'яками упродовж 1,5 року.

Визначено, що для створення вермигосподарства продуктивністю 100 т субстрату/рік необхідно 10 кг біомаси дощових черв'яків, 500 – 45 кг, 1000 – 91 кг, 1500 – 137 кг, 2000 т субстрату/рік – 182 кг.

Наведені методичні основи механізованих вермигосподарств дають змогу проводити розрахунки, необхідні для перероблення відходів рослинного походження в садово-паркових господарствах і отримання біогумусу й біомаси дощових черв'яків.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Городний М.М., Мельник І.А. Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве. К.: Урожай, 1990. 285 с.
2. Лінник М.К., Сенчук М.М. Технології і технічні засоби виробництва та використання органічних добрив: монографія / за ред. В.В. Адамчука. Ніжин. Видавець ПП Лисенко М.М., 2012. 248 с.
3. Рижено Н. Использование продуктов вермипроизводства в сельском хозяйстве. Достижение науки и техники АПК. 1992. №1. С. 15–18.
4. Дубинская А.П., Сбитнева Н.Д. Получение экологически чистых кормовых добавок на основе вермикультуры: тезисы докладов 3 Международного конгресса „Биоконверсия органических отходов”. М.: Ассоциация "Биоконверсия". 1994. С. 52–53.
5. Дубинская А.П., Сбитнева Н.Д. Получение кормовых экологически чистых продуктов на основе вермикультивирования. Биоконверсия органических отходов: тезисы докладов 3 Международного конгресса „Биоконверсия органических отходов”. М.: Ассоциация "Биоконверсия". 1994. С. 98–100.
6. Шпякіна А.І. Семенова О.А., Семенова О.І. Біотехнологічні методи переробки відходів тваринництва. Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції. Тернопіль, С. 210–212.
7. Технологічні аспекти переробки органічних відходів АПК методом вермикультивування / В.М. Сендецький та ін. Івано-Франківськ: Фоліант, 2010. 53 с.
8. Nagar R., Titov A., Bhati P. Vermicomposting of Leaf-litters: Way to convert waste into Best. Int. J. Curr. Sci. 2017, 20(4). P. 25–30.
9. Швед О.В., Буцяк В.І. Перспективи альтернативності субстратів опавших листів в вермикультивуванні. Technologica aspect of modern agricultural production and environmental protection. Proceedings XIII International scientific-applied conference. da Rostim. Алмата, Казах. ун-т, 2017. С. 102–103.
10. Сендецький В.М. Переробка органічних відходів у біогумус методом вермикультивування. Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства УААН”. 2009. Вип. 1–2. С. 50–55.
11. Скіп О.С., Буцяк В.І., Печар Н.П. Активність ферментації субстратів за різного кількісного співвідношення компосту з опалого листя та гною ВРХ у процесі вермикультивування *Eisenia foetida*. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. Львів, 2011. Т. 13, № 4 (50), Ч. 2. С. 209–212.
12. Mandal S., Chakravorty P.P., Kundu J.K. Relative Toxicity of two Selected Fungicides on Acid Phosphatase and Alkaline Phosphatase activity of Epigeic Earthworm *Eisenia Fetida* (Oligochaeta). World Wide Journal of Multidisciplinary Research and Development. 2017, 4(2). P. 14–17.
13. Скіп О.С., Буцяк В.І., Печар Н.П. Технологічні властивості та хімічний склад опалого листя як субстрату для вермикультивування. Науковий вісник ЛНУ ВМБТ ім. С. З. Гжицького. Львів, 2011. Т. 13, № 2, (48), Ч. 1. С. 466–470.
14. Альтернативне використання субстратів опалого листя у вермикультивуванні / Скіп О.С. та ін. СТАС. Вип. 1, № 2, 2018. С. 74–79.
15. Розробка екологічно безпечної технології для утилізації органічних відходів. Охорона довкілля: зб. наук. статей XIII Всеукраїнських наукових Таліївських читань. Х: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2017. С. 110–113.
16. Шикун Н.К., Фантух В.С. Экологические аспекты вермикомпости-рования органических удобрений и применение их в почвозащитном земледелии. Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды: тезисы докладов 2 Международного конгресса. Ивано-Франковск: Ассоциация "Биоконверсия", 1992. 4 с.
17. Титов И.Н. Дождевые черви. М.: МФК Точка опоры, 2012. С. 83–109.
18. Холодова Ю.Д., Повхан М.Ф. Ткани червя *Eisenia foetida* как источник сырья для выработки фармакологических препаратов: тезисы докладов 2 Международного конгресса „Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды”. Ивано-Франковск: Ассоциация "Биоконверсия". 1992. С. 138–139.
19. Холодова Ю.Д., Морозова Ф.В. Применение биологически активной основы для производства медицинских косметических пищевых и кормовых средств из биомассы дождевых червей: тези доповідей 4 Міжнародного конгресу „Биоконверсия органических отходов і охорона навколишнього середовища”. К.: Асоціація "Биоконверсия" 1996. 97 с.
20. Карпец Н.П., Мельник І.А. Вермикультура – источник нового эффективного удобрения. Достижение науки и техники АПК. 1990. № 10. С. 17–19.
21. Penpinck R., Verdoncr O. Earthworm compost versus classic compost in horticultural substrates. Connost Prod. Qual. And Use: Proc., Symp., Udine, 17-19 Apr. 1986, London. 1987. P. 814–817.
22. Чміль А.І. Дослідження енергетичної ефективності процесу вермикультивування. Енергетика і автоматика. № 4, 2018. С. 83–96.
23. Судецька О. Ефективність виробництва і застосування органічних добрив “біогумус” виготовлених методом вермикультивування. Вісник ТНЕУ. № 1, 2014. С. 164–170.
24. СОУ 24.15-37-506:2007. Добрива органічні. Біогумус. Виробництво. Типовий технологічний процес. К.: Мінагрополітики України, 2007. 22 с.

#### REFERENCES

1. Horodnyy, M.M., Mel'nyk, Y.A. (1990). Vykonversyya orhanycheskykh otkhodov v byodynamycheskom khozyaystve [Bioconversion of organic waste in a biodynamic economy]. Kyiv, Harvest, 285 p.

2. Linnyk, M.K., Senchuk, M.M. (2012). Tekhnolohiyi i tekhnichni zasoby vyrobnytstva ta vykorystannya orhanichnykh dobryv: monohrafiya [Technologies and technical means of production and use of organic fertilizers]. Nizhyn, Publisher PE Lysenko M.M., 248 p.
3. Rizhenko, N. (1992). Ispol'zovaniye produktov vermiproizvodstva v sel'skom khozyaystve [Use of vermi products in agriculture]. Dostizheniye nauki i tekhniki APK [Achievement of science and technology of the agro-industrial complex], no. 1, pp. 15–18.
4. Dubinskaya, A.P., Sbitneva, N.D. (1994). Polucheniye ekologicheskikh chistykh kormovykh dobavok na osnove vermikul'tury: tezisy dokladov 3 Mezhdunarodnogo kongressa „Biokonversiya organicheskikh otkhodov” [Obtaining environmentally friendly feed additives based on vermiculture: abstracts of the 3rd International Congress "Bioconversion of organic waste"]. Moscow, Association "Bioconversion", pp. 52–53.
5. Dubinskaya, A.P., Sbitneva, N.D. (1994). Polucheniye kormovykh ekologicheskikh chistykh produktov na osnove vermikul'tivirovaniya [Obtaining fodder environmentally friendly products based on vermiculture]. Biokonversiya organi-cheskikh otkhodov: tezisy dokladov 3 Mezhdunarodnogo kongressa „Biokonversiya organicheskikh otkhodov” [Bioconversion of organic waste: abstracts of the 3rd International Congress "Bioconversion of organic waste"]. Moscow, Association "Bioconversion", pp. 98–100.
6. Shpyakina, A.I., Semenova, O.A., Semenova, O.I. (2016). Biotekhnolohichni metody pererobky vidkhdov tvarynnystva [Biotechnological methods of animal waste processing]. Ekolohiya i pryrodokorystuvannya v systemi optymizatsiyi vidnosyn pryrody i suspil'stva: materialy II Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi [Ecology and nature management in the system of optimization of relations between nature and society: materials of the II International scientific-practical conference]. Ternopil, pp. 210–212.
7. Sendets'kyi, V.M., Kolisnyk, N.M., Mel'nyk, I.P. (2010). Tekhnolohichni aspekty pererobky orhanichnykh vidkhdov APK metodom vermykul'tyvuvannya [Technological aspects of processing of organic waste of agro-industrial complex by vermiculture method]. Ivano-Frankivs'k, Foliant, 53 p.
8. Nagar, R., Titov, A., Bhati, P. (2017). Vermicomposting of Leaf-litters: Way to convert waste into Best. Int. J. Curr. Sci. no. 20(4), pp. 25–30.
9. Shved, O.V., Butsyak, V.I. (2017). Perspektivy al'ternativnosti substratov opavshikh list'yev v vermikul'tivirovannii [Prospects for alternative substrates of fallen leaves in vermiculture]. Technological aspect of modern agricultural production and environmental protection. Proceedings XIII International scientific-applied conference. da Rostim. Almaty, Kazakh University, pp. 102–103.
10. Sendets'kyi, V.M. (2009). Pererobka orhanichnykh vidkhdov u biohumus metodom vermykul'tyvuvannya [Processing of organic waste into compost by vermiculture]. Zbirnyk naukovykh prats' NNTS "Instytut zemlerobstva UAAN" [Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture UAAS"], Issue 1–2, pp. 50–55.
11. Skip, O.S., Butsyak, V.I., Pechar, N.P. (2011). Aktyvnist' fermentatsiyi substrativ za riznoho kil'kisnoho spivvidnoshennya kompostu z opaloho lystya ta hnoyu VRKH u protsesi vermikul'tyvuvannya Eiseniafoetida [Fermentation activity of substrates at different quantitative ratios of compost from fallen leaves and cattle manure in the process of vermiculture Eiseniafoetida]. Naukovyy visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Hzhys't'koho [Scientific Bulletin of LNUVMBT named after S.Z. Gzycki]. Lviv, Vol. 13, no. 4 (50), part 2, pp. 209–212.
12. Mandal, S., Chakravorty, P.P., Kundu, J.K. (2017). Relative Toxicity of two Selected Fungicides on Acid Phosphatase and Alkaline Phosphatase activity of Epigeic Earthworm Eisenia Fetida (Oligochaeta). World Wide Journal of Multidisciplinary Research and Development. no. 4(2), pp. 14–17.
13. Skip, O.S., Butsyak, V.I., Pechar, N.P. (2011). Tekhnolohichni vlastyivosti ta khimichnyy sklad opaloho lystya yak substratu dlya vermikul'tyvuvannya [Technological properties and chemical composition of fallen leaves as a substrate for vermiculture]. Naukovyy visnyk LNU VMBT im. S. Z. Hzhys't'koho [Scientific Bulletin of LNU VMBT. S.Z. Gzycki]. Lviv, Vol. 13, no. 2(48), part 1, pp. 466–470.
14. Skip, O.S., Butsyak, A.A., Havrylyak, V.V., Shved, O.V., Butsyak, V.I. (2018). Al'ternatyvne vykorystannya substrativ opaloho lystya u vermykul'tyvuvanni [Alternative use of fallen leaf substrates in vermiculture]. CTAS, Issue 1, no. 2, pp. 74–79.
15. Rozrobka ekolohichno bezpechnoyi tekhnolohiyi dlya utylizatsiyi orhanichnykh vidkhdov [Development of environmentally friendly technology for organic waste disposal]. Okhorona dovkillya: zb. nauk. statey KHIII Vseukrayins'kykh naukovykh Taliyivs'kykh chytan' [Environmental protection: coll. Science. articles of the XIII All-Ukrainian scientific Taliyiv readings]. Kharkiv, KhNU named after V.N. Karazina, 2017, pp. 110–113.
16. Shikula, N.K., Fantukh, V.S. (1992). Ekologicheskyye aspekty vermikomposti-rovaniya organicheskikh udobreniy i primeneniye ikh v pochvozashchitnom zemledelii [Ecological aspects of vermicomposting of organic fertilizers and their use in soil-protective agriculture]. Biokonversiya organicheskikh otkhodov narodnogo khozyaystva i okhrana okruzhayushchey sredy: tezisy dokladov 2 Mezhdunarodnogo kongressa [Bioconversion of organic waste from the national economy and environmental protection: abstracts of the 2nd International Congress]. Ivano-Frankovsk, Association "Bioconversion", 4 p.
17. Titov, I.N. (2012). Dozhdevyye chervi [Earthworms]. Moscow, MFK Fulcrum, pp. 83–109.
18. Kholodova, YU.D., Povkhan, M.F. (1992). Tkani chervya Yeyzenia foetida kak istochnik syr'ya dlya vyrabotki farmakologicheskikh preparatov: tezisy dokladov 2 Mezhdunarodnogo kongressa „Biokonversiya organicheskikh otkhodov narodnogo khozyaystva i okhrana okruzhayushchey sredy” [Eisenia foetida worm tissues as a source of raw materials for the development of pharmacological preparations: abstracts of the 2nd International Congress "Bioconversion of organic waste of the national economy and environmental protection"]. Ivano-Frankovsk, Association "Bioconversion", pp. 138–139.
19. Kholodova, YU.D., Morozova, F.V. (1996). Primeneniye biologicheskikh aktivnykh osnovy dlya proizvodstva meditsinskikh kosmeticheskikh pishchevykh i kormovykh sredstv iz biomassy dozhdevykh chervyev: tezi dopovidey 4 Mizhnarodnogo kongressu „Biokonversiya organicheskikh vidkhdov i okhorona navkolishn'ogo seredovishcha” [The use of a biologically active basis for the production of medical cosmetic food and feed products from the biomass of earthworms: theses of the 4th International Congress "Bioconversion of organic approaches and protection of the new community"]. Kyiv, Association "Bioconversion", 97 p.



20. Karpets, N.P., Mel'nik, I.A. (1990). Vermikul'tura – istochnik novogo effektivnogo udobreniya [Vermiculture is a source of new effective fertilizer]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievement of science and technology of the agro-industrial complex], no. 10, pp. 17–19.

21. Penpinck, R., Verdoncr, O. (1987). Earthworm compost versus classic compost in horticultural substrates. Connost Prod. Qual. And Use: Proc., Symp., Udine, 17–19 Apr. 1986. London, pp. 814–817.

22. Chmil', A.I. (2018). Doslidzhennya enerhetychnoy efektyvnosti protsesu vermykul'tyvuvannya [Study of energy efficiency of vermiculture process]. Enerhetyka i avtomatyka [Energy and automation], no. 4, pp. 83–96.

23. Sudets'ka, O. (2014). Efektyvnist' vyrobnytstva i zastosuvannya orhanichnykh dobriv "biohumus" vyhotovlenykh metodom vermykul'tyvuvannya [Efficiency of production and application of organic fertilizers "biohumus" made by vermiculture]. Visnyk TNEU [Bulletin of TNEU], no. 1, pp. 164–170.

24. SOU 24.15-37-506:2007. Dobryva orhanichni. Biohumus. Vyrobnytstvo. Typovyy tekhnolohichnyy protses [Organic fertilizers. Biohumus. Production. Typical technological process]. Kyiv, Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, 2007, 22 p.

#### **Внедрение механизированного вермикомпостирования для утилизации растительных отходов садово-парковых хозяйств**

**Сенчук Н.Н.**

В статье говорится о целесообразности использования технологии вермикомпостирования в садово-парковом хозяйстве.

Разработаны рекомендации по внедрению технологии вермикюльтивирования в садово-парковом хозяйстве. Прежде всего необходимо подготовить субстрат с таким составом: ботва растений; перепревшие опилки; листья деревьев; торф, известь (до 2 % от веса субстрата).

Субстрат должен пройти ферментацию не менее 3 месяцев, зимой 3–5 месяцев. Хранение субстрата может занять 8–10 месяцев при влажности 70–80 %. Готовность субстрата к потреблению определяют по отношению углерода к азоту, которое должно быть около 20, при pH 6–8.

Выбор биогумуса-сырца проводят дважды в год. После чего его используют как удобрение или перерабатывают.

Если перерабатывать измельченные ветки, то полную выборку можно проводить через 1,5 года.

Установлена зависимость для определения требуемой биомассы дождевых червей от производительности вермихозяйства по переработке установленной массы субстрата за год вермикюльтивирования.

Определено, что для создания вермихозяйства производительностью 100 т субстрата/год необходимо 10 кг

биомассы дождевых червей, 500 – 45 кг, 1000 – 91 кг, 1500 – 137 кг, 2000 т субстрата/год – 182 кг.

Представленные методические основы механизированных вермихозяйств позволяют проводить расчеты, необходимые для переработки отходов растительного происхождения в садово-парковых хозяйствах и получения биогумуса и биомассы дождевых червей.

Внедрение этой технологии способствует безопасной утилизации отходов растительного происхождения садово-паркового хозяйства: листьев деревьев, отходов цветочного производства и других с получением высокоэффективного удобрения – биогумуса.

**Ключевые слова:** вермикюльтивирование, дождевые черви, биогумус, оборудование, органические отходы.

#### **Introduction of mechanized vermicomposting for utilization of vegetable waste of horticultural farms**

**Senchuk M.**

The article deals with the expediency of using vermicomposting technologies in horticulture.

Recommendations for the introduction of vermiculture technology in horticulture have been developed. Before the introduction of vermiculture technology, it is necessary to prepare the substrate. It is recommended to use the following composition of the substrate: plant tops; sawdust; tree leaves; peat, lime (up to 2 % by weight of the substrate).

The substrate must undergo fermentation for at least 3 months, 3–5 months in winter. Storage of the substrate can last 8–10 months at a humidity of 70–80 %. The readiness of the substrate for consumption is determined by the ratio of carbon to nitrogen, which should be about 20. Acidity 6–8 pN.

Selection of raw compost is carried out 2 times a year. Then it is used as fertilizer or sent for processing.

If you process the shredded branches, the full selection can be done in 1.5 years.

The dependence for determining the required biomass of earthworms on the productivity of vermiculture to process the established mass of substrate for the year of vermiculture has been established.

It is determined that to create a vermigree with a capacity of 100 tons of substrate/year requires 10 kg of earthworm biomass, 500 tons of substrate/year – 45 kg, 1000 tons of substrate/year – 91 kg, 1500 tons of substrate/year – 137 kg, 2000 tons substrate/year – 182 kg.

The given methodical bases of mechanized vermig farms give the chance to carry out the calculations necessary for processing of waste of vegetable origin in garden and park farms and reception of biohumus and biomass of earthworms.

The introduction of such technology will allow the safe disposal of waste of plant origin of horticulture: tree leaves, waste from flower production, etc. to obtain a highly effective fertilizer – compost.

**Key words:** vermicomposting, earthworms, compost, equipment, organic waste.



Copyright: Сенчук М.М. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.




ORCID iD:  
Сенчук М.М.

<https://orcid.org/0000-0001-9455-583X>

УДК 631.559:[631.526.3:633.111-021.4:631.8]

**Урожайність і якість зерна різностиглих сортів пшениці м'якої озимої за різних систем удобрення в сівозміні**Сіліфонов Т.В. , Господаренко Г.М. , Любич В.В. ,Полянецька І.О. , Новіков В.В. 

Уманський національний університет садівництва

 Любич В.В. E-mail: LyubichV@gmail.com

Сіліфонов Т.В., Господаренко Г.М., Любич В.В., Полянецька І.О., Новіков В.В. Урожайність і якість зерна різностиглих сортів пшениці м'якої озимої за різних систем удобрення в сівозміні. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 146–156.

Silifonov T., Hospodarenko H., Liubych V., Polianetska I., Novikov V. Yield and grain quality of maturing stages of soft winter wheat with different fertilizer systems in crop rotation. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 146–156.

Рукопис отримано: 12.10.2021 р.

Прийнято: 27.10.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-146-156

У статті наведено результати вивчення формування врожайності та якості зерна (вміст білка, його вихід з урожаєм, вміст клейковини) різностиглих сортів пшениці м'якої озимої за різних систем удобрення в сівозміні. Встановлено, що в середньому за два роки досліджень за вирощування сорту КВС Еміл урожайність зерна збільшувалась від 4,50 до 5,83 т/га, або в 1,3 раза за внесення  $N_{75}$ , і до 6,96 т/га, або в 1,5 раза у варіанті досліду з тривалим застосуванням 150 кг/га д. р. азотних добрив. Застосування  $N_{75}P_{30}K_{40}$  збільшувало її до 6,43 т/га, або в 1,4 раза, а внесення повного мінерального добрива ( $N_{150}P_{60}K_{80}$ ) – до 7,73 т/га, або в 1,7 раза. Варіанти з неповним поверненням у ґрунт винесеного з урожаюми фосфору і калію забезпечували формування на 1–3 % меншої врожайності порівняно з повним мінеральним добривом. Застосування повного мінерального добрива у сівозміні сприяло зростанню індексу стабільності формування врожаю зерна порівняно з варіантами без добрив, внесенням  $P_{60}K_{80}$  і застосуванням лише азотних добрив. Урожайність пшениці м'якої озимої сорту Ріно була істотно меншою порівняно з сортом КВС Еміл. Крім цього, ефективність застосування добрив була нижчою. Так, у середньому за два роки досліджень на неудобрених ділянках вона становила 3,77 т/га. Варіант досліду із застосуванням максимальної дози мінеральних добрив як у сівозміні, так і під пшеницю озиму сприяв збільшенню врожайності в 1,5 раза, а за внесення половини цієї дози – у 1,2 раза порівняно з контролем. Застосування  $N_{75}$  підвищувало вміст білка в зерні сорту КВС Еміл до 12,3 %, або на 5 %, а внесення  $N_{150}$  – до 13,3 %, або на 14 % порівняно з варіантом без добрив (11,7 %). Застосування повного мінерального добрива забезпечувало підвищення цього показника на 8 % ( $N_{75}P_{30}K_{40}$ ) і на 17 % ( $N_{150}P_{60}K_{80}$ ). Вміст білка в зерні пшениці м'якої озимої сорту Ріно був на 20–23 % вищим порівняно з сортом КВС Еміл. Застосування 75 кг/га д. р. азотних добрив підвищувало його вміст до 15,4 %, або на 7 %, а внесення 150 кг/га д. р. – до 15,9 %, або на 10 % порівняно з варіантом без добрив. Застосування азотних добрив з фосфорними і калійними підвищувало вміст білка на 0,2–0,5 абс. % порівняно з внесенням лише азотних добрив. Індекс стабільності формування вмісту білка був високим за вирощування обох сортів – 1,02–1,06. В агротехнології пшениці м'якої озимої необхідно застосовувати 75–150 кг/га д. р. азотних добрив на тлі  $P_{30}K_{40}$ . Така система удобрення забезпечує вміст білка в зерні сорту КВС Еміл 13,2–13,8 %, вміст клейковини – 28,5–30,6 %, збір білка на рівні 965–1055 кг/га. У сорту Ріно відповідно 15,5–16,3 %, 34,5–35,8 % і 810–880 кг/га.

**Ключові слова:** пшениця м'яка озима, сорт, системи удобрення, урожайність, вміст білка, вміст клейковини.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Вплив погодних умов вегетаційного періоду та особливості сорту мають вирішальне значення в стратегії системи удобрення пшениці м'якої озимої. Нині встановлено, що селекційно-генетичні особливості сорту пшениці м'якої озимої мають вищий вплив на формування продуктивності порівняно з погодними умовами. Підтверджено формування вищого вмісту білка в зерні пшениці м'якої озимої за посушливих погодних умов [1]. Крім цього, якість зерна – один із чинників, що визначає напрям його перероблення. Від вмісту клейковини залежать хлібопекарські та кондитерські властивості, а від вмісту білка – біологічна цінність готового продукту [2]. Використання добрив у виробництві продукції рослинництва зростатиме, оскільки збільшується населення. Прогнозують, що до 2100 року населення буде становити 11,2 мільярди людей [3].

Відомо, що ефективність застосування добрив залежить від типу ґрунту, його властивостей і поживного режиму, погодних умов вегетаційного періоду, реакції сорту тощо [4, 5]. Встановлено, що врожайність пшениці м'якої озимої за внесення 120 кг/га д. р. азотних добрив змінювалась від 7,3 до 9,4 т/га, а вміст білка – від 11,9 до 14,9 % залежно від погодних умов. Водночас чим більшою була врожайність зерна, тим нижче вміст білка [6]. Серед чинників, що впливають на врожайність, погодні умови – найбільша змінна, від якої залежить ефективність удобрення [7, 8].

Створення сортів пшениці з високою здатністю до накопичення азоту на початку вегетації та дефіцит вологи у період активного росту рослин дають можливість застосовувати високі дози азотних добрив одноразово [9]. Дослідження [10] підтверджують такий висновок. Крім цього, негативний вплив азотних добрив може проявлятися лише за умови високого вмісту азоту мінеральних сполук у ґрунті [11]. У середньому в економічно розвинених країнах доза азотних добрив в агротехнології пшениці зросла від 46,3 кг/га в 2002 р. до 61,2 кг/га в 2015 р. Валове виробництво зерна збільшилось відповідно від 592 до 737 млн т, а вміст білка – від 12,6 до 15,7 % [12]. Однак ряд учених відзначають можливість застосування вищих доз азотних добрив [13]. У дослідженнях R. P. Lollato та ін. [14] ефективним було застосування 100–150 кг/га д. р., а інших вчених [15] – 50–75 кг/га д. р. азотних добрив. Така різниця зумовлена різним забезпеченням ґрунту вологою. Однак дефіцит вологи не завжди зменшує продуктивність пшениці м'якої озимої. Внесення  $N_{60-80}$  забезпечує збільшення

врожайності та вмісту білка в зерні порівняно з неудобреними ділянками [16]. В умовах Правобережного Лісостепу України вчені рекомендують застосовувати не більш як 150 кг/га д. р. азотних добрив. У системі удобрення пшениці м'якої озимої частка азотних добрив має бути більшою вдвічі [17, 18]. Аналіз літератури свідчить про високу реакцію пшениці м'якої озимої на застосування азотних добрив. Рекомендована доза азотних добрив змінюється в дуже широкому діапазоні. Очевидно різні сорти мають специфічну реакцію на їх застосування. Однак зміни погодних умов і створення нових сортів зумовлюють необхідність детальнішого вивчення ефективності удобрення різних сортів пшениці м'якої озимої у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах з урахуванням систем удобрення в польовій сівозміні.

**Мета дослідження** – вивчення питання щодо формування врожайності та якості зерна різностиглих сортів пшениці м'якої озимої за різних систем удобрення в сівозміні.

**Матеріал і методи дослідження.** Експериментальну частину досліджень проведено в умовах Правобережного Лісостепу України у стаціонарному польовому досліді з географічними координатами за Гринвічем 48° 46' північної широти і 30° 14' східної довготи, закладеному у 2011 році на дослідному полі Уманського НУС [19]. Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані врожайності всіх культур сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя). Повторення досліді триразове. Площа облікової ділянки – 25 м<sup>2</sup>. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом гумусу 3,8 %, вміст азоту легкогідролізованих сполук – низький, рухомих сполук фосфору та калію – підвищений,  $pH_{KCl}$  – 5,7.

У варіанті досліді виробничого контролю ( $N_{150}P_{60}K_{80}$ ) доза добрив розрахована за господарським винесенням основних елементів живлення культурами сівозміни. Схему досліді складено так, щоб за результатами проведених досліджень можна було визначити можливість зниження доз окремих видів мінеральних добрив і визначити оптимальне їх поєднання як у сівозміні, так і під окремі культури.

Схема застосування добрив у польовій сівозміні під пшеницю м'якої озиму (сорті Ріно – ранньостиглий, Еміл – пізньостиглий) містила такі варіанти: без добрив (контроль),  $N_{75}$ ,  $N_{150}P_{60}K_{80}$ ,  $N_{150}K_{80}$ ,  $N_{150}P_{60}$ ,  $N_{75}P_{30}K_{40}$ ,  $N_{150}P_{60}K_{80}$ ,  $N_{150}P_{30}K_{40}$ ,  $N_{150}P_{60}K_{40}$ ,  $N_{150}P_{30}K_{80}$ . Відповідно до схеми досліді фосфорні та калійні добрива вносяться під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивування та в під-

живлення. Нетоварна частина врожаю культур сівозміни (солома, стебелиння) залишається на полі на добриво.

Урожайність визначали подільською прямою комбайнуванням, вміст білка – за ДСТУ 4117:2007, вміст клейковини – за ДСТУ ISO 21415–1:2009. Групування коефіцієнта варіювання здійснювали за такими градаціями: 0–10 % – незначне, 10–20 – невелике, 20–40 – середнє, 40–60 – велике,  $\geq 60$  % – дуже велике. Статистичне оброблення даних здійснювали методом двофакторного дисперсійного аналізу польового дослідження. Індекс стабільності визначали за такою формулою:

$$SE = \frac{HE}{LE},$$

де HE – найбільший прояв ознаки;

LE – найменший прояв ознаки.

**Результати дослідження та обговорення.** Дослідження свідчать, що урожайність пшениці м'якої озимої істотно змінювалася залежно від удобрення і сорту (табл. 1). Так, найбільшою вона була за вирощування обох сортів за внесення повного мінерального добрива. Однак системи удобрення в сівозміні мали різну ефективність. У середньому за два роки проведення досліджень за вирощування сорту КВС Еміл урожайність зерна збільшувалась від 4,50 до 5,83 т/га, або в 1,3 раза за внесення  $N_{75}$ , і до 6,96 т/га, або в 1,5 раза у варіанті дослідження з тривалим застосуванням 150 кг/га д. р. азотних добрив. Застосування  $N_{75}P_{30}K_{40}$  збільшувало її до 6,43 т/га, або в 1,4 раза, а внесення повного мінерального добрива ( $N_{150}P_{60}K_{80}$ ) – до 7,73 т/га, або в 1,7 раза. Слід відзначити, що ефективність фосфорних і калійних добрив зростала з поліпшенням умов азотного живлення рослин. Так, у варіантах

Таблиця 1 – Урожайність зерна різностиглих сортів пшениці м'якої озимої та її стабільність залежно від систем удобрення, т/га

Варіант дослідження (чинник А)	Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2020	2021		
Сорт КВС Еміл (чинник В)				
Без добрив (контроль)	4,05	4,94	4,50	1,22
$N_{75}$	5,27	6,39	5,83	1,21
$N_{150}$	6,33	7,58	6,96	1,20
$P_{60}K_{80}$	4,37	5,48	4,93	1,25
$N_{150}K_{80}$	6,98	7,72	7,35	1,11
$N_{150}P_{60}$	7,05	7,87	7,46	1,12
$N_{75}P_{30}K_{40}$	5,91	6,94	6,43	1,17
$N_{150}P_{60}K_{80}$	7,18	8,27	7,73	1,15
$N_{150}P_{30}K_{40}$	6,99	7,99	7,49	1,14
$N_{150}P_{60}K_{40}$	7,13	8,21	7,67	1,15
$N_{150}P_{30}K_{80}$	7,11	8,03	7,57	1,13
Сорт Ріно				
Без добрив (контроль)	3,31	4,23	3,77	1,28
$N_{75}$	3,72	4,74	4,23	1,27
$N_{150}$	4,09	5,07	4,58	1,24
$P_{60}K_{80}$	3,48	4,51	4,00	1,30
$N_{150}K_{80}$	4,47	5,46	4,97	1,22
$N_{150}P_{60}$	4,69	5,63	5,16	1,20
$N_{75}P_{30}K_{40}$	4,11	5,24	4,68	1,27
$N_{150}P_{60}K_{80}$	5,09	6,11	5,60	1,20
$N_{150}P_{30}K_{40}$	4,97	5,68	5,33	1,14
$N_{150}P_{60}K_{40}$	5,04	6,01	5,53	1,19
$N_{150}P_{30}K_{80}$	5,01	5,81	5,41	1,16
НІР <sub>05</sub> за чинниками	А	0,15	0,18	–
	В	0,16	0,17	–
	АВ	0,32	0,36	–

досліді з внесенням 75–150 кг/га д. р. азотних добрив на тлі  $P_{30-60}K_{40-80}$  врожайність зерна збільшувалась на 10 % порівняно із застосуванням цієї дози без фосфорних і калійних добрив. За впливом на врожайність пшениці м'якої озимої застосування  $N_{150}K_{80}$  і  $N_{150}P_{60}$  було майже однаковим. Варіанти досліді з неповним поверненням у ґрунт, винесеного з урожаєм фосфору і калію забезпечували формування на 1–3 % меншої врожайності порівняно з повною компенсацією їх винесення. Найменший приріст урожаю зерна (0,43 т/га) порівняно з абсолютним контролем отримано за тривалого застосування лише фосфорних і калійних добрив. На тлі повного мінерального добрива в сівозміні зростає індекс стабільності формування врожаю зерна порівняно з варіантами досліді без добрив,  $P_{60}K_{80}$  і застосуванням лише азотних добрив.

Урожайність пшениці м'якої сорту Ріно була істотно меншою порівняно з сортом КВС Еміл. Крім цього, ефективність застосування добрив під нього була нижчою. Так, у середньому за три роки досліджень на неудообрених ділянках вона становила 3,77 т/га. Усі системи удобрення в сівозміні істотно збільшували урожайність зерна. Варіант досліді із застосуванням максимальної дози мінеральних добрив сприяв збільшенню врожайності в 1,5 раза, а внесення половини добрив – у 1,2 раза порівняно з контролем. Тенденція впливу тривалого застосування лише азотних добрив, парних комбінацій основних елементів живлення і неповного повернення фосфору і калію від винесення урожаєм була подібною за вирощування сорту КВС Еміл.

Урожайність зерна та ефективність систем удобрення значно змінювались залежно від погодних умов року дослідження. Так, у 2020 р. за період березень – червень випало 218,0 мм опадів, а в 2021 р. – 243,4 мм. Однак дефіцит вологи у ґрунті в осінньо-зимовий період затримував появу сходів до третьої декади січня 2020 р. Крім цього, на розвиток рослин пшениці м'якої озимої також негативно впливало тривале похолодання та весняні заморозки. Тому врожайність зерна в 2020 р. була меншою за вирощування обох сортів. Приріст урожайності зерна сорту КВС Еміл у 2020 р. становив 1,22–3,13 т/га залежно від системи удобрення, а в 2021 р. – 1,45–3,33 т/га. За вирощування сорту Ріно цей показник становив відповідно 0,41–1,78 і 0,51–1,88 т/га.

Найбільше на вміст білка впливало застосування азотних добрив (табл. 2). Внесення  $N_{75}$  підвищувало його вміст до 12,3 %, або на 5 %, а  $N_{150}$  – до 13,3 %, або на 14 % порівняно з варіантом без добрив (11,7 %). Застосування

повного мінерального добрива ( $N_{75}P_{30}K_{40}$ ) забезпечувало підвищення цього показника на 8 і 17 % ( $N_{150}P_{60}K_{80}$ ). Варіанти досліді з неповним поверненням винесеного з урожаєм фосфору і калію істотно не знижували вміст білка в зерні пшениці озимої сорту КВС Еміл.

Вміст білка в зерні пшениці м'якої озимої сорту Ріно був на 20–23 % вищим порівняно з сортом КВС Еміл. Внесення 75 кг/га д. р. азотних добрив підвищувало вміст білка до 15,4 %, або на 7 %, а 150 кг/га д. р. – до 15,9 %, або на 10 % порівняно з варіантом без добрив. Застосування фосфорних і калійних добрив на тлі азотних підвищувало вміст білка на 0,2–0,5 абс. %. Слід відзначити, що індекс стабільності формування вмісту білка був високим за вирощування обох сортів – 1,02–1,06.

За більшої кількості опадів у 2021 р. у період достигання зерна (68,2 мм) порівняно з 2020 р. (49,7 мм) у зерні обох сортів пшениці м'якої озимої формувалася нижчий вміст білка.

Найбільший умовний збір білка забезпечувало застосування 150 кг/га д.р. азотних добрив на фосфорно-калійному тлі (табл. 3). За такого сценарію удобрення він становив 1010–1053 кг/га, або більше в 1,9–2,0 раза порівняно з варіантом без добрив (523 кг/га). Застосування  $N_{75}$  збільшувало його в 1,4 раза, а внесення  $N_{150}$  – у 1,8 раза. У варіанті досліді  $P_{60}K_{80}$  збір білка був лише на 9 % вищим порівняно з контролем.

Достовірно менший збір білка отримано за вирощування пшениці м'якої озимої сорту Ріно – 540–917 кг/га. Водночас тенденція впливу систем удобрення була подібною до сорту КВС Еміл. Застосування азотних добрив підвищувало його в 1,2–1,7 раза залежно від варіанта досліді.

Незважаючи на формування вищого вмісту білка в зерні пшениці м'якої озимої в 2020 р., збір білка був вищим у 2021 р. Так, за вирощування сорту КВС Еміл цей показник був на 11–17 %, а в сорту Ріно – на 14–23 % вищим порівняно з 2020 р. Крім цього, стабільність збору білка зростає за внесення повного мінерального добрива.

У середньому за два роки досліджень вміст клейковини у зерні пшениці м'якої озимої сорту КВС Еміл зростає від 24,7 до 26,1 %, або на 6 % за внесення 75 кг/га д. р. азотних добрив, і до 28,7 %, або на 16 % за внесення  $N_{150}$  (табл. 4). У варіанті досліді з повним мінеральним добривом ( $N_{75}P_{30}K_{40}$ ) її вміст зростає до 27,4 %, або на 11 %, а за подвійної дози добрив – до 29,8 %, або на 21 %. Неповне повернення в ґрунт винесених з урожаєм фосфору і калію з добривами істотно не знижувало вміст клейковини у зерні порівняно з повним мінераль-

Таблиця 2 – Вміст білка в зерні різностиглих сортів пшениці м'якої озимої та її стабільність залежно від систем удобрення, %

Варіант досліду (чинник А)	Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2020	2021		
Сорт КВС Еміл (чинник В)				
Без добрив (контроль)	11,9	11,4	11,7	1,04
N <sub>75</sub>	12,6	12,0	12,3	1,05
N <sub>150</sub>	13,5	13,1	13,3	1,03
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	11,8	11,3	11,6	1,04
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	13,7	13,3	13,5	1,03
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	13,8	13,3	13,6	1,04
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	12,7	12,5	12,6	1,02
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	13,9	13,4	13,7	1,04
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	13,8	13,2	13,5	1,05
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	13,9	13,4	13,7	1,04
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	13,8	13,3	13,6	1,04
Сорт Ріно				
Без добрив (контроль)	14,6	14,1	14,4	1,04
N <sub>75</sub>	15,8	15,0	15,4	1,05
N <sub>150</sub>	16,3	15,5	15,9	1,05
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	14,9	14,1	14,5	1,06
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	16,5	15,6	16,1	1,06
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	16,4	15,7	16,1	1,04
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	16,0	15,2	15,6	1,05
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	16,8	16,0	16,4	1,05
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	16,3	15,5	15,9	1,05
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	16,8	16,0	16,4	1,05
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	16,8	15,8	16,3	1,06
НІР <sub>05</sub> за чинниками	А	0,3	0,2	–
	В	0,5	0,4	–
	АВ	0,8	0,7	–

ним добривом. Водночас індекс стабільності її вмісту зростає від 1,16 у варіанті без добрив до 1,03–1,13 залежно від системи удобрення. Вміст клейковини у зерні сорту Ріно був істотно вищим порівняно з сортом КВС Еміл, і у середньому за два роки досліджень зростає на 9 % за внесення N<sub>75</sub> і на 11 % у варіанті досліду N<sub>150</sub>. У варіанті з повним мінеральним добривом вміст клейковини був 36,4 %, а індекс стабільності був вищим порівняно з сортом КВС Еміл – 1,02–1,06.

Вміст клейковини у зерні сорту КВС Еміл за сприятливіших погодних умов 2020 р. становив 26,5–30,9 %, а в 2021 р. – 22,8–28,9 %. У зерні сорту Ріно її вміст був відповідно 32,3–37,2 і 30,8–35,6 % залежно від варіанта досліду.

Для пшениці дуже високим вважається вміст клейковини > 36 %, високим – 31–36, середнім – 26–31, низьким – 21–26 і дуже низьким < 21 % [7]. Отже, в 2020 р. вміст клейковини у зерні сорту КВС Еміл у всіх варіантах досліду був середнім. У 2021 р. у варіантах без добрив,

Таблиця 3 – Умовний збір білка з урожаю зерна різностиглих сортів пшениці м'якої озимої та його стабільність залежно від систем удобрення, кг/га

Варіант досліджу (чинник А)	Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності	
	2020	2021			
Сорт КВС Еміл (чинник В)					
Без добрив (контроль)	482	563	523	1,17	
N <sub>75</sub>	664	767	716	1,16	
N <sub>150</sub>	855	993	924	1,16	
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	516	619	568	1,20	
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	956	1027	992	1,07	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	973	1047	1010	1,08	
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	751	868	810	1,16	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	998	1108	1053	1,11	
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	965	1055	1010	1,09	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	991	1100	1046	1,11	
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	981	1068	1025	1,09	
Сорт Ріно					
Без добрив (контроль)	483	596	540	1,23	
N <sub>75</sub>	588	711	650	1,21	
N <sub>150</sub>	667	786	727	1,18	
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	519	636	578	1,23	
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	738	852	795	1,15	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	769	884	827	1,15	
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	658	796	727	1,21	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	855	978	917	1,14	
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	810	880	845	1,09	
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	847	962	905	1,14	
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	842	918	880	1,09	
НІР <sub>05</sub> за чинниками	А	21	24	–	–
	В	18	20	–	–
	АВ	40	45	–	–

із застосування 75 кг/га д. р. азотних добрив, P<sub>60</sub>K<sub>80</sub> вміст клейковини у зерні був низьким, а в решті варіантів досліджу – середнім. У сорту Ріно в 2020 р. у варіантах без добрив, з внесенням 75–150 кг/га д. р. азотних добрив і P<sub>60</sub>K<sub>80</sub> її вміст був високим, а в решті варіантах – дуже високим. У 2021 р. цей показник у варіанті без добрив і P<sub>60</sub>K<sub>80</sub> був середнім, а за решти систем удобрення – високим.

Слід відзначити, що в сорту КВС Еміл відношення вмісту клейковини до білка змінюва-

лось залежно від року дослідження. У 2020 р. воно було в межах 2,19–2,23, а в 2021 р. – від 2,00 до 2,16 залежно від системи удобрення. Застосування азотних добрив на фосфорно-калійному тлі сприяло зростанню цього відношення. Очевидно, що поліпшення мінерального живлення рослин сприяє синтезу клейковиноутворювальних білків. Відношення клейковини до білка в зерні сорту Ріно майже не змінювалось від досліджених чинників і становило 2,18–2,25 залежно від варіанта досліджу.

Таблиця 4 – Вміст клейковини у зерні різностиглих сортів пшениці м'якої озимої та її стабільність залежно від систем удобрення, %

Варіант досліду (чинник А)	Рік дослідження		Середнє за два роки	Індекс стабільності
	2020	2021		
Сорт КВС Еміл (чинник В)				
Без добрив (контроль)	26,5	22,8	24,7	1,16
N <sub>75</sub>	27,6	24,5	26,1	1,13
N <sub>150</sub>	29,9	27,4	28,7	1,09
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	26,2	22,5	24,4	1,16
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	30,3	28,2	29,3	1,07
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	30,5	28,5	29,5	1,07
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	27,8	26,9	27,4	1,03
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	30,7	28,9	29,8	1,06
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	30,6	28,5	29,6	1,07
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	30,9	28,6	29,8	1,08
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	30,8	28,3	29,6	1,09
Сорт Ріно				
Без добрив (контроль)	32,3	30,8	31,6	1,05
N <sub>75</sub>	34,9	33,7	34,3	1,04
N <sub>150</sub>	35,8	34,3	35,1	1,04
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	32,9	30,9	31,9	1,06
N <sub>150</sub> K <sub>80</sub>	36,4	34,5	35,5	1,06
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	36,3	34,1	35,2	1,06
N <sub>75</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	35,1	34,3	33,7	1,02
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	37,2	35,6	36,4	1,04
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	35,8	34,5	35,2	1,04
N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	37,3	35,7	36,3	1,04
N <sub>150</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	37,4	35,5	36,5	1,05
НІР <sub>05</sub> за чинниками	A	0,8	0,7	–
	B	0,9	0,9	–
	AB	1,8	1,7	–

Результати проведених досліджень довели, що між вмістом білка та клейковини у зерні пшениці м'якої озимої існує дуже високий кореляційний зв'язок (рис. 1). У результаті отримано рівняння регресії цієї залежності:

$$y = 2,7994x - 8,2999 \text{ для сорту КВС Еміл,}$$

$$y = 2,2545x - 0,6397 \text{ для сорту Ріно,}$$

де  $y$  – вміст білка, %;

$x$  – вміст клейковини, %.

Відомо [21], що пшениця – азотofільна культура. Тому поліпшення азотного живлення пшениці м'якої озимої після попередника соя сприяло збільшенню врожайності та поліпшенню якості зерна. Поліпшення азотного живлення водночас сприяє засвоєнню фосфору та калію добрив [21]. Отже, застосування повного мінерального добрива забезпечувало підвищення продуктивності цієї культури. Сорт КВС Еміл мав довший вегетаційний період,



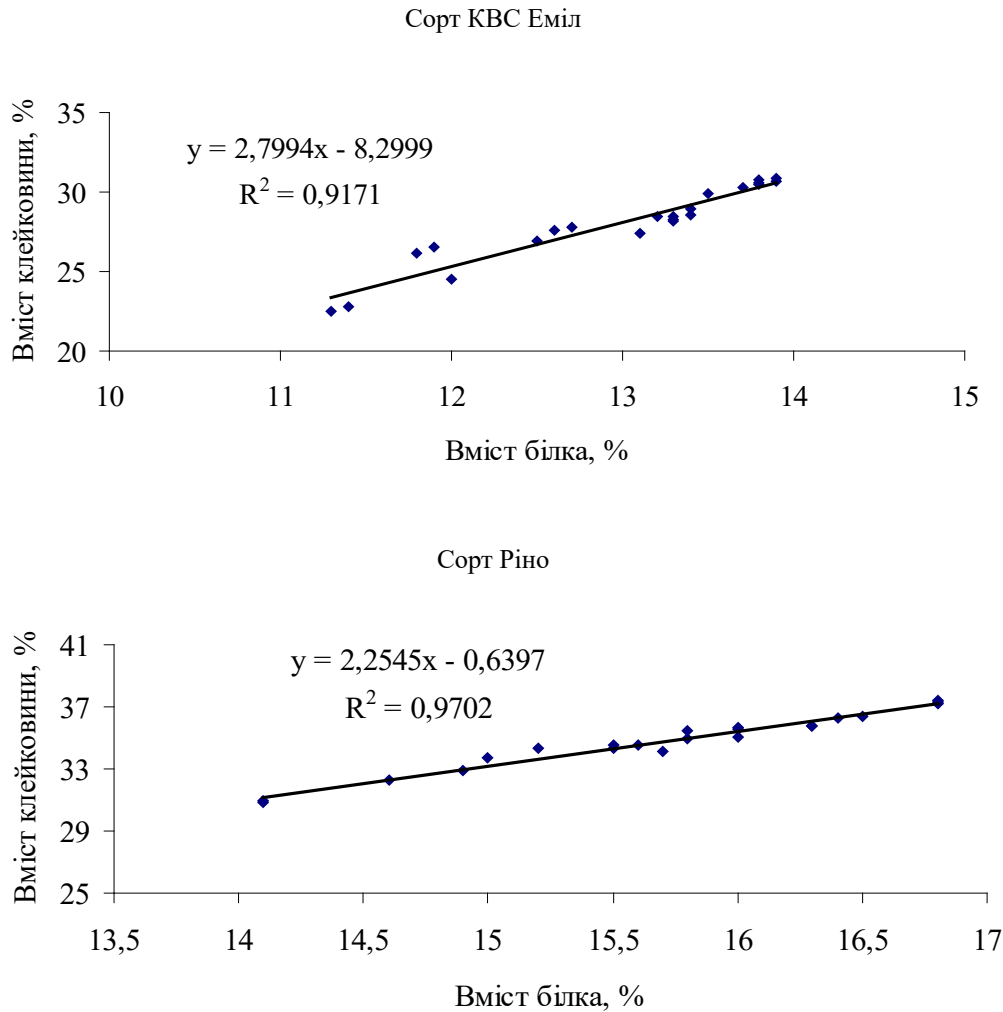


Рис. 1. Кореляційна залежність між вмістом білка та клейковини у зерні різностиглих сортів пшениці м'якої озимої.

тому краще реагував на застосування добрив. Сорт Ріно мав нижчу реакцію, оскільки ранньостиглий. Однак за більшої урожайності зерна у сорту КВС Еміл формувалася нижчий вміст білка порівняно з сортом Ріно, що зумовлено ефектом розбавлення.

**Висновки.** Ефективність удобрення пшениці м'якої озимої змінюється залежно від особливостей сорту та погодних умов. Пшениця м'яка озима сорту КВС Еміл має високу реакцію на застосування високих доз азотних добрив і формує урожайність на рівні 6,96–7,73 т/га

залежно від варіанта дослідження. У сорту Ріно врожайність збільшується лише до 4,23–5,60 т/га. В агротехнології пшениці м'якої озимої необхідно застосовувати 75–150 кг/га д. р. азотних добрив на тлі  $P_{30}K_{40}$ . Така система удобрення забезпечує вміст в зерні сорту КВС Еміл білка 13,2–13,8 % і клейковини – 28,5–30,6 %, збір білка на рівні 965–1055 кг/га. У сорту Ріно ці показники відповідно становлять 15,5–16,3 %, 34,5–35,8 % і 810–880 кг/га. Крім цього, вирощування пшениці м'якої озимої сорту Ріно дає змогу раніше почати збирання.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Miroshnichenko M., Zvonar A., Pachev I. Micronutrients consumption in different varieties of winter wheat in contrast weather conditions. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*. 2020. № 23 (3). P. 64–79.
2. Любич В.В. Сучасні досягнення круп'яного виробництва. *Вісник Уманського НУС*. 2021. №1. С. 78–82.
3. World population stabilization unlikely this century / Gerland P. et al. *Science*. 2014. Vol. 346. P. 234–237. DOI: 10.1126/science.1257469
4. Пшениця спельта / Господаренко Г.М. та ін.; за заг. ред. Г.М. Господаренка. К.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2016. 312 с.

5. Effects of nitrogen split application on seasonal N<sub>2</sub>O emissions in southeast Norway / Russenes A.L. et al. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 2019. Vol. 115(1). P. 41–56. DOI: 10.1007/s10705-019-10009-0

6. Is it necessary to split nitrogen fertilization for winter wheat? On-farm research on Luvisols in South-West Germany / Schulz R. et al. *The Journal of Agricultural Science*. 2015. Vol. 153(4). P. 575–587. DOI: 10.1017/S0021859615000684

7. Effects of nitrogen application rate and irrigation regime on growth, yield, and water-nitrogen use efficiency of drip-irrigated winter wheat in the North China Plain / Si Z. et al. *Agricultural Water Management*. 2020. Vol. 231. P. 106–112. DOI: 10.1016/j.agwat.2020.106002

8. Nitrogen partitioning and remobilization in relation to leaf senescence, grain yield and grain nitrogen concentration in wheat cultivars / Gaju O. et al. *Field Crops Research*. 2014. Vol. 155. P. 213–223. DOI: 10.1016/j.fcr.2013.09.003

9. Effect of nitrogen fertilizer application timing on nitrogen use efficiency and grain yield of winter wheat in Ireland / Efretuei A. et al. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 2016. Vol. 55(1). P. 63–73. DOI: 10.1515/ijafr-2016-0006

10. Applied use of growing degree days to refine optimum times for nitrogen stress sensing in winter wheat / Dhillon J.S. et al. *Agronomy Journal*. 2020. Vol. 112(1). P. 537–549. DOI: 10.1002/agj2.20007

11. Nitrogen management impact on winter wheat grain yield and estimated plant nitrogen loss / Dhillon J. et al. *Agronomy Journal*. 2019. Vol. 112(1). P. 564–577. DOI: 10.1002/agj2.20107

12. World cereal nitrogen use efficiency trends: Review and current knowledge / Omara P. et al. *Agrosystems, Geosciences & Environment*. 2019. Vol. 2(1). P. 180–195. DOI: 10.2134/age2018.10.0045

13. Optimizing nitrogen input by balancing winter wheat yield and residual nitrate-N in soil in a long-term dryland field experiment in the Loess Plateau of China / Dai J. et al. *Field Crops Research*. 2015. Vol. 181. P. 32–41. DOI: 10.1016/j.fcr.2015.06.014

14. Wheat grain yield and grain-nitrogen relationships as affected by N, P, and K fertilization: A synthesis of long-term experiments / Lollato R.P. et al. *Field Crops Research*. 2019. Vol. 236. P. 42–57. DOI: 10.1016/j.fcr.2019.03.005

15. Variable water cycles have a greater impact on wheat growth and soil nitrogen response than constant watering / Cousins O.H. et al. *Plant Science*. 2020. Vol. 290. P. 110–126. DOI: 10.1016/j.plantsci.2019.05.009

16. Development of an in-season estimate of yield potential utilizing optical crop sensors and soil moisture data for winter wheat / Bushong J.T. et al. *Precision Agriculture*. 2016. Vol. 17(4). P. 451–469. DOI: 10.1007/s11119-016-9430-4

17. Засвоєння основних елементів живлення з ґрунту й мінеральних добрив пшеницею озимую на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу / Господаренко Г.М. та ін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 3 (107). С. 35–44.

18. Вплив мінеральних добрив на якість зерна пшениці озимої на чорноземі типовому Лісостепу Лівобережного високого / Лісовий М.В. та ін. *Агротехнологія і ґрунтознавство*. 2021. Вип. 91. С. 59–63.

19. Стационарні польові дослідження України: Реєстр агестатів. Київ: Аграрна наука, 2014. 146 с.

20. Любич В.В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської ДАА*. 2017. №3. С. 18–24.

21. Raun W.R., Solie J.B., Stone M.L. Independence of yield potential and crop nitrogen response. *Precision Agriculture*. 2011. Vol. 12(4). P. 508–518. DOI: 10.1007/s11119-010-9196-z

## REFERENCES

1. Miroshnichenko, M., Zvonar, A., Pachev, I. (2020). Micronutrients consumption in different varieties of winter wheat in contrast weather conditions. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*. Vol. 23 (3), pp. 64–79.

2. Liubych, V.V. (2021). Suchasni dosjagnennja krup'janogo vyrobnyctva [Modern achievements of cereal production]. *Visnyk Umanskoho NUS [Bulletin of Uman NUS]*, no. 1, pp. 78–82.

3. Gerland, P., Raftery, A.E., Ševčíková, H., Li, N., Gu, D., Spoorenberg, T., Alkema, L., Fosdick, B.K., Chunn, J., Lalic, N. (2014). World population stabilization unlikely this century. *Science*. Vol. 346, pp. 234–237. DOI: 10.1126/science.1257469

4. Hospodarenko, G.M., Kostogryz, V.P., Liubych, V.V. (2016). Pshenyca spel'ta [Wheat spelt]. *Kyiv, SIK GROUP UKRAINE*, 312 p.

5. Russenes, A.L., Korsae, A., Bakken, L.R., Dörsch, P. (2019). Effects of nitrogen split application on seasonal N<sub>2</sub>O emissions in southeast Norway. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. Vol. 115(1), pp. 41–56. DOI: 10.1007/s10705-019-10009-0

6. Schulz, R., Makary, T., Hubert, S., Hartung, K., Gruber, S., Donath, S., Döhler, J., Wei, K., Ehrhart, E., Claupein, W. (2015). Is it necessary to split nitrogen fertilization for winter wheat? On-farm research on Luvisols in South-West Germany. *The Journal of Agricultural Science*. Vol. 153(4), pp. 575–587. DOI: 10.1017/S0021859615000684

7. Si, Z., Zain, M., Mehmood, F., Wang, G., Gao, Y., Duan, A. (2020). Effects of nitrogen application rate and irrigation regime on growth, yield, and water-nitrogen use efficiency of drip-irrigated winter wheat in the North China Plain. *Agricultural Water Management*. Vol. 231, pp. 106–112. DOI: 10.1016/j.agwat.2020.106002

8. Gaju, O., Allard, V., Martre, P., Le Gouis, J., Moreau, D., Bogard, M., Hubbart, S., Foulkes, M.J. (2014). Nitrogen partitioning and remobilization in relation to leaf senescence, grain yield and grain nitrogen concentration in wheat cultivars. *Field Crops Research*. Vol. 155, pp. 213–223. DOI: 10.1016/j.fcr.2013.09.003

9. Efretuei, A., Gooding, M., White, E., Spink, J., Hackett, R. (2016). Effect of nitrogen fertilizer application timing on nitrogen use efficiency and grain yield of winter wheat in Ireland. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. Vol. 55(1), pp. 63–73. DOI: 10.1515/ijafr-2016-0006

10. Dhillon, J.S., Figueiredo, B.M., Eickhoff, E.M., Raun, W.R. (2020). Applied use of growing degree days to refine optimum times for nitrogen stress sensing in winter wheat. *Agronomy Journal*. Vol. 112(1), pp. 537–549. DOI: 10.1002/agj2.20007

11. Dhillon, J., Eickhoff, E., Aula, L., Omara, P., Weymeyer, G., Nambi, E., Oyebiyi, F., Carpenter, T., Raun,

W. (2019). Nitrogen management impact on winter wheat grain yield and estimated plant nitrogen loss. *Agronomy Journal*. Vol. 112(1), pp. 564–577. DOI: 10.1002/agi2.20107

12. Omara, P., Aula, L., Oyebiyi, F., Raun, W.R. (2019). World cereal nitrogen use efficiency trends: Review and current knowledge. *Agrosystems, Geosciences & Environment*. Vol. 2(1), pp. 180–195. DOI: 10.2134/age2018.10.0045

13. Dai, J., Wang, Z., Li, F., He, G., Wang, S., Li, Q., Cao, H., Luo, L., Zan, Y., Meng, X. (2015). Optimizing nitrogen input by balancing winter wheat yield and residual nitrate-N in soil in a long-term dryland field experiment in the Loess Plateau of China. *Field Crops Research*. Vol. 181, pp. 32–41. DOI: 10.1016/j.fcr.2015.06.014

14. Lollato, R.P., Figueiredo, B.M., Dhillon, J.S., Arnall, D.B., Raun, W.R. (2019). Wheat grain yield and grain-nitrogen relationships as affected by N, P, and K fertilization: A synthesis of long-term experiments. *Field Crops Research*. Vol. 236, pp. 42–57. DOI: 10.1016/j.fcr.2019.03.005

15. Cousins, O.H., Garnett, T.P., Rasmussen, A., Mooney, S.J., Smernik, R.J., Brien, C.J., Cavagnaro, T.R. (2020). Variable water cycles have a greater impact on wheat growth and soil nitrogen response than constant watering. *Plant Science*. Vol. 290, pp. 110–136. DOI: 10.1016/j.plantsci.2019.05.009

16. Bushong, J.T., Mullock, J.L., Miller, E.C., Raun, W.R., Klatt, A.R., Arnall, D.B. (2016). Development of an in-season estimate of yield potential utilizing optical crop sensors and soil moisture data for winter wheat. *Precision Agriculture*. Vol. 17(4), pp. 451–469. DOI: 10.1007/s11119-016-9430-4

17. Hospodarenko, H.M., Chernov, O.D., Lyubich, V.V., Boyko, V.P. (2020). Zaslujennja osnovnyh elementiv zhvylenja z gruntu j mineral'nyh dobryv pshenyceju ozymoju na chornozemi opidzolenomu Pravoberezhnogo Lisostepu [Assimilation of basic nutrients from soil and mineral fertilizers by winter wheat on chernozem podzolic of the Right-Bank Forest-Steppe]. *Visnyk agrarnoyi nauky Prychornomor'ya [Ukrainian Black Sea region agrarian science]*. Vol. 3 (107), pp. 35–44.

18. Lisovy, M.V., Nikonenko, V.M., Karatsyuba, O.V., Slidenko, O.I., Shimel, V.V. (2021). Vplyv mineral'nyh dobryv na jakist' zerna pshenyци ozymoї na chornozemi typovomu Lisostepu Livoberezhnogo vysokogo [Influence of mineral fertilizers on the quality of winter wheat grain on chernozem typical Forest-steppe of the Left Bank High]. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo [Agrochemistry And Soil Science]*. Vol. 91, pp. 59–63.

19. Stacionarni pol'ovi doslidy Ukrainy: Rejestr atestativ [Stationary field experiments of Ukraine: Register of certificates]. Kyiv, Agrarian Science, 2014, 146 p.

20. Liubych, V.V. (2017). Vplyv abiotychnykh ta biotychnykh chynnykiv na produktyvnist' sortiv i liniy pshenyци spel'ty [The influence of abiotic and biotic factors on the productivity of varieties and spelled wheat lines]. *Visnyk Poltavskoyi DAA [Bulletin of Poltava SAA]*, no. 3, pp. 18–24.

21. Raun, W.R., Solie, J.B., Stone, M.L. (2011). Independence of yield potential and crop nitrogen response. *Precision Agriculture*. Vol. 12(4), pp. 508–518. DOI: 10.1007/s11119-010-9196-z

### Урожайность и качество зерна разноспелых сортов пшеницы мягкой озимой при различных системах удобрения в севообороте

Слифонов Т.В., Господаренко Г.Н., Любич В.В., Полянецкая И.О., Новиков В.В.

В статье приведены результаты изучения формирования урожайности и качества зерна (содержание белка, его выход с урожаем, содержание клейковины) разноспелых сортов пшеницы мягкой озимой при различных системах удобрения в севообороте. Установлено, что в среднем за два года исследований при выращивании сорта КВС Эмил урожайность зерна увеличивалась от 4,50 до 5,83 т/га, или в 1,3 раза при внесении  $N_{75}$ , и до 6,96 т/га, или в 1,5 раза в варианте опыта с длительным применением 150 кг/га д. в. азотных удобрений. Применение  $N_{75}P_{30}K_{40}$  увеличивало ее до 6,43 т/га, или в 1,4 раза, а внесение полного минерального удобрения ( $N_{150}P_{60}K_{80}$ ) – до 7,73 т/га, или в 1,7 раза. Варианты с неполным возвратом в почву вынесенного с урожаем фосфора и калия обеспечивали формирование на 1–3 % меньшей урожайности по сравнению с полным минеральным удобрением. Применение полного минерального удобрения в севообороте способствовало увеличению индекса стабильности формирования урожая зерна по сравнению с вариантами без удобрений, внесением  $P_{60}K_{80}$  и применением только азотных удобрений. Урожайность пшеницы мягкой озимой сорта Рино была существенно меньше по сравнению с сортом КВС Эмил. Кроме этого, эффективность применения удобрений была ниже. Так, в среднем за два года исследований на неудобренных участках она составляла 3,77 т/га. Вариант опыта с применением максимальной дозы минеральных удобрений как в севообороте, так и под пшеницу озимую способствовал увеличению урожайности в 1,5 раза, а при внесении половины этой дозы – в 1,2 раза по сравнению с контролем. Применение  $N_{75}$  повышало содержание белка в зерне сорта КВС Эмил до 12,3 %, или на 5 %, а внесение  $N_{150}$  – до 13,3 %, или на 14 % по сравнению с вариантом без удобрений (11,7 %). Применение полного минерального удобрения обеспечивало повышение этого показателя на 8 % ( $N_{75}P_{30}K_{40}$ ) и на 17 % ( $N_{150}P_{60}K_{80}$ ). Содержание белка в зерне пшеницы мягкой озимой сорта Рино было на 20–23 % выше по сравнению с сортом КВС Эмил. Применение 75 кг/га д. в. азотных удобрений повышало его содержание до 15,4 %, или на 7 %, а внесение 150 кг/га д. в. – до 15,9 %, или на 10 % по сравнению с вариантом без удобрений. Применение азотных удобрений с фосфорными и калийными повышало содержание белка на 0,2–0,5 абс. % по сравнению с внесением только азотных удобрений. Индекс стабильности формирования содержания белка был высоким при выращивании обоих сортов – 1,02–1,06. В агротехнологии пшеницы мягкой озимой необходимо применять 75–150 кг/га д. в. азотных удобрений на фоне  $P_{30}K_{40}$ . Такая система удобрения обеспечивает содержание белка в зерне сорта КВС Эмил 13,2–13,8 %, содержание клейковины – 28,5–30,6 %, сбор белка на уровне 965–1055 кг/га. У сорта Рино соответственно 15,5–16,3 %, 34,5–35,8 % и 810–80 кг/га.

**Ключевые слова:** пшеница мягкая озимая, сорт, системы удобрения, урожайность, содержание белка, содержание клейковины.

**Yield and grain quality of maturing stages of soft winter wheat with different fertilizer systems in crop rotation**  
**Silifonov T., Hospodarenko H., Liubych V., Polianetska I., Novikov V.**

The article presents the results of studying the formation of yield and grain quality (protein content, its output with yield, gluten content) of maturing stages of soft winter wheat with different fertilizer systems in crop rotation. It was found that on average for two years of studying the cultivation of KVS Emil, grain yield increased from 4.50 to 5.83 t/ha or 1.3 times during the application of  $N_{75}$  and up to 6.96 t/ha, or 1.5 times in the variant of the experiment with long-term application of 150 kg ai/ha of nitrogen fertilizers. The application of  $N_{75}P_{30}K_{40}$  increased it up to 6.43 t/ha or 1.4 times, and the application of complete fertilizer ( $N_{150}P_{60}K_{80}$ ) increased it up to 7.73 t/ha, or 1.7 times. Variants with incomplete return to the soil, removed with crops of phosphorus and potassium provided the formation of 1–3 % lower yield compared to complete fertilizer. The use of complete fertilizer in crop rotation contributed to the growth of the stability index of grain yield formation compared to the options without fertilizers, the application of  $P_{60}K_{80}$  and the use of only nitrogen fertilizers. The yield of Rino soft wheat was significantly lower than that of KVS Emil. In addition, the efficiency of fertilizer application was lower. Thus, on average for two years of research on unfertilized areas, it was 3.77 t/ha. The variant of the experiment with the use of the maximum dose of mineral fertilizers both in

the crop rotation and in winter wheat contributed to an increase in yield by 1.5 times, and during the application of half of this dose – by 1.2 times in comparison with the control. The use of  $N_{75}$  increased the protein content in the KVS Emil grain up to 12.3 % or 5 %, and the application of  $N_{150}$  increased it up to 13.3 %, or 14 % compared to the option without fertilizers (11.7 %). The use of complete fertilizer provided an increase of this indicator by 8 % ( $N_{75}P_{30}K_{40}$ ) and by 17 % ( $N_{150}P_{60}K_{80}$ ). The protein content of Rino soft winter wheat was 20–23 % higher than that of KVS Emil. The application of 75 kg ai/ha of nitrogen fertilizers increased its content up to 15.4 % or 7 %, and the application of 150 kg ai/ha of nitrogen increased the protein content up to 15.9 % or 10 % compared to the option without fertilizers. The use of nitrogen fertilizers with phosphorus and potassium fertilizers increased the protein content by 0.2–0.5 % compared to the application of nitrogen fertilizers only. The stability index of protein content formation was high for growing both varieties – 1.02–1.06. In the agrotechnology of soft winter wheat, it is necessary to apply 75–150 kg ai/ha of nitrogen fertilizers against the background of  $P_{30}K_{40}$ . This fertilizer system provides the 13.2–13.8 % protein content in the KVS Emil grain, the gluten content – 28.5–30.6 %, the protein collection at the level of 965–1055 kg/ha. For the Rino variety, respectively, 15.5–16.3 %, 34.5–35.8 % and 810–880 kg/ha.

**Key words:** soft winter wheat, variety, fertilizer systems, yield, protein content, gluten content.



Copyright: Сіліфонов Т.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Сіліфонов Т.В.

Господаренко Г.М.

Любич В.В.

Полянецька І.О.

Новіков В.В.

<https://orcid.org/0000-0003-3651-7151>

<https://orcid.org/0000-0002-6495-2647>

<https://orcid.org/0000-0003-4100-9063>

<https://orcid.org/0000-0002-5473-884X>


<https://orcid.org/0000-0003-3052-8407>

## АГРОНОМІЯ

УДК 635.63:631.58:631.544.7

**Вплив різних видів абсорбенту та мульчувальних матеріалів на продуктивність і якість урожаю шпалерного огірка у Лісостепу України**Тернавський А.Г. , Щетина С.В., Слободяник Г.Я., Кецкало В.В. 

Уманський національний університет садівництва

 Тернавський А.Г. E-mail: Ternawski@gmail.com

Тернавський А.Г., Щетина С.В., Слободяник Г.Я., Кецкало В.В. Вплив різних видів абсорбенту та мульчувальних матеріалів на продуктивність і якість урожаю шпалерного огірка у Лісостепу України. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 157–165.

Ternavskiy A., Shchetyna S., Slobodiyanyk H., Ketskalo V. Influence of various types of absorbent and mulching materials on the productivity and quality of the harvest of cucumbers in the Forest-steppe of Ukraine. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 157–165.

Рукопис отримано: 27.09.2021 р.

Прийнято: 12.10.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-157-165

У статті наведено трирічні дані про вплив різних видів абсорбенту та мульчувальних матеріалів на продуктивність огірка гібрида Бетгіна за вирощування рослин на вертикальній шпалері в умовах Лісостепу України.

Подано дані щодо проходження основних фенологічних фаз росту і розвитку рослин огірка, біометричних параметрів, урожайності та біохімічного складу плодів, кореляційного та дисперсійного аналізу одержаних результатів досліджень. Встановлено, що всі фази росту і розвитку рослин швидше відбувалися за мульчування ґрунту чорною поліетиленовою плівкою та чорним агроволокном із застосуванням різних видів абсорбенту. Порівняно з контролем, водоутримувальні гранули та гель на фоні застосування мульчувальних матеріалів сприяли збільшенню висоти головного стебла, формуванню більшої кількості листків на рослині та площі їх асиміляційної поверхні. Серед матеріалів для мульчування кращі результати були отримані у чорної плівки, а серед видів абсорбенту – у гелю.

Найвищу товарну врожайність було одержано з варіантів мульчування ґрунту чорною поліетиленовою плівкою з використанням водоутримувальних гранул та гелю – відповідно 56,4 і 56,9 т/га. Найбільшу масу раннього врожаю забезпечив варіант мульчування чорною плівкою і внесення в ґрунт гелю – 35,9 т/га.

Мульчувальні матеріали та різні види абсорбенту сприяли збільшенню товарності врожаю. Однак найбільша товарність була у варіанті мульчування чорною плівкою і застосування водоутримувальних гранул – 99,4 %.

Під впливом мульчувальних матеріалів та різних видів абсорбенту змінювався біохімічний склад плодів огірка. Найбільший вміст сухої речовини був за мульчування чорною плівкою і застосування абсорбенту – 5,3 %. Найбільша цукристість плодів була у варіанті мульчування плівкою та використання абсорбента у вигляді гелю – 2,19 %. Вміст нітратів у плодах не перевищував максимально допустимого рівня. Однак найменший їх вміст був під агроволокном без абсорбенту – 52,0 мг/кг.

**Ключові слова:** огірок, гібрид, вертикальна шпалера, абсорбенти, мульчувальні матеріали, біометричні показники, урожайність, товарність плодів, якість врожаю.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Останніми десятиріччями в Україні спостерігається відчутна зміна клімату в бік аридності, яка супроводжується посушливістю і високими температурами повітря у літні місяці. Лінія Степу просунулась у північному напрямі щонайменше на 100–120 км, і сьогодні Лісостеп України майже перетворився за своїми умовами на Степ і характеризується вже як зона недостатнього зволоження. Збереження і раціональне використання води впродовж

усього періоду вегетації рослин є надважливим питанням у технології вирощування будь-якої культури, огірка зокрема. Дефіцит опадів спричиняє погіршення нормального росту і розвитку рослин, їх пригнічення та унаслідок зниження продуктивності та якості одержаних плодів.

Нині сільське господарство споживає майже дві третини прісної води, що використовується у світових масштабах. У зв'язку з цим треба дедалі більше уваги приділяти пошуку способів економії води як найбільш цінного ресурсу на

планеті. Вирішення цього питання залежить від нових способів та елементів технології, які сприяють раціональному використанню водних ресурсів, серед яких застосування суперабсорбентів і мульчувальних матеріалів.

Наразі науково-обґрунтована норма споживання плодів огірка та переробних підприємств у сировині задовольняється не повною мірою, оскільки більшість сільськогосподарських підприємств вирощують цю культуру горизонтальним способом (у розстил), якому властивий великий об'єм ручної праці та низька урожайність рослин (15–18 т/га), що знижує рентабельність виробництва та підвищує собівартість продукції.

У сучасних ринкових умовах, перебування в СОТ та євроінтеграційний шлях розвитку нашої держави вимагає впровадження у виробництво новітніх ресурсозберігальних технологій. Ефективною нині є шпалерна технологія вирощування рослин огірка, яка стає дедалі популярнішою. Вже тривалий час її з успіхом використовують у Європі, а останніми роками вертикальне вирощування огірка впроваджують господарства Закарпатської, Одеської, Миколаївської, Херсонської та інших областей України, де з дотриманням всіх елементів технології одержують стабільно високі врожаї на рівні 60–80 т/га і більше [1].

Сьогодні на фоні подорожчання води та енергоресурсів виникає необхідність приділяти увагу пошуку способів її економії та збереження. Сучасні суперабсорбенти сприяють раціональному використанню водних ресурсів, забезпечують оптимальні умови для росту та розвитку рослин за мінімальних втрат вологи та елементів живлення [2]. Абсорбенти, контактуючи з ґрунтом чи субстратом, не зволожують його, бо вологу утримують у своїй структурі [3].

Завдяки абсорбентам зменшуються перепади вологості ґрунту за відсутності атмосферних опадів. За надмірних дощів чи поливу абсорбенти вбирають надлишки вологи, уникаючи ефекту переполиву [2]. Вони є нетоксичними, мають нейтральну рН, здатні покращувати аерацію та пористість ґрунту [4]. Абсорбенти збільшують пропускну здатність ґрунтової вологи і мають позитивний вплив на властивості води та повітря [5, 6].

Завдяки дії абсорбентів рослини нормально ростуть і розвиваються, прискорюється ріст надземної маси, кореневої системи. Відповідно збільшується урожайність та покращується якість плодів [7].

Враховуючи підвищену увагу до питань захисту навколишнього середовища, абсорбенти

підходять для використання у сільському господарстві. Вченими було досліджено біосумісний абсорбент на основі целюлози, який в ґрунті повністю розщеплюється і не має фітотоксичності. Встановлено, що він має позитивний вплив на ріст і розвиток рослин і здатний увібрати вологу, маса якої до 400 разів більша за його власну [8].

За вирощування розсади селери черешкової було досліджено різні форми абсорбенту у вигляді гелю, таблеток і гранул. Встановлено, що усі види сприяли покращенню біометричних показників розсади та рослин селери у відкритому ґрунті. Під їх дією значно збільшувалась урожайність та рентабельність вирощування [9].

Іншими вченими встановлено позитивний вплив суперабсорбентів на режим зволоженості ґрунту, який сприяв збільшенню кількості бульбочок на кореневій системі рослин гороху, завдяки чому підвищувалася його урожайність. Найбільш ефективним було передпосівне внесення в ґрунт суперабсорбентів AgroHydroGel та Aquasave [10].

Застосування різних форм абсорбентів за вирощування шпинату городнього, селери черешкової та часнику посівного сприяло швидшому проростанню насіння й посадкового матеріалу, посиленню росту і розвитку рослин, збільшенню товарної урожайності й підвищенню якості продуктивної частини досліджуваних овочевих культур [11].

Питанням впливу водоутримувальних гранул Аквод за вирощування капусти броколі займався вчений [12], який також встановив позитивну їх дію на біометричні параметри рослин та значне збільшення урожайності й товарності.

Мульчування також є одним з ефективних заходів для збереження вологи в ґрунті та впливу на його температурний режим. Воно зменшує випаровування, захищає ґрунт від ерозії, пригнічує проростання бур'янів, посилює мікробіологічні процеси [5]. Застосування мульчування перешкоджає утворенню ґрунтової кірки, що зменшує матеріально-грошові витрати на її знищення [13].

Щільне прилягання до поверхні ґрунту непрозорих синтетичних матеріалів або органічної мульчі товщиною 5–7 см створює непроникний шар для сходів бур'янів, що значно зменшує затрати праці [14, 15].

Мульчею можуть бути різноманітні матеріали синтетичного чи органічного походження, які вкривають поверхню ґрунту: чорна поліетиленова плівка, чорне агроволокно, деревна тирса, торф, солома, суха трава, компости, пе-

регній, пергамент тощо [16]. Не рекомендовано для мульчування використовувати листя диго каштану та хвою [17].

Нині в аграрних розвинутих країнах використовують 8 видів плівок: прозору, білу, чорну, жовту, чорно-білу, сріблясту, термально-коричневу, гербіцидно-зелену. Знаючи особливості кожної, можна впливати на створення сприятливих умов для кожної культури, враховуючи їх біологічні вимоги [18]. Чорна плівка здатна підвищувати температуру ґрунту, тимчасом світла зменшує нагрівання ґрунту вдень, посилює в ньому біохімічні процеси, в результаті чого покращується живлення рослин [19].

Досліджуючи вплив на рослини огірка чорної, прозорої та сріблястої поліетиленової плівки, вчені дійшли висновку, що всі вони збільшували висоту рослин та кількість листків. Вищий ранній врожай був під прозорою поліетиленовою плівкою, а загальний – під чорною [20].

В умовах Сирії досліджували вплив прозорої та чорної плівки за умов краплинного зрошення на потребу рослин огірка у воді, його урожайність і час досягання плодів. Встановлено, що застосування світлої поліетиленової плівки та краплинного зрошення було найбільш оптимальним щодо ефективності використання рослинами води і одержаної урожайності [21].

Подібні дослідження з впливу чорної та світлої плівок було проведено за регулярного дефіциту ґрунтової вологи. Вищу загальну урожайність одержано під прозорою плівкою – 29,8 т/га, дещо меншу за використання чорної плівки – 28,7 т/га, що значно більше за контроль (21,2 т/га) [22].

Одним із поширених матеріалів для мульчування є агроволокно, яке пропускає воду та повітря і може використовуватися кілька років. Воно буває різного кольору та щільності, тому використовується для різних цілей [23].

Матеріали органічного походження здатні збагачувати ґрунт макро- та мікроелементами. Під товстим шаром органіки створюються кращі умови для розвитку ґрунтових організмів, для яких органіка є джерелом живленням. Дуже важливо, що в процесі розкладання мікроорганізмами органічної мульчі у повітря виділяється велика кількість діоксиду карбону (CO<sub>2</sub>), підвищена концентрація якого покращує процес фотосинтезу і збільшує продуктивність багатьох рослин [24].

**Мета дослідження** – виявити вплив абсорбенту у вигляді гелю та гранул на урожайність огірка та якість плодів, а також підібрати найбільш ефективні матеріали для мульчування

ґрунту за вирощування рослин на вертикальній шпалері в умовах Лісостепу України, що буде мати практичне значення для сільськогосподарського виробництва.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження різних видів абсорбенту за використання мульчувальних матеріалів проведено впродовж 2018–2020 рр. на дослідному полі кафедри овочівництва Уманського національного університету садівництва. Рельєф дослідного поля – вирівняне плато з незначним схилом південно-східної експозиції. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинкового гранулометричного складу. Вміст гумусу в орному шарі – 3,5 %, рН=6,0, ступінь насиченості ґрунту основами – 91 %.

Під час досліджень було використано ранньостиглий закордонний гібрид Беттіна F<sub>1</sub>, який культивували розсадним способом. Розсаду вирощували у весняній плівковій теплиці в пластикових касетах чорного кольору з розміром чарунок 8×8 см. У відкритий ґрунт її висаджували у фазі двох справжніх листків 25 травня за схемою 140×15 см. Повторність досліду чотириразова, площа облікової ділянки – 8,4 м<sup>2</sup>.

Як абсорбент використовували готовий гель компанії MaxiMarin та водоутримувальні гранули компанії Dari Dar. Гель вносили на дно лунки з розрахунку 4 г/рослину, а гранули – безпосередньо в зону майбутнього розміщення кореневої системи рослин огірка з розрахунку 0,5 г/рослину.

З мульчувальних матеріалів для дослідження було використано плівку поліетиленову чорну товщиною 50 мк та агроволокно чорне марки А-50 (щільність 50 г/м<sup>2</sup>). Плівку та агроволокно на поверхню ґрунту устеляли смугами шириною 70 см, краї повздовж рядків ретельно укладали в попередньо нарізані борозни і присипали ґрунтом. Безпосередньо перед висаджуванням касетної розсади у місцях майбутнього розміщення рослин робили хрестоподібні розрізи, після чого вносили гель і гранули на дно кожної лунки. Контролем був варіант, у якому не застосовували мульчувальні матеріали та абсорбент.

Дослідження проведено за використання сучасних методик [25, 26]. Встановлено тривалість міжфазних періодів росту і розвитку рослин, проведено вимірювання біометричних параметрів, облік урожаю, оцінювання якості плодів. Зібрану продукцію розділяли на товарну і нетоварну частини згідно з ДСТУ 3247-95 „Огірки свіжі. Технічні умови” [27].

**Результати дослідження та обговорення.** Мульчувальні матеріали та різні види аб-

сорбенту суттєво впливали на проходження фенологічних фаз росту і розвитку рослин огірка (табл. 1). Початок росту головного стебла найраніше спостерігали за мульчування ґрунту чорною плівкою та агроволокном з використанням гелю – на 16 добу від садіння розсади, тимчасом у контролі лише на 20 добу. Найшвидше цвітіння жіночих квіток фіксували у варіанті мульчування чорною плівкою та використанням гелю – на 26 добу, що на 12 діб раніше контрольного варіанта. У цьому самому варіанті найшвидше сформувалися перші плоди – на 32 добу від висаджування розсади. Варто відмітити, що незалежно від мульчуван-

ня використання гранул та гелю прискорювало проходження фаз росту і розвитку рослин на 1–4 доби порівняно з варіантом без застосування абсорбенту.

Залежно від мульчувальних матеріалів та різних видів абсорбенту змінювалися біометричні показники рослин, які визначали у фазу масового плодоношення (табл. 2). Найбільша висота головного стебла була за мульчування плівкою і застосування різних видів абсорбенту – 178,2–180,5 см. Деяко менші значення цього показника були за мульчування ґрунту чорним агроволокном на фоні застосування водоутримувальних гранул та гелю (175,2–178,1 см).

Таблиця 1 – Тривалість міжфазних періодів розвитку рослин огірка залежно від впливу різних видів абсорбенту та мульчувальних матеріалів, діб від висаджування розсади (середнє за 2018–2020 рр.)

Варіант		Утворення третього справжнього листка	Цвітіння жіночих квіток	Початок утворення перших плодів
мульчувальні матеріали	види абсорбенту			
Без мульчі	Без абсорбенту (контроль)	10	38	44
	Гранули	9	36	42
	Гель	9	34	40
Чорна плівка	Без абсорбенту	8	30	36
	Гранули	8	28	34
	Гель	8	26	32
Чорне агроволокно	Без абсорбенту	8	33	39
	Гранули	8	31	37
	Гель	8	30	36

Таблиця 2 – Біометричні показники рослин у фазу масового плодоношення залежно від впливу різних видів абсорбенту та мульчувальних матеріалів (середнє за 2018–2020 рр.)

Варіант		Висота головного стебла, см	Кількість листків на рослині, шт.	Площа листків, см <sup>2</sup> /рослину
мульчувальні матеріали	види абсорбенту			
Без мульчі	Без абсорбенту (контроль)	156,2	25,1	3340
	Гранули	163,8	27,2	3580
	Гель	170,6	28,3	3650
Чорна плівка	Без абсорбенту	171,5	33,2	4040
	Гранули	178,2	35,9	4250
	Гель	180,5	36,3	4300
Чорне агроволокно	Без абсорбенту	166,1	28,8	3760
	Гранули	175,2	32,9	3920
	Гель	178,1	33,8	4040
НІР <sub>05</sub>	А	5,8	2,3	170
	В	5,8	2,3	170
	АВ	10,0	4,0	295



Використання різних видів абсорбенту та мульчування ґрунту сприяло збільшенню кількості листків на рослині. Так, у варіанті чорної плівки та гелю їх налічувалося у середньому 36,3 шт./рослину, що більше за контрольний варіант на 11,2 шт./рослину. Варто відмітити, що серед видів абсорбенту більший вплив на покращення біометричних параметрів здійснював гель, а серед матеріалів мульчування – плівка чорна поліетиленова.

Важливим біометричним показником, який характеризує фотосинтетичний потенціал рослин, є площа листків. Найбільші значення цього показника були у варіанті мульчування ґрунту плівкою із застосуванням гелю – 4300 см<sup>2</sup>/рослину, що на 960 см<sup>2</sup> більше за контрольний варіант. Дещо меншою вона була за мульчування плівкою і використання водоутримувальних гранул – 4250 см<sup>2</sup>/рослину.

Згідно з кореляційним аналізом між висотою і товщиною головного стебла рослин встановлено дуже сильний прямий зв'язок ( $r=0,95$ ). Кількість листків майже однаково залежала від висоти головного стебла ( $r=0,98$ ) та його товщини ( $r=0,96$ ). Між площею листків та їх кількістю встановлено пряму дуже сильну залежність ( $r=0,99$ ).

Отже, за біометричними параметрами рослин огірка можна зробити висновок, що мульчувальні матеріали та різні види абсорбенту забезпечували кращий ріст і розвиток рослин, що позначалося на утворенні більшої висоти рослин, більшої кількості листків та відповідно сумарної площі їх асиміляційної поверхні.

У середньому за три роки досліджень найбільшу товарну врожайність одержано з варіантів мульчування ґрунту чорною плівкою із застосуванням гелю та гранул – відповідно 56,9

і 56,4 т/га (табл. 3). Найменша товарна урожайність була в контрольному варіанті – 44,4 т/га. Методом кореляційного аналізу між товарною врожайністю та площею листків встановлено дуже сильний прямий зв'язок ( $r=0,99$ ).

Важливим показником ефективності використання різних видів абсорбенту та мульчувальних матеріалів за вирощування огірка є величина раннього врожаю, тому що ранню продукцію можна реалізовувати за значно вищою ціною, зменшуючи у такий спосіб її собівартість. Раннім вважали врожай, який надходив до 20 липня. Найвищий ранній врожай у середньому за три роки одержано за мульчування ґрунту чорною поліетиленовою плівкою та чорним агроволокном з використанням гелю – відповідно 35,9 та 35,0 т/га, що більше за контроль на 8,7 і 7,8 т/га.

Зібрану продукцію в досліді розділяли на товарну і нетоварну частини згідно зі стандартом [27]. До нестандарту належали деформовані, уражені хворобами, а також пошкоджені ґрунтовими шкідниками, недорозвинені та перерослі плоди. Найвищим рівнем товарності врожаю характеризувалися варіанти, де матеріалом для мульчування використовували чорну поліетиленову плівку з внесенням гранул (99,4 %) та гелю (99,2 %) (рис. 1). Найменша товарність плодів була в контрольному варіанті – 98,1 %.

Види абсорбенту та мульчувальні матеріали здійснювали вплив на деякі показники біохімічного складу плодів огірка (табл. 4). У варіантах мульчування та застосування абсорбенту відмічено зростання вмісту сухої речовини. Так, найвищий її вміст був під чорною плівкою і внесенням гранул та гелю – по 5,3 %. Найнижчим умістом характеризувався контрольний варіант – 4,8 %.

Таблиця 3– Урожайність огірка та кількість плодів на рослині залежно від впливу різних видів абсорбенту та мульчувальних матеріалів, т/га (середнє за 2018–2020 рр.)

Варіант		Загальна врожайність	Товарна врожайність	Ранній врожай
мульчувальні матеріали	види абсорбенту			
Без мульчі	Без абсорбенту (контроль)	45,3	44,4	27,2
	Гранули	48,7	47,9	30,8
	Гель	50,1	49,3	32,1
Чорна плівка	Без абсорбенту	54,2	53,7	31,5
	Гранули	56,7	56,4	34,1
	Гель	57,4	56,9	35,9
Чорне агроволокно	Без абсорбенту	49,8	49,1	30,6
	Гранули	52,4	51,8	33,8
	Гель	53,6	53,1	35,0
НІР <sub>05</sub>	АВ	4,6	4,3	2,8

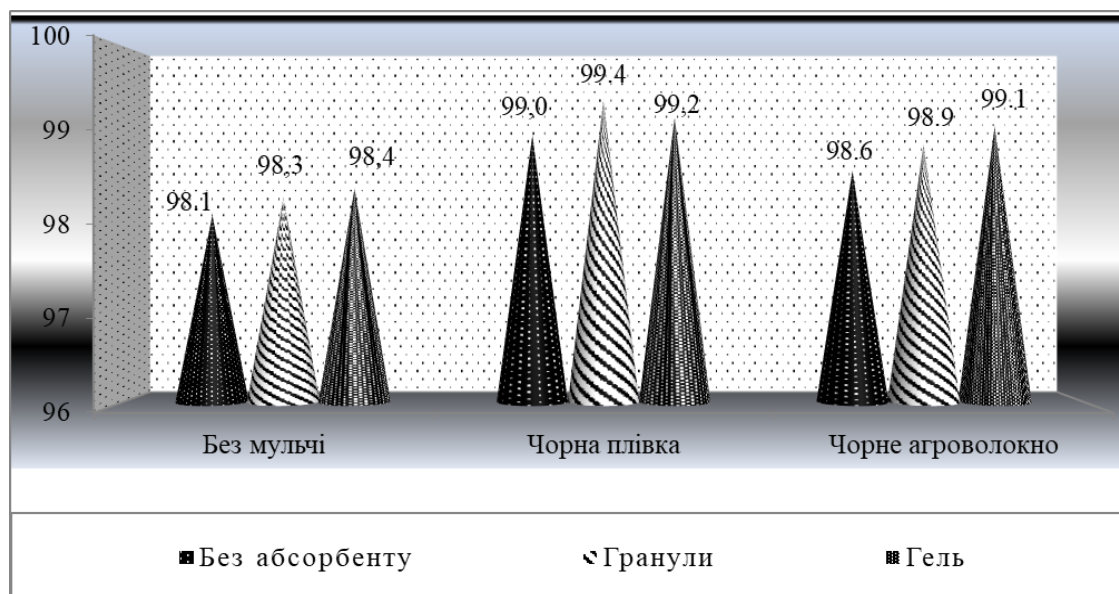


Рис. 1. Товарність врожаю огірка залежно від впливу різних видів абсорбенту та мульчувальних матеріалів (середнє за 2018–2020 рр.)

Таблиця 4 – Показники біохімічного складу плодів залежно від впливу різних видів абсорбенту та мульчувальних матеріалів (середнє за 2018–2020 рр.)

Варіант		Суха речовина, %	Сума цукрів, %	Нітрати * (N-NO <sub>3</sub> ), мг/кг
мульчувальні матеріали	види абсорбенту			
Без мульчі	Без абсорбенту (контроль)	4,8	2,02	76,0
	Гранули	4,9	2,06	83,0
	Гель	5,0	2,09	87,0
Чорна плівка	Без абсорбенту	5,2	2,13	55,0
	Гранули	5,3	2,17	60,0
	Гель	5,3	2,19	63,0
Чорне агроволокно	Без абсорбенту	5,0	2,10	52,0
	Гранули	5,1	2,13	58,0
	Гель	5,2	2,16	59,0
НІР <sub>05</sub>	АВ	0,4	0,17	6,4

Примітка: \* – МДР (не більше 150 мг/кг).

Найбільша цукристість плодів була за мульчування ґрунту чорною плівкою із застосуванням водоутримувальних гранул та гелю – відповідно 2,17 та 2,19 %. Дещо менший вміст суми цукрів (2,16 %) був за мульчування ґрунту агроволокном та внесення гелю як абсорбенту.

Вміст нітратів у плодах усіх варіантів досліді не перевищував максимально допустимого рівня і становив від 52,0 до 87,0 мг/кг. Однак найменша їх кількість була за мульчування ґрунту чорним агроволокном без застосування абсорбенту – 52,0 мг/кг. Відсутність мульчування та наявність у ґрунті різних видів абсорбенту сприяли дещо більшому накопи-

ченню нітратів у продуктивній частині огірка – 83,0–87,0 мг/кг.

**Висновки.** Встановлено, що під дією мульчувальних матеріалів та різних видів абсорбенту пришвидшується проходження фенологічних фаз росту і розвитку рослин огірка. Найбільший вплив на фазу утворення перших плодів здійснювало мульчування ґрунту чорною поліетиленовою плівкою та внесення абсорбенту у вигляді гелю.

Під впливом мульчувальних матеріалів та різних видів абсорбенту значно покращуються біометричні параметри рослин огірка. Найбільші значення висоти головного стебла,

кількості листків та їх сумарної площі були за мульчування чорною поліетиленовою плівкою та внесення в ґрунт гелю – відповідно 180,5 см, 36,3 шт./рослину, 4300 см<sup>2</sup>/рослину.

Найбільшу товарну врожайність одержано за мульчування ґрунту чорною поліетиленовою плівкою і внесення гранул і гелю. Застосування як мульчі чорного агроволокна меншою мірою, порівнюючи з плівкою, впливало на збільшення товарної урожайності. Найбільший ранній врожай було одержано за мульчування чорною плівкою та застосування гелю – 35,9 т/га.

Під дією мульчувальних матеріалів та різних видів абсорбенту збільшувалася товарність урожаю. Однак найбільші її значення були у варіанті мульчування чорною плівкою з внесенням водоутримувальних гранул – 99,4 %.

Мульчування ґрунту і внесення в нього різних видів абсорбенту в процесі вирощування огірка на шпалері сприяло покращенню якості плодів, оскільки у них зростав вміст сухої речовини та суми цукрів. Вміст нітратів у плодах під впливом мульчувальних матеріалів та абсорбенту дещо зростав, однак не перевищував максимально допустимого рівня.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ромащенко М.І. Рекомендації з технології вирощування культури огірка на опорній системі при краплинному зрошенні. Київ, 2003. 48 с.
2. Смагин А.В., Садовникова Н.Б. Влияние сильнонабухающих полимерных гидрогелей на физическое состояние почв легкого гранулометрического состава. М.: МАКС Пресс, 2009. 208 с.
3. Вплив водоутримуючих гранул на продуктивність гібридів огірка за шпалерної технології вирощування рослин в умовах Лісостепу України / Тернавський А.Г. та ін. Овочівництво і баштанництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Харків: Пляяда, 2017. Вип. 63. С. 328–335.
4. Sannino A., Demitri C., Madaghiale M. Biodegradable cellulose-based hydrogels: Design and Applications. *Materials* (Basel). 2009, 2(2). P. 353–373. DOI: 10.3390/ma2020353.
5. Kosterna E., Zaniewicz-Bajkowska A. The effect of AgroHydroGel and irrigation in celeriac yield and quality. *Folia Horticulturae Annalis*, 2012. 297 p.
6. Joo-Hwa Tay. Biogranulation Technologies for Wastewater Treatment: Microbial granules. Pergamon, 2006. 308 p.
7. Effect of application of modified nourishing environment on the reproduction and yielding capacity of root celery / Polischuk V.V. et al. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2018. 8(2). P. 113–119. DOI: 10.15421/2018\_317.
8. Biodegradable superabsorbent hydrogel increases water retention properties of growing media and plant growth / Montesano F. et al. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. Vol. 4, 2015. P. 451–458. DOI: 10.1016/j.aaspro.2015.03.052.
9. Ефективність вирощування розсади селери черешкової за застосування гідрогелю / Улянич О.І. та ін. Овочівництво і баштанництво. Вінниця: Твори, 2019. Вип. 65. С. 50–57. DOI: 10.32717/0131-0062-2019-65-50-57.

10. Гамаюнова В.В., Туз М.С. Вплив біологічних препаратів та вологоутримуючих аграрних гідрогелей на продуктивність та азотфіксуючу здатність сортів гороху. Наукові доповіді НУБіП України. №4 (68), 2017. DOI: 10.31548/dopovidi2017.04.015.

11. Улянич О.І., Шевчук К.М. Особливості росту і розвитку та вплив абсорбентів на врожайність і якість овочевих рослин. *Scientific developments of Ukraine and EU in the area of natural sciences: Collective monograph*. Riga: Baltija Publishing, 2020. P. 666–684. DOI: 10.30525/978-9934-588-73-0/2.15.

12. Череди́нченко В.М. Якість врожаю капусти брокколи та динаміка його надходження за застосування водоутримуючих гранул і мульчування ґрунту. *Овочівництво і баштанництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Харків: Пляяда, 2012. Вип. 58. С. 391–401.

13. The effect of plant mulches on soil moisture in vegetable cultivation / Zaniewicz-Bajkowska A. et al. *EJPAU*, 2012. Vol. 15, Issue 2.

14. Вітанов О.Д. Система заходів боротьби з бур'янами в посівах овочевих культур: Рекомендації. Харків: ІОБ УААН, 1998. 23 с.

15. Зав'язьлова Т. Пропалывать или мульчировать? Сад и огород. 2004. №5. С. 2–4.

16. Стецишин П.О., Пиндус В.В., Рекуненко В.В. Основи органічного землеробства: навч. посіб. Вінниця: Нова Книга, 2011. 552 с.

17. Книш В. Способи мульчування ґрунту. Роль синтетичної мульчі при вирощуванні перцю солодкого і кавуна. *Овочівництво*. 2016. №11.

18. Литвинов С.С. Энциклопедия овощеводства (термины, понятия, определения). М.: ГНУ ВНИИО, 2014. 812 с.

19. Hallidri, M. Comparison of the different mulching materials on the growth, yield and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Acta Horti*, 2001. 559. P. 49–54. DOI: 10.17660/Acta Horti.2001.559.3.

20. Yaghi, T., Arslan, A., Naoum, F. Cucumber (*Cucumis sativus* L.) water use efficiency (WUE) under plastic mulch and drip irrigation. *Agricultural Water Management*. Vol. 128, 2013. P. 149–157. DOI: 10.1016/j.agwat.2013.06.002.

21. Nimah, M.N. Cucumber yield under regular deficit irrigation and mulching treatments. *Acta Horti*, 2007. 731. P. 189–194. DOI: 10.17660/Acta Horti.2007.731.25.

22. Сыч З., Пилипенко О. Агроволокно или обычная пленка? Огородник. 2004. №4. 10 с.

23. Румянцев С. Мульчирование – шаг к успеху. URL: <http://www.stroitel.in.ua/news>.

24. Біологічно активні речовини в рослинництві / Грицаснко З.М. та ін. Київ: НІЧЛАВА, 2008. 352 с.

25. Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001. 369 с.

26. Лісовал А.П., Давиденко У.М., Мойсеєнко Б.М. Агрохімія: лабораторний практикум. К.: Вища школа, 1994. С. 165–170.

27. ДСТУ 3247-95. Огірки свіжі. Технічні умови. К.: Держстандарт України, 1995. 17 с.

#### REFERENCES

1. Romashenko, M.I. (2003). Rekomendacii' z tehnologii' viroshhuvannja kul'turi ogirka na opornij sistemi pri kraplinnomu zroshenni [Recommendations on the technology of growing cucumber culture on the support system under drip irrigation]. Kyiv, 48 p.

2. Smagin, A.V., Sadovnikova, N.B. (2009). Vlijanie sil'nonabuhajushhijh polimernyh gidrogelej na fizicheskoe sostojanie pochv legkogo granulometricheskogo sostava [Influence of highly swellable polymer hydrogels on the physical state of light granulometric soils]. Moscow, MAKS Press, 208 p.
3. Ternavs'kij, A.G., Uljanich, O.I., Shhetina, G.Ja., Slobodjanik, G.Ja., Bondarenko, V.A. (2017). Vpliv vodoutrimujuchih granul na produktivnist' gibridiv ogirka za shpalernoj tehnologij viroshhuvannja roslin v umovah Lisostepu Ukraїni [Influence of water-retaining granules on productivity of cucumber hybrids by tapestry technology of growing plants in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. Ovochivnictvo i bashtannictvo: mizhvidomchij tematichnij naukovij zbirnik. Institut ovochivnictva i bashtannictva NAAN [Vegetable and melon growing: interdepartmental thematic scientific collection. Institute of Vegetable and Melon NAAS]. Kharkiv, Plejada, Issue 58, pp. 391–401.
13. Zaniewicz-Bajkowska, A., Kosterna, E., Rosa, R., Franczuk, J. (2012). The effect of plant mulches on soil moisture in vegetable cultivation. EJPAU. Vol. 15, Issue 2.
14. Vitanov, O.D. (1998). Sistema zahodiv borot'bi z bur'janami v posivah ovochevih kul'tur: rekomendacii' [Syst. of weed control measures in vegetable crops]. Kharkiv, IOB UAAN, 23 p.
15. Zav'jalova, T. (2004). Propalyvat' ili mul'chirovat'?[Weed or mulch?]. Sad i ogorod [Garden and vegetable garden], no. 5, pp. 2–4.
16. Stecishin, P.O., Pindus, V.V., Rekunenko, V.V. (2011). Osnovi organichnogo zemlerobstva: navchal'nij posibnik [Fundamentals of organic farming]. Vinnitsa, New book, 552 p.
17. Knish, V. (2016). Sposobi mul'chuvannja rruntu. Rol' sintetichnoї mul'chi pri viroshhuvanni pereju solodkogo i kavuna [Methods of soil mulching. The role of synthetic mulch in the cultivation of sweet pepper and watermelon]. Ovochivnictvo [Vegetable growing], no. 11.
18. Litvinov, S.S. (2014). Jenciklopedija ovoshhevodstva (terminy, ponjatija, opredelenija) [Encyclopedia of vegetable growing (terms, concepts, definitions)]. Moscow, GNU VNIIO, 812 p.
19. Hallidri, M. (2001). Comparison of the different mulching materials on the growth, yield and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.). Acta Hort. no. 559, pp. 49–54. DOI: 10.17660/Acta Hort.2001.559.3.
20. Yaghi, T., Arslan, A., Naoum, F. (2013). Cucumber (*Cucumis sativus* L.) water use efficiency under plastic mulch and drip irrigation. Agricultural Water Management. Vol. 128, pp. 149–157. DOI: 10.1016/j.agwat.2013.06.002.
21. Nimah, M.N. (2007). Cucumber yield under regular deficit irrigation and mulching treatments. Acta Hort. no. 731, pp. 189–194. DOI: 10.17660/Acta Hort.2007.731.25.
22. Sych Z., Pilipenko, O. (2004). Agrovloknno ili obychnaja plenka? [Agrofibres or regular film?]. Ogorodnik [Gardener], no. 4, 10 p.
23. Rumjancev S. Mul'chirovanie – shag k uspehu [Mulching is a step to success]. Available at: <http://www.stroitel.in.ua/news>.
24. Gricajenko, Z.M., Ponomarenko, S.P., Karpenok, V.P., Leontjuk, I.B. (2008). Biologichno aktivni rehovini v roslinnictvi [Biologically active substances in crop production]. Kyiv, NICH LAVA, 352 p.
25. Bondarenko, G.L., Jakovenko, K.I. (2001). Metodika doslidnoi' spravi v ovochivnictvi i bashtannictvi [Methods of research in vegetable growing and melon growing]. Kharkiv, Basis, 369 p.
26. Lisoval, A.P., Davidenko, U.M., Mojsejenko, B.M. (1994). Agrohimiya: laboratornij praktikum [Agrochemistry: laboratory workshop]. Kyiv, Higher school, pp. 165–170.
27. DSTU 3247-95. Ogirki svizhi. Tehnichni umovi [Fresh cucumbers. Specifications]. Kyiv, State Standard of Ukraine, 17 p.

**Влияние различных видов абсорбента и мульчирующих материалов на производительность и качество урожая шпалерных огурцов в Лесостепи Украины****Тернавский А.Г., Щетина С.В., Слободяник Г.Я., Кецкало В.В.**

В статье приведены трехлетние данные о влиянии различных видов абсорбента и мульчирующих материалов на производительность огурца гибрида Беттина при выращивании растений на вертикальной шпалере в условиях Лесостепи Украины.

Представлены данные о прохождении основных фенологических фаз роста и развития растений огурца, биометрических параметров, урожайности и биохимического состава плодов, корреляционного и дисперсионного анализа полученных результатов исследований. Установлено, что все фазы роста и развития растений быстрее проходили при мульчировании почвы черной полиэтиленовой пленкой и черным агроволокном с применением разных видов абсорбента. В сравнении с контролем, водоудерживающие гранулы и гель на фоне применения мульчирующих материалов способствовали увеличению высоты главного стебля, формированию большего количества листьев на растении и площади их ассимиляционной поверхности. Среди материалов для мульчирования лучшие результаты были получены у черной пленки, а среди видов абсорбента – у геля.

Высшую товарную урожайность было получено из вариантов мульчирования почвы черной полиэтиленовой пленкой с использованием водоудерживающих гранул и геля – соответственно 56,4 и 56,9 т/га. Наибольшую массу раннего урожая обеспечил вариант мульчирования черной пленкой и внесения в почву геля – 35,9 т/га.

Мульчирующие материалы и различные виды абсорбента способствовали увеличению товарности урожая. Однако самая большая товарность была в варианте мульчирования черной пленкой и применения водоудерживающих гранул – 99,4 %.

Под влиянием мульчирующих материалов и различных видов абсорбента менялся биохимический состав плодов огурца. Наибольшее содержание сухого вещества было при мульчировании черной пленкой и применении абсорбента – 5,3 %. Наиболее сахаристыми были плоды с варианта мульчирования пленкой и использования абсорбента в виде геля – 2,19 %. Содержание нитратов в плодах не превышало максимально допустимого уровня. Однако самое низкое их содержание в плодах было под агроволокном без применения абсорбента – 52,0 мг/кг.

**Ключевые слова:** огурец, гибрид, вертикальная шпалера, абсорбенты, мульчирующие материалы, биометрические показатели, урожайность, товарность плодов, качество урожая.

**Influence of various types of absorbent and mulching materials on the productivity and quality of the harvest of cucumbers in the Forest-steppe of Ukraine****Ternavskiy A., Shchetyna S., Slobodanyk H., Ketskalov V.**

The article presents three year's data on the influence of various types of absorbent and mulching materials on the productivity of Bettina hybrid cucumber for growing plants on a vertical trellis in the Forest-steppe conditions of Ukraine.

The data on the passage of the main phenological phases of growth and development of cucumber plants, biometric parameters, yield and biochemical composition of fruits, correlation and variance analysis of the research results are presented. It was found that all phases of plant growth and development passed faster when the soil was mulched with black plastic wrap and black agro fibre using different types of absorbent. In comparison with the control, water-retaining granules and gel, against the background of the use of mulching materials, contributed to an increase in the height of the main stem, the formation of a larger number of leaves on the plant and the area of their assimilation surface. Among the mulching materials, the best results were obtained with the black film, and among the types of absorbent – with the gel.

The highest marketable yield was obtained from the options for mulching the soil with black plastic wrap using water-retaining granules and gel – 56,4 t/ha and 56,9 t/ha, respectively. The largest mass of the early harvest was provided by the option of mulching with a black film and applying gel to the soil – 35,9 t/ha.

Mulching materials and various types of absorbent have contributed to the increase in the marketability of the crop. However, the largest marketability was in the option of mulching with black film and the use of water-containing granules – 99,4 %.

Under the influence of mulching materials and various types of absorbent, the biochemical composition of cucumber fruits changed. The highest dry matter content was for mulching with black film and the use of an absorbent – 5,3 %. The most sugary fruits were those with the option of mulching with a film and using an absorbent in the form of a gel – 2,19 %. The content of nitrates in fruits did not exceed the maximum permissible level. However, their lowest content in fruits was under agro fibre without the use of an absorbent – 52,0 mg/kg.

**Key words:** cucumber, hybrid, vertical trellis, absorbents, mulching materials, biometric indicators, yield, fruit marketability, crop quality.



Copyright: Тернавський А.Г. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:


Тернавський А.Г.

Кецкало В.В.

<https://orcid.org/0000-0002-8640-2419>

<https://orcid.org/0000-0002-9137-6470>

УДК 631.412:631.51:631.425.4

**Часові та просторові зміни структурно-агрегатного складу чорнозему типового за різного антропогенного навантаження**Ткаченко М.А.<sup>1</sup> , Борис Н.Є.<sup>1</sup> , Задубинна Є.В.<sup>2</sup> ,Тарасенко Т.В.<sup>2</sup> , Подоляко А.М.<sup>1</sup> <sup>1</sup> ННЦ «Інститут землеробства НААН»<sup>2</sup> Панфільська ДС ННЦ «Інститут землеробства НААН» Борис Н.Є. E-mail: nataliaborys2020@gmail.com

Ткаченко М.А., Борис Н.Є., Задубинна Є.В., Тарасенко Т.В., Подоляко А.М. Часові та просторові зміни структурно-агрегатного складу чорнозему типового за різного антропогенного навантаження. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 166–175.

Tkachenko M., Borys N., Zadubynna E., Tarasenko T., Podolyako A. The temporal and spatial changes in the structural and aggregate composition of typical chernozem with different anthropogenic stress. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 166–175.

Рукопис отримано: 22.10.2021 р.

Прийнято: 08.11.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-166-175

Мета роботи – встановити часові та просторові особливості формування і закономірності зміни структурно-агрегатного складу оброблювального шару чорнозему типового малогумусного за беззмінного застосування різних систем удобрення та способів основного обробітку ґрунту в короткочасних 4-пільних сівозмінах з насиченням на 75 % зерновими (пшениця озима, ячмінь ярий) і зернобобовими (соя) та на 25 % олійними (соняшник, ріпак ярий) культурами. Дослідження проводили в тривалому стаціонарному досліді відділу агроґрунтознавства і ґрунтової мікробіології ННЦ «Інститут землеробства НААН» та лабораторії землеробства Панфільської ДС ННЦ «Інститут землеробства НААН». За результатами проведених досліджень оцінено ефективність застосування різних систем удобрення (мінеральні добрива на фоні залучення побічної продукції культур) в комплексі з різними за інтенсивністю та принципом дії механічного типу ґрунтообробними знаряддями. Система удобрення впливала на сформований об'єм біомаси, а дія ґрунтообробного агрегату полягала в особливостях пошарового розподілу свіжої рослинної біомаси та формуванні ґрунтових агрегатів певної форми і розміру, їх частки участі у формуванні коефіцієнта структурності, що свідчить про особливості різного антропогенного навантаження. Встановлено спрямованість ґрунтових процесів чорнозему типового, особливості його структуроутворення за тривалого проведення різноглибинних способів основного обробітку ґрунту, які направлені на збереження, протирозійні заходи (no-till технології) та інтенсивне використання оброблювального 0–30 см шару ґрунту (оранка на 25–27 см – контроль) за вирощування культур, різних за принципом локалізації кореневої системи та фізіологічними особливостями.

**Ключові слова:** структурно-агрегатний склад, чорнозем типовий, спосіб основного обробітку ґрунту, диференціація.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Структура ґрунту – це сукупність ґрунтових окремоостей, або агрегатів різних за розміром, формою та зв'язністю, а здатність ґрунту розпадатись на структурні окремоості, або агрегати є його структурністю. Кількісний та якісний структурно-агрегатний склад залежить від генетичних властивостей ґрунту, принципу та інтенсивності механічної дії ґрунтообробної техніки, способу обробітку і рівня

родючості ґрунту [1]. Загалом за короткий час можливо сформувати новий структурно-агрегатний склад, хоч і не тривалої дії, в результаті проведення основного обробітку ґрунту, а саме активної дії ґрунтообробних знарядь [2, 3]. Вибираючи спосіб та кількість проведення механічних обробітків ґрунту, необхідно врахувати кількість в ґрунті водостійких агрегатів величиною понад 0,25 мм. У разі зростання показника понад 40 %, ґрунт тривалий час буде ха-

рактизуватись сприятливими агрофізичними властивостями для продуктивного розвитку рослин.

Структуру ґрунту прийнято розділяти на морфологічну та агрономічну. Це така будова і складність агрегатів, яка забезпечує родючість ґрунту, а домінування дрібногрудкуватої (1,0–0,5 мм) та зернистої, або грудкувато-зернистої (10,0–0,25 мм) макроструктури забезпечує сприятливі умови для водного та повітряного режимів [4]. Саме структурне ґрунтове середовище має оптимальні показники родючості ґрунту, умови водного, повітряного і теплового режимів, а також структурні ґрунти обумовлюють розвиток мікробіологічних процесів та діяльності ґрунтової мікробіоти, мобілізацію і доступність поживних речовин для засвоєння рослиною.

Агрофізичні властивості ґрунту та фізичні показники істотно змінюються залежно від антропогенного навантаження і культури ведення господарської діяльності людини. Антропогенне навантаження певною мірою погіршує агрофізичні властивості, особливо безструктурних ґрунтів за ведення інтенсивного землеробства [5, 6]. Дерново-підзолисті і сірі лісові ґрунти піддаються більшому ущільненню, ніж чорноземи. Для чорноземів характерною ознакою є високий природний рівень родючості та ерозійної стійкості, а також низька агрофізична деградація. Так, упродовж вегетації культур залежно від способів основного обробітку ґрунту, елементів догляду за посівами та культури ведення землеробства змінюється кількісний та якісний показник формування водостійких ґрунтових агрегатів, відбуваються зміни водного режиму ґрунту. Відповідно тривале розорювання чорнозему призводить до фізіологічної та біологічної деградації ґрунту. Істотні зміни відбуваються у перерозподілі як за розміром пор, так і їх просторовим розміщенням у ґрунтовій товщі [1, 7, 8]. Загалом змінюється не лише загальний вміст, а й співвідношення внутрішньо-агрегатної пористості в оброблювальному і кореневмісному шарі.

Докорінно сформувати водотривкі та стійкі, агрономічно цінні за розміром ґрунтові агрегати, водночас контролювати їх поширення розміщення можливо за допомогою різноглибинного зароблення органічних добрив, запровадження заходів хімічної меліорації та диференційованої системи основного обробітку ґрунту (полицева різноглибинна, безполицева та мілка), сівозмін з різним насиченням культур [4, 8, 9]. Формування структурно-агрегатного складу ґрунту буде більш ефективним та тривалим у післядії у разі застосування в комп-

лексі органічних і помірних доз мінеральних добрив [1], мікробіологічних препаратів, біологічних деструкторів. Основним завданням останніх є прискорення процесу мінералізації побічної продукції, оздоровлення ґрунту, зниження чисельності патогенної мікрофлори, повернення в ґрунт поживних речовин [10, 11].

Запровадження сівозмін з насиченням багаторічними бобовими травами, залучення біомаси як органічного добрива, запровадження безполицевих обробітків з мінімальною інтенсивністю дії на ґрунт сприяє зниженню навантаження на ґрунтову систему і руйнування природно сформованого рівня структури. Вільямсом В.Р. науково обґрунтовано вплив кореневої системи багаторічних бобових (конюшина, люцерна) у сівозміні і злакових трав на лугах на формування і міцність водостійких ґрунтових агрегатів. У результаті мінералізації кореневої системи цих культур у ґрунті відбувається накопичення органічної речовини, завдяки якій і формується міцність ґрунтових агрегатів. Окрім цього, вирощування багаторічних трав на одному місці в непорушеному ґрунтовому середовищі впливає на формування структури ґрунту, що нівелюється технологією вирощування культур за ведення зерно-просапної сівозміні з різноглибинною системою обробітку ґрунту та механічних заходів боротьби з бур'янами. Саме кількість проходження ґрунтообробних знарядь, принцип дії та активність робочих органів за інтенсивністю впливає на руйнування ґрунтових агрегатів, їх будову, розмір та властивості.

Проведення беззмінної (більше 70-ти років) оранки на 28–32 см призвело до руйнування водостійких агрегатів розміром 0,5–3,0 мм, уміст яких знижувався до 30 %, а агрегати більше 5,0 мм були зруйновані повністю, відбулося зростання частки агрегатів розміром 0,25–0,5 мм. Це спричинено дегуміфікацією та мінералізацією детриту [12]. Безполицеві обробітки збільшують водотривкість ґрунтових агрегатів у верхній частині кореневмісного шару, а залучення біомаси культур та висівання сидератів збільшує вміст водотривких агрегатів. Вивчаючи ефективність застосування різних способів основного обробітку чорнозему було встановлено, що найвищий вміст агрегатів (<0,25 мм) визначено за диференційованого обробітку – 12,2 % та полицево-безполицевого – 12,0 %. Зниження цієї фракції за мілкою безполицевого обробітку становить 10,6 %. Деградація структурного стану чорнозему типового за тривалого сільськогосподарського використання пов'язана, передусім, із погіршенням фізико-хімічних властивостей, що обумовле-

но застосуванням завищених доз мінеральних добрив. Максимальні величини коефіцієнта структурності встановлено за полицево-безполицевого обробітку (оранка та безполицевий обробіток) – 2,0, та істотно знижені за поверхневого обробітку (беззмінний поверхневий) – 1,77 [13].

Розподіл ґрунтових агрегатів та домінування мікроагрегатно-макроагрегатної моделі можливі для ґрунтів без інтенсивного їх використання. Проведення обробітку на дерново-підзолистому ґрунті мало однаковий вплив на кількісний склад в порівнянні з сформованим агрегатним складом без проведення обробітку (контроль), однак за останнього макроагрегати були більш стійкими до руйнування. У пробі ґрунту, який аналізували, з мікроструктурою було встановлено менший вміст вуглецю, азоту та фосфору, ніж в пробі після просіювання з виділенням макроструктури [10, 14].

Шикулою М.К. (2002) було встановлено, що акумуляція на поверхні рослинних решток за технології No-till та домінування їх у верхньому 0–10 см шарі за дискування на 10–12 см обумовлює формування культурного ґрунтоутворювального процесу, по типу природного дернового процесу ґрунтоутворення, що притаманне та характерне для чорноземних ґрунтів. За No-till технології штучно сформована шпаруватість кореневмісного шару ґрунту, який на 50 % складається з пор розміром більше 120 мк. Так, якісні показники пор є досить низькими – вони нестійкі та впродовж зимового періоду руйнуються і розпадаються, втрачаючи свою форму та властивості [15, 16]. Пори, розмір яких не перевищує 10,0 мк, є більш стійкими до антропогенного навантаження, мають пролонговану дію та не втрачають свої властивості в короткий термін [5, 17]. Відповідно ґрунт, який активно не обробляється ґрунтообробними знаряддями (технологія No-till), має вищу водоутримувальну здатність, однак загальний об'єм вологи може бути нижчим [7, 18, 16, 19].

Часові та просторові зміни структурно-агрегатного складу ґрунту за різного антропогенного навантаження підтверджуються в наведеному літерному аналізі, однак не повною мірою відображено особливості змін за різного антропогенного навантаження чорнозему типового. Динаміка та стабілізаційні ґрунтові процеси, які відображаються у формуванні структурно-агрегатного складу в різні роки прямої дії ведення технології No-till, реакція та реалізація генетичного потенціалу культур, що впливає на продуктивність сівозмін, є основою та індикатором ефективності ведення як

різних систем удобрення, так і способів основного обробітку ґрунту.

**Мета дослідження** – встановити часові та просторові особливості формування і закономірності зміни структурно-агрегатного складу оброблювального шару чорнозему типового малогумусного за беззмінного застосування різних систем удобрення та способів основного обробітку ґрунту в короткочасних 4-пільних сівозмінах з насиченням на 75 % зерновими (пшениця озима, ячмінь ярий) і зернобобовими (соя) та на 25 % олійними (соняшник, ріпак ярий) культурами.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження з встановлення особливостей формування і закономірностей зміни в часі структурно-агрегатного складу чорнозему типового проводили у тривалому стаціонарному досліді, закладеному в 2009 р. у Панфільській ДС ННЦ «Інститут землеробства НААН». Геолокаційні координати тривалого стаціонарного досліді с. Панфили – широта 50°11'48.8''n; довгота 31°44'35.1''e.

Основним завданням є вивчення ефективності застосування різних способів основного обробітку ґрунту з проведенням оранки на 25–27 см (контроль), дискування на 10–12 см та No-till технологія, яка складається з застосування гербіциду суцільної дії до сівби як заходу боротьби з бур'янами і прямої сівби без відповідної підготовки ґрунту, на формування структурно-агрегатного складу.

ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний неглибокий крупнопилувато-легкосуглинковий на лесовидному суглинку. Генетичні горизонти – гумусовий прогресивно-акумулятивний, що характеризується великою потужністю, високим вмістом гумусу за його поступового зменшення з глибиною, зернистою структурою, та карбонатно-акумулятивний. Відповідно до класифікації ґрунтів за гранулометричним складом (ДСТУ 4730:2007) 0–30 см шар – суглинок легкий, крупнопилуватий, де вміст фізичної глини ( $\Sigma < 0,01$ ) – 28,70 %, фізичного піску ( $\Sigma > 0,01$ ) – 71,30 %.

Для встановлення особливостей формування структурно-агрегатного складу залежно від системи основного обробітку ґрунту на варіантах було відібрано і підготовлено для аналізу проби згідно з ДСТУ ISO 11464:2007, визначено структурно-агрегатний склад повітряно-сухого ґрунту у модифікації Н.І. Савінова згідно з ДСТУ 4744:2007 [20]. Зразки ґрунту відбирали у полі пшениці озимої (сівозмінна 1) та ріпаку ярого (сівозмінна 2) з шару ґрунту 0–10, 10–20 та 20–30 см. Загальна площа досліді



– 5,6 га, під дослідними ділянками зайнято 4,3 га. Розмір посівної ділянки – 150 м<sup>2</sup>, облікової – 100 м<sup>2</sup>. Повторення досліду триразове, розміщення варіантів і повторень систематичне.

**Результати дослідження та обговорення.** Встановлено, що застосування різних способів основного обробітку ґрунту впродовж 2009–2021 рр., які різнились між собою за принципом дії на ґрунт, робочими органами та глибиною проведення обробітку, істотно вплинуло на кількісний і якісний розподіл (диференціацію орного шару) ґрунтових агрегатів. Зміни структурно-агрегатного складу відбувались в усьому оброблювальному 0–30 см шарі. Проведення полицевого обробітку на глибину 25–27 см за вирощування пшениці озимої (сівозміна 1) кількісно вплинуло на зростання вмісту агрегатів 5,0–10,0 мм в 0–10 см шарі – на 7,8 та 6,9 % порівняно з вмістом таких самих агрегатів на варіанті після проведення мілко безполцевого обробітку (дискування на 10–12 см) та No-till технології відповідно (агрегати розміром 5–7 мм –  $НІР_{0,05} = 0,26$ ,  $S_x = 1,43$  %, та агрегати 7–10 мм –  $НІР_{0,05} = 0,25$ ,  $S_x = 2,01$  %). За вирощування ріпаку ярого (сівозміна 2) проведення оранки на 25–27 см зумовило зростання вмісту агрегатів (5,0–10,0 мм) в 0–10 см шарі на 3,8 % за дискування та 7 % – за No-till технології (рис. 1).

У нижньому 10–20 см шарі кількісний склад ґрунтових агрегатів за розміром істотно різнився від розподілу, отриманого під час просіювання ґрунту з шару 0–10 см. Окрім способу основного обробітку, істотно змінювався

пошаровий розподіл ґрунтових агрегатів і за вирощування різних за тривалістю вегетаційного періоду (озима і яра культура) та принципом побудови кореневої (мицкувата та стрижнева) системи культур. Синергізм дії способу основного обробітку, який формує основну масу поділу ґрунтових агрегатів прослідковується упродовж усього вегетаційного періоду культур. Вирощування пшениці озимої та ріпаку ярого забезпечувало формування брилуватої (агрегати >10 мм) структури – відповідно 19,9 та 13,5 %, грудкувато-зернистої (агрегати 10–0,25 мм) – 72,0 та 82,8 %, водночас істотна різниця прослідковувалась у формуванні мікроструктури (агрегати <0,25 мм) – 2,5 та 4,3 % (рис. 1).

За руйнування макроструктури кількість ґрунтових часток <0,25 мм зростає, згруповуючись у менш цінні мікроагрегати <0,16 мм з подальшим збагаченням малоактивних фракцій <0,1 мм, що є індикатором посилення процесу і послаблення стійкості до деградаційних процесів. Зниження агрономічно цінної структури було відзначено саме за проведення тривалого полицевого обробітку ґрунту, перерозподілом у шарах ґрунтових агрегатів певного розміру, з домінування частки агрегатів розміром 3–1 мм, з яких 12,5 % – агрегати розміром 3–2 мм та 17,8 % – 2–1 мм. Особливо цінним є зниження вмісту мікроструктури та зростання частки грудкувато-зернистої, саме в шарі 10–20 см, де відбувається акумулювання вологи в осінньо-зимовий період після проведення основного обробітку, зростання та її перерозподіл в нижні генетичні горизонти впродовж весняного та вегетаційного

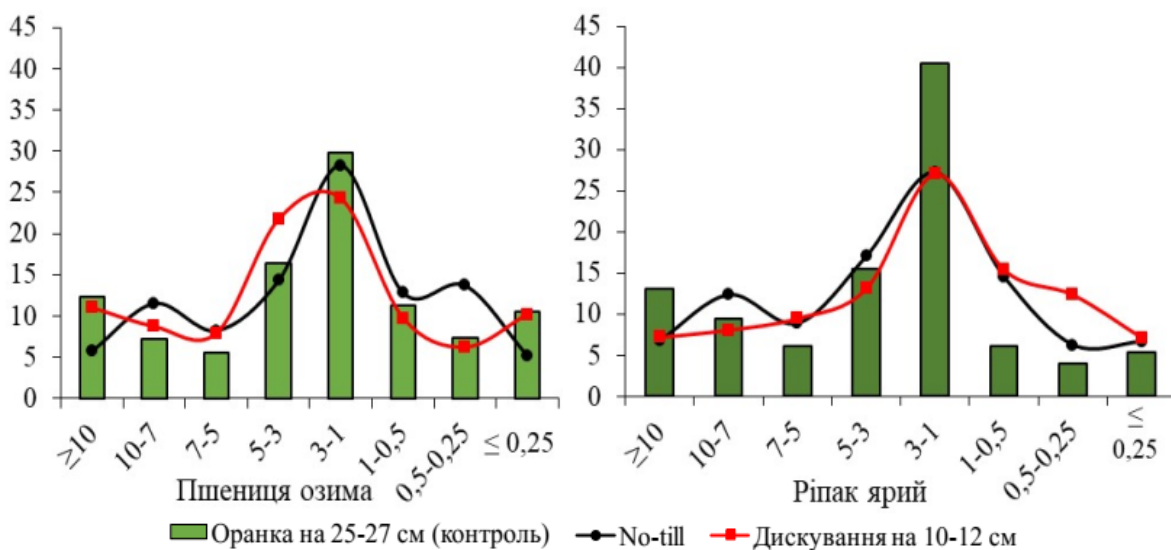


Рис. 1. Вплив способів основного обробітку ґрунту та попередника на розподіл за розміром (мм) ґрунтових агрегатів у 0–10 см шарі.

періодів. Істотне зниження вмісту мікроструктури було встановлено за No-till технології – 1,5 та 2,7 % за вирощування ріпаку та пшениці відповідно, дещо вищим показник був за тривалого дискування – 3,8 та 3,3 %, а найбільший вміст мікроструктури було встановлено за оранки – 5,2 та 5,7 %.

У нижньому 20–30 см шарі ґрунту (рис. 2), який не піддається механічній дії ґрунтообробних знарядь за No-till технології, у відібраній і просіяній пробі ґрунту на час сходів пшениці озимої відбулося зростання частки агрегатів розміром  $\geq 10$  мм до рівня 31,1 % (шар ґрунту 20–30 см  $НІР_{0,05} = 1,61$ ,  $S_x = 1,76$  %). Цей показник є найвищим за вмістом таких агрегатів серед досліджуваних обробітків ґрунту. Окрім того, за No-till технології було встановлено найменший вміст агрегатів розміром  $\leq 0,25$  мм – 0,5 %, що свідчить про високу стійкість до деградаційних процесів. Слід зазначити і про гомогенний розподіл ґрунтових агрегатів у 0–30 см шарі ґрунту за No-till, що істотно відрізняється від показників, отриманих за оранки на 25–27 см, де вміст агрегатів  $\geq 10$  мм в 0–10 см шарі становив 26,8 % і був нижчим на 2 %, у 10–20 см – на 1,4 та в 20–30 см шарі – на 9,1 %, ніж за No-till. Активна дія робочих органів у нижньому шарі ґрунту призводить до їх подрібнення та кришення, про що свідчить нижчий вміст ґрунтових агрегатів розміром  $\geq 10$  мм, що в абсолютному значенні становить 22 % (рис. 2).

Грудкувато-зерниста (макроструктура) – це ґрунтові агрегати, які знаходяться в діапазоні

10–0,25 мм [21], відповідно вони належать до цінної структури, яка тривалий час не руйнується під дією водного потоку, є стійкою та забезпечує оптимальні умови водного і повітряного режимів ґрунту. Беззмінне використання оранки впродовж 2009–2021 рр. істотно впливало на формування та пошаровий розподіл структурно-агрегатного складу ґрунту та загалом призвело до зменшення кількості агрономічно корисної фракції (10–0,25 мм). Так, за оранки у фазу ВВСН –10–12 найбільший їх вміст було встановлено в 20–30 см шарі – 77,3 % та найнижчий – у верхньому 0–10 см шарі – 72,8 %. Загалом у шарі 0–30 см вміст агрегатів становив 75,0 %, що відповідає добрій структурі згідно зі шкалою класифікації, запропонованої С.І. Долговим і П.У. Бахтіним (рис. 3).

Порівнюючи кількісний розподіл цінних ґрунтових агрегатів (10–0,25 мм) у фазу ВВСН-97–99 за No-till та дискування на 10–12 см, встановлено їх зростання в нижньому 20–30 см шарі порівняно з показниками в 0–10 см шарі, де їх вміст був на 9,2 % нижчим. Різниця в розподілі ґрунтових агрегатів за цих обробітків свідчить про підвищення диференціації 0–30 см шару та підтверджує особливості формування агрофізичних і гідрологічних показників ґрунту (рис. 4). Розподіл агрегатів розміром 10–5,0 мм в 0–30 см шарі ґрунту, де проводили оранку на 25–27 см, мав зворотний принцип розподілу – кількість структурних агрегатів істотно зменшувалась зі зростанням глибини орного шару ґрунту (шар ґрунту 0–30 см  $НІР_{0,05} = 0,69$ ,  $S_x = 1,74$  %).

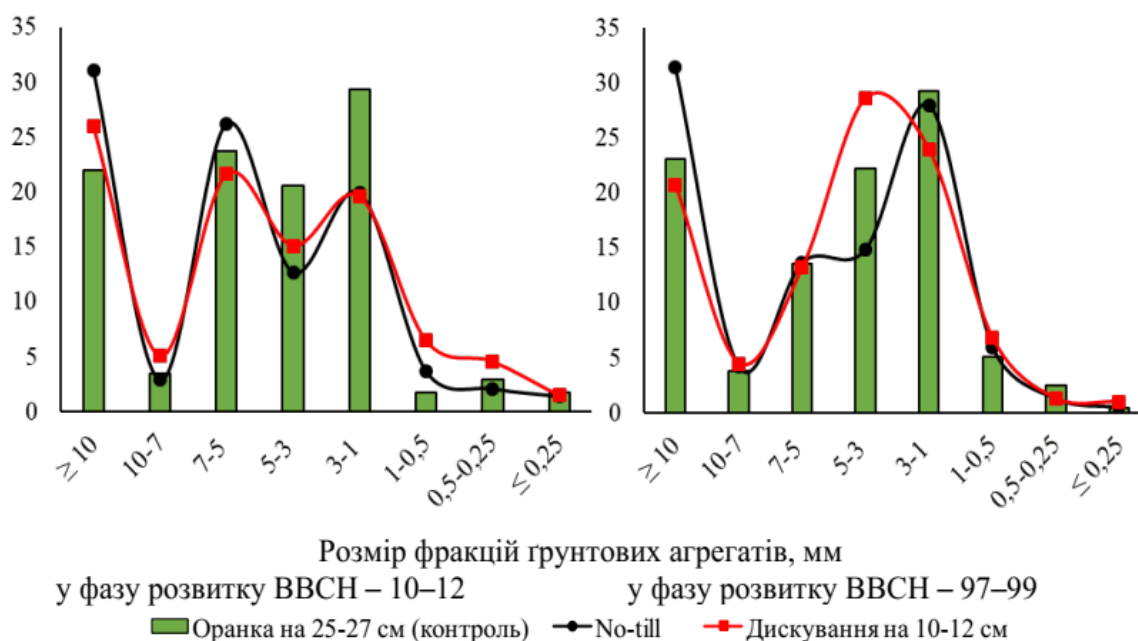


Рис. 2. Вплив способів основного обробітку ґрунту та попередника на розподіл за розміром ґрунтових агрегатів у полі пшениці в шарі 20–30 см.

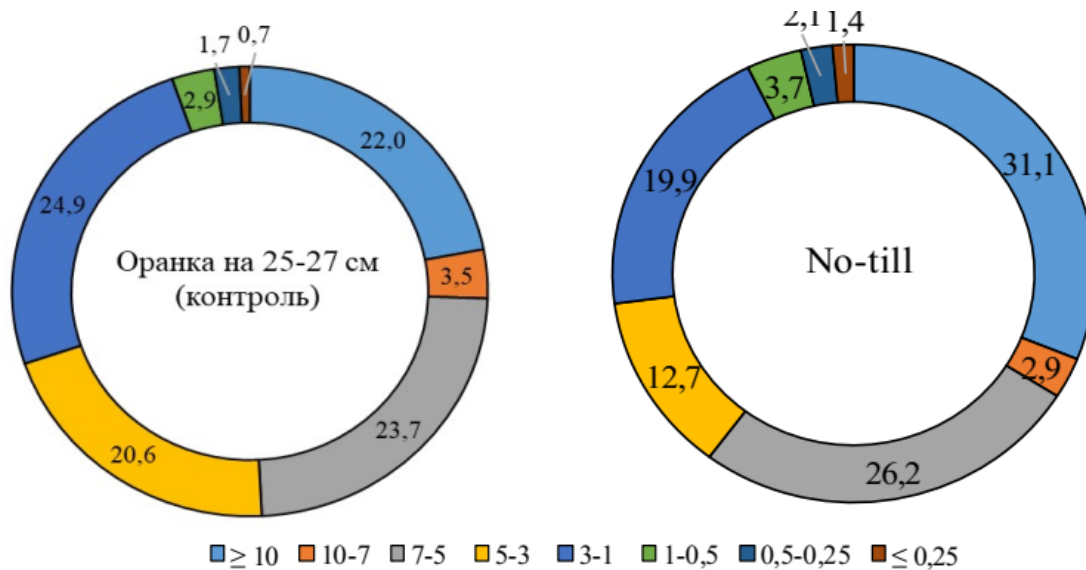


Рис. 3. Вплив способів основного обробітку ґрунту на розподіл за розміром ґрунтових агрегатів у полі пшениці озимої в шарі 20–30 см (ВВСН –10–12).

За тривалого дискування та No-till в нижньому 20–30 см шарі було встановлено найбільшу кількість структурних агрегатів розміром  $\geq 10,0$  мм, що більше відповідно на 4,6 та 9,1 %, ніж за оранки. Основною особливістю такого розподілу та формування за розміром структурних ґрунтових агрегатів є принцип дії робочих органів (дисків), які активно вирізають з поверхні (ґрунтової товщі на глибині 10–12 см) певного об'єму, формуючи певного розміру ґрунтові агрегати. Кількість агрегатів розміром  $\leq 0,25$  мм відображає сформовану (розпорочену) мікроструктуру ґрунту, і цінність її є значно нижчою порівно з агрономічною. Зростання кількості таких агрегатів, особливо в осінньо-зимовий період, який є вологонакопичувальним, і її підвищення знижує ефективність основного обробітку ґрунту, особливо на безструктурних схильних до заплывання ґрунтах.

Так, беззмінне (впродовж 11-ти років) проведення різноглибинних способів основного обробітку ґрунту (оранка на 25–27 см, дискування на 10–12 см та технологія no-till) забезпечило стабілізацію та відобразило спрямованість особливостей формування агрофізичних властивостей – структурно-агрегатного складу 0–30 см шару і його вплив на формування продуктивності культур сівозміни. Урожайність пшениці озимої найвищою була за проведення полицевого обробітку ґрунту на 25–27 см з внесенням  $N_{120}P_{60}K_{90}$  та заорюванням побічної продукції сої – 5,84 т/га, та стебел ріпаку ярого – 6,82 т/га.

Зниження урожайності пшениці встановлено за no-till технології, де порівняно з контролем (оранка) вона була нижчою на 0,36 т/га за вирощування після ріпаку, і на 0,44 т/га після сої. Загалом на фоні різних систем удобрення пшениці озимої найвищий рівень урожайності отримано за внесення розрахункової дози добрив на запланований урожай, що становить 270 кг/га діючої речовини ( $N_{120}P_{60}K_{90}$ ) в системі обробітку ґрунту з проведенням дискування на 10–12 см, де попередником висівали ріпак ярий. Локалізація в верхньому 0–12 см шарі ґрунту основної частки мінеральних добрив, сприятливі агрофізичні показники забезпечили рівень урожайності 7,0 т/га зерна пшениці озимої.

Попередніми дослідженнями [3, 16] встановлено особливості впливу різних систем удобрення (інтенсивна – 243–258, запланована урожайність – 280–289 кг/га д.р.) та різних способів основного обробітку ґрунту (оранка на 25–27 см і технологія no-till) на формування коефіцієнтів макро- та мікроагрегованості чорнозему типового малогумусного. Запровадження технології no-till на 8-й рік дії (2016 р.) забезпечило низку стабілізаційних ґрунтових процесів і зростання коефіцієнта макроструктури (5–1:1–0,1 мм) порівняно з показниками за проведення беззмінної оранки впродовж 8-ми років (2009–2016 рр.).

За результатами досліджень було отримано часткове підтвердження попередніх даних. Водночас диференціацію та пошаровий розподіл різних за розміром агрегатів і їх ефек-

тивність та відмінності залежно від глибини оброблювального шару, його непорушності та принципу дії робочих органів було проаналізовано в комплексі на 11-й рік. Окрім зазначених вище чинників впливу, істотним є вміст органічної речовини, стабілізація ґрунтових, зниження ерозійних процесів та формування протиерозійного з локалізацією у верхньому шарі та на поверхні біомаси, а також попередження розпилення і надмірного ущільнення в кореневмісному шарі ґрунту [22, 23].

За No-till встановлено істотне кількісне та якісне покращення макроструктури ґрунту порівняно з іншими способами основного обробітку як у верхньому 0–10 см, так і нижньому 20–30 см шарі, а також зниження кількості мікроагрегатів ( $\leq 0,25$  мм) у 0–30 см шарі. З метою відновлення та формування міцної водостійкої структури ґрунту, зниження вітрової (здування, переміщення з поверхні агрегатів  $\leq 0,25$  мм) та водної (стійкість агрегатів до запливання, ущільнення, замулювання) ерозії слід застосувати No-till, що забезпечує зростання агрономічно цінної структури ґрунту, яка є стійкою до деградаційних процесів. За такої технології обробітку ґрунту, формуються сприятливі фізико-хімічні властивості, водний та повітряний режими.

**Висновки.** Структура ґрунту, фактичний структурно-агрегатний склад, його зміни в часі та просторі є фізичними параметрами, які впливають на формування агрофізичних і гідрологічних властивостей ґрунту, просочування води та газу, а також формування температурного режиму. Аналізуючи зміни та вплив у формуванні структури ґрунтових агрегатів у 0–30 см шарі на час збирання культури, тобто в результаті сукупної дії способу основного обробітку та кореневої системи вважаємо, що актуальним є проведення фундаментальних досліджень не лише в розрізі тривалості прямої дії способу основного обробітку ґрунту, а й у післядії культури як попередника на формування в комплексі зі способом основного обробітку структури ґрунту за вирощування наступної культури в сівозміні. За різних за принципом дії на ґрунт способів основного обробітку – полицевого (оранка на 25–27 см), що призводить до інтенсивного типу зміни структури ґрунтових агрегатів, і технології No-till з мінімальною дією на ґрунт, спостерігалася різниця у формуванні та пошаровому перерозподілі структурних агрегатів. А проведення впродовж 2009–2021 рр. беззмінних способів обробітку забезпечило результати досліджень з високим рівнем достовірності. Проаналізовані товщі ґрунту істотно різнилися між собою за показниками структурних агрегатів за вирощу-

вання пшениці та ріпаку. Спостерігалася також розуцільнення ґрунту за вирощування культур з різним принципом локалізації корневих систем у 0–30 см орному шарі. Вважаємо, що вирощування культур з різним типом кореневої системи є одним із заходів ефективного та малозатратного регулювання та сприяє оптимізації агрофізичних і гідрологічних показників ґрунту, особливо за технології No-till. За полицевої системи обробітку це забезпечується кількістю (т/га) сформованої побічної продукції, яка заорюється у ґрунт. Слід звернути увагу на запровадження саме такого заходу на ґрунтах з низьким природним рівнем родючості та на безструктурних ґрунтах.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Муха В.Д., Лазарев В.И. Изменение физических свойств чернозема типичного при его длительном сельскохозяйственном использовании. Агрехимия. 2003. № 1. С. 5–8.
2. Носко Б.С. Антропогенна еволюція чорноземів. ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського». Харків: 13 типографія. 2006. 239 с.
3. Структурно-агрегатний склад чорнозему типовому малогумусного за різних систем обробітку ґрунту. ґрунти України, їх стан та збалансоване використання: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та спеціалістів (ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського», 27–28 травня 2020 р.) / Тарасенко О.А. та ін. Харків. С. 77–79.
4. Дегтярьов Ю.В. Структурно-агрегатний склад та щільність чорноземів типових Харківської і Сумської областей. ґрунтознавство. Вісник ХНАУ. № 4, 2012. С. 116–120.
5. Демиденко О.В. Структурний стан чорнозему за довгострокової постагрогенної трансформації. Вісник аграрної науки. 2019. № 2. С. 13–21. DOI: 10.31073/agrovisnyk201912-02
6. Медведев В.В. Нульовий обробіток ґрунту в Європейських країнах. Харків: ТОВ Едена. 2010. 202 с.
7. Косолап М.П., Кротінов О.П. Система землеробства No-till: навч. посіб. Київ: Логос. 2011. 252 с.
8. Сінченко В.В., Танчик С.П., Літвінов Д.В. Вплив різних способів основного обробітку ґрунту на структурно-агрегатний склад чорнозему типового у Правобережному Лісостепу України. Наукові доповіді НУБіП України. Агрономія. 2019. № 3 (79).
9. Медведев В.В. Структура почвы. Методы. Генезис. Классификация. Эволюция. География. Мониторинг. Охрана. Харьков: Городская типография. 2008. 406 с.
10. Soil Structure. Soil structure is defined as the combination and arrangement of primary (individual) soil particles into secondary structural units that form aggregates. Soil Health and Intensification of Agroecosystems. 2017. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/soil-structure>
11. Grant C.A. Различные взгляды на питательные вещества при технологии No-till. 2-ая международная конференция по самовосстанавливающемуся земледелию на основе системного подхода No-till. Дне-

пропетровская обл., корпорация «Агро-Союз». 2005. С. 84–101.

12. Булигін С.Ю., Величко В.А., Демиденко О.В. Агрогенез чорнозему. Київ: Аграрна наука. 2016. 356 с.

13. Цюк О.А., Центило Л.В., Мельник В.І. Структурно-агрегатний склад ґрунту залежно від основного обробітку та удобрення. Біоресурси і природокористування. 2018. Том 10, № 5–6. С. 139–145. DOI: 10.31548/bio2018.05.017

14. Elliott E.T. Aggregate structure and carbon, nitrogen, and phosphorus in native and cultivated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J. V. 1986. 50. P. 627–633.* DOI: 10.2136/sssaj1986.03615995005000030017

15. Медведєв В.В. Механізми утворення макроагрегатів чорноземів. *Почвоведение. 1994. № 11. С. 24–30.*

16. Evaluating agrogenic structurization of soil variants under different application modes in the Forest-Steppe / Bulygin, S.Y. et al. *Agricultural Science and Practice. 2020. 7 (3). P. 40–54.* DOI: 10.15407/agrisp7.03.040

17. Gavva D., Novosad K., Dehtiarov Y. Physical characteristics of deep typical black soils of Eastern Forest-Steppe of Ukraine. London, SCIENCE publishing. 2019. P. 48–58.

18. Ситник В.П., Медведєв В.В. Обробіток ґрунту в Україні: плужний, мінімальний, нульовий? *Вісник аграрної науки. 2007. № 2. С. 5–12.*

19. Драган М.І., Гамалей В.І., Любич О.Г. Агрегатний склад ґрунту за різних агротехнологічних заходів. *Вісник аграрної науки. 2009. № 2. С. 11–17.*

20. ДСТУ 4744:2007. Якість ґрунту. Визначення структурно-агрегатного складу ситовим методом у модифікації Н.І. Савінова. ДСТУ 4744:2007. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 8 с.

21. Хитров Н.Б., Чечуєва О.А. Способ інтерпретації даних макро- і мікроструктурного стану ґрунту. *Почвоведение. 1994. № 2. С. 84–92.*

22. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics / Six J. et al. *Soil Till. Res. 2004. Vol. 79. P. 7–31.* DOI: 10.1016/j.still.2004.03.008

23. Tillage effect on soil organic matter, mycorrhizal hyphae and aggregates in a mediterranean agroecosystem / Gustavo Curaqueo et. al. *R.C. Suelo Nutr. Veg. 2010. 10 (1). P. 12–21.*

## REFERENCES

1. Muha, V.D., Lazarev, V.I. (2003). *Izmenenie fizicheskikh svoystv chernozema tipichnogo pri ego dlitel'nom sel'skhozajstvennom ispol'zovanii* [Changes in the physical properties of typical chernozem during its long-term agricultural use]. *Agrokhimija* [Agrochemistry], no. 1, pp. 5–8.

2. Nosko, B.S. (2006). *Antropogenna evoljucija chornozemiv* [Anthropogenic evolution of chernozems]. *NNC «Institut gruntoznavstva ta agrohimii» im. O.N. Sokolovsk'ogo* [NSC «Institute of Soil Science and Agrochemistry. O.N. Sokolovsky»]. Kharkiv, 13 printing house, 239 p.

3. Tarasenko, O.A., Borys, N.E., Carinok, N.A., Ciganova, N.G. (2020). *Strukturno-agregatnij sklad chornozemu tipovomu malogumusnogo za riznih sistem obrobittu gruntu. Grunti Ukraïni, i'h stan ta zbalansovane vikoristannja:*

*materiali Vseukrai'ns'koi' naukovopraktichnoi' konferencii' molodih uchenih ta specialistiv* [Structural and aggregate composition of typical low-humus chernozem under different tillage systems. Soils of Ukraine, their condition and balanced use: Proceedings of the All-Ukrainian scientific-practical conference of young scientists and specialists]. Kharkiv, pp. 77–79.

4. Degtjar'ov, V.V., Panasenko, O.S. (2013). *Jakisnij sklad koloidnih form gumusu u vodotrivkih strukturnih agregatah chornozemu tipovogo Livoberezhnogo Lisostepu Ukraïni* [Qualitative composition of colloidal forms of humus in water-resistant structural aggregates of typical chernozem of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Gruntoznavstvo* [Pedology]. *Bulletin of KhNAU*, Vol. 14, no. 3–4, pp. 18–27.

5. Demidenko, O.V. (2019). *Strukturnij stan chornozemu za dovgostrokovoï postagrogennoi' transformacii* [Structural state of chernozem under long-term post-agrogenic transformation]. *Visnik agrarnoi' nauki* [Bulletin of Agricultural Science], no. 2, pp. 13–21. DOI: 10.31073/agrovisnyk201912-02

6. Medvedjev, V.V. (2010). *Nul'ovij obrobittok gruntu v Evropejs'kih kraïnah* [No-tillage in European countries]. Kharkiv, TOV Edena, 202 p.

7. Kosolap, M.P., Krotinov, O.P. (2011). *Sistema zemlerobstva No-till* [No-till farming system]. Kyiv, Logos. 252 p.

8. Sinchenko, V.V., Tanchyk, S.P., Litvinov, D.V. *Vplyv riznyh sposobiv osnovnogo obrobittu gruntu na strukturno-agregatnij sklad chornozemu tipovogo u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukraïny* [Influence of depending on tillage on structural and aggregative composition of chernozem typical in the rightbank forest-steppe of Ukraine]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukraïni. Agronomija* [Scientific reports of NULES of Ukraine. Agronomy], no. 3(79). DOI: 10.31548/dopovidi2019.03.013

9. Medvedev, V.V. (2008). *Struktura pochvy. Metody. Genezis. Klassifikacija. Jevoľucija. Geografija. Monitoring. Ohrana* [Soil structure. Methods. Genesis. Classification. Evolution. Geography. Monitoring. Security]. Kharkiv, City typography. 406 p.

10. *Soil Structure. Soil structure is defined as the combination and arrangement of primary (individual) soil particles into secondary structural units that form aggregates. Soil Health and Intensification of Agroecosystems. 2017.* Available at: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/soil-structure>

11. Grant, C.A. (2005). *Razlichnye vzgljady na pitatel'nye veshhestva pri tehnologii No-till* [Different views on nutrients with No-till technology]. 2-aja mezhdunarodnaja konferencija po samovosstanavlivajushhemusja zemledeliju na osnove sistemnogo podhoda No-till [2nd International Conference on Self-Sustainable Agriculture based on the No-till system approach]. Dnipropetrovsk region, Agro-Soyuz corporation, pp. 84–101.

12. Buligin, S.Ju., Velichko, V.A., Demidenko, O.V. (2016). *Agrogenez chornozemu* [Agrogenesis of chernozem]. Kyiv, Agricultural science, 356 p.

13. Cjuk, O.A., Centilo, L.V., Mel'nik, V.I. (2018).

Strukturno-agregatnij sklad gruntu zalezno vid osnovnogo obrobittu ta udobrennja [Structural and aggregate composition of the soil depending on the main tillage and fertilizer]. *Bioresursi i prirodokoristuvannja* [Bioresources and nature management]. Vol. 10, no. 5–6, pp. 139–145. DOI: 10.31548/bio2018.05.017

14. Elliott, E.T. (1986). Aggregate structure and carbon, nitrogen, and phosphorus in native and cultivated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* V. 50, pp. 627–633. DOI: 10.2136/soilsaj1986.03615995005000030017

15. Medvedev, V.V. (1994). *Mehanizmy obrazovanija makroagregatov chernozemov* [Mechanisms of formation of chernozem macroaggregates]. *Pochvovedenie* [Soil Science], no. 11, pp. 24–30.

16. Buligin, S.Y., Demydenko, O.V., Velychko, V.A., Tkachenko, M.A., Vitvitskyi, S.V. (2020). Evaluating agrogenic structurization of soil variants under different application modes in the Forest-Steppe. *Agricultural Science and Practice*. 7 (3), pp. 40–54. DOI: 10.15407/agrisp7.03.040

17. Gavva, D., Novosad, K., Dehtiarov, Y. (2019). Physical characteristics of deep typical black soils of Eastern Forest-Steppe of Ukraine. London, SCIENCE publishing, pp. 48–58.

18. Sitnik, V.P., Medvedjev, V.V. (2007). *Obrobittok gruntu v Ukraïni: pluzhnij, minimal'nij, nul'ovij?* [Tillage in Ukraine: plow, minimum, zero?]. *Visnik agrarnoi nauki* [Bulletin of Agricultural Science], no. 2, pp. 5–12.

19. Dragan, M.I., Gamalej, V.I., Ljubchich, O.G. (2009). *Agregatnij sklad rruntu za riznih agrotehnologichnih zahodiv* [Aggregate composition of soil under various agro-technological measures]. *Visnik agrarnoi nauki* [Bulletin of Agricultural Science], no. 2, pp. 11–17.

20. DSTU 4744:2007. *Jakist' gruntu* [Soil quality]. *Viznachannja strukturno-agregatnogo skladu sitovim metodom u modifikacii* N.I. Savvinova [DSTU 4744:2007. Determination of structural and aggregate composition by sieve method in modification N.I. Savvinova]. Kyiv, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2008, 8 p.

21. Hitrov, N.B., Chechueva, O.A. (1994). *Sposob interpretacii dannyh makro- i mikrostrukturnogo sostojanija pochv* [Method for interpreting data on macro- and micro-structural state of soils]. *Pochvovedenie* [Soil science], no. 2, pp. 84–92.

22. Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., Denef, K. (2004). A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil Till. Res.* Vol. 79, pp. 7–31. DOI: 10.1016/j.still.2004.03.008

23. Gustavo Curaqueo, Edmundo Acevedo, Pablo Cornejo, Alex Seguel. (2010). Tillage effect on soil organic matter, mycorrhizal hyphae and aggregates in a mediterranean agroecosystem. *R.C. Suelo Nutr. Veg.* 10 (1), pp. 12–21.

#### **Временные и пространственные изменения структурно-агрегатного состава чернозема типичного при различных антропогенных нагрузках**

**Ткаченко Н.А., Борис Н.Е., Задубинна Е.В., Тарасенко Т.В., Подоляко А.М.**

Целью работы является исследование особенностей формирования и закономерностей изменения структурно-агрегатного состава обработанного слоя чернозема

типичного малогумусного при бессменном применении различных систем удобрения и способов основной обработки почвы в краткосрочных 4-польных севооборотах с насыщением на 75 % зерновыми и зернобобовыми и на 25 % масличными (подсолнечник, рапс яровой) культурами. Исследования проводили в длительном стационарном опыте отдела агропочвоведения и почвенной микробиологии ННЦ «Институт земледелия НААН» и лаборатории земледелия Панфильской ДС ННЦ «Институт земледелия НААН».

Оценена эффективность и влияние различных систем удобрения с сочетанием различных доз минеральных удобрений на фоне привлечения побочной продукции культур, и различных по интенсивности и принципу действия почвообрабатывающих орудий механического типа влияния на формирование и послойное распределение грунтовых агрегатов определенной формы и размера, их долю участия в формировании коэффициента структурности при разной антропогенной нагрузке.

Установлено направленность почвенных процессов, особенности структурообразования при длительном проведении разноглубинных способов основной обработки почвы, которые направлены на сохранение, противоэрозийные мероприятия и интенсивное использование обработанного 0–30 см слоя почвы (вспашка на 25–27 см – контроль) при выращивании культур, различных по принципу локализации корневой системы и физиологическим потребностям.

**Ключевые слова:** структурно-агрегатный состав, чернозем типичный, способ основной обработки почвы, дифференциация.

#### **The temporal and spatial changes in the structural and aggregate composition of typical chernozem with different anthropogenic stress**

**Tkachenko M., Borys N., Zadubynna E., Tarasenko T., Podolyako A.**

The paper aimed to establish features of formation and regularities of structural and aggregate content change in the cultivated layer of low-humus typical chernozem under constant application of various systems of fertilizing and the basic cultivation of soil in short-rotation 4-field crop rotations with 75 % saturation with grain (winter wheat, barley or spring barley) and 25 % oilseeds (sunflower, spring rape). The research was carried out in a long stationary experiment of the Department of Agrosoil Science and Soil Microbiology of the NSC «Institute of Agriculture of NAAS» and the laboratory of agriculture of the Panfily Research Station of the National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine».

The research results reveal the efficiency of different fertilizing systems (fertilizers with crop by-products) combined with tillage tools that differ in their intensity and principle of action. The fertilizing system affected the biomass formation and the tools effect involved layer-by-layer distribution of new crop biomass and formation of soil aggregates of certain shape and size, their share in the formation of structural properties formation which testifies the impact of various

anthropogenic stress. The study defines the direction of soil processes, features of structure formation for long-term implementation of different depth and methods of basic tillage with preservation and anti-erosion and intensive use of 0–30 cm tillage layer (plowing 25–27 cm – control) and long-term

use of no-till technology for growing crops that vary on the principle of localization of the crops root system.

**Key words:** structural and aggregate composition, typical chernozem, method of basic tillage, differentiation.



Copyright: Ткаченко М.А. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Ткаченко М.А.

Борис Н.Є.

Задубинна Є.В.

Тарасенко Т.В.

Подоляко А.М.

<https://orcid.org/0000-0001-6128-4703>

<https://orcid.org/0000-0002-9385-1263>

<https://orcid.org/0000-0002-9428-5603>

<https://orcid.org/0000-0002-6463-7014>

<https://orcid.org/0000-0001-7660-2962>

УДК 631.432.24:631.51.021/.582

## Вплив систем обробітку ґрунту та удобрення на запаси продуктивної вологи під агрофітоценозами у сівозміні

Фурманець М.Г.<sup>1</sup> , Фурманець Ю.С.<sup>1</sup> , Фурманець І.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН

<sup>2</sup> Львівський національний університет імені Івана Франка

 Фурманець Ю.С. E-mail: jura-f@ukr.net



Фурманець М.Г., Фурманець Ю.С., Фурманець І.Ю. Вплив систем обробітку ґрунту та удобрення на запаси продуктивної вологи під агрофітоценозами у сівозміні. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 176–182.

Furmanetc M., Furmanetc Y., Furmanetc I. Influence of tillage and fertilizer systems on productive moisture reserves under agrophytocenosis in crop rotation. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 176–182.

Рукопис отримано: 28.09.2021 р.

Прийнято: 13.10.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-176-182

Наведено результати досліджень з вивчення впливу систем обробітку ґрунту і удобрення з використанням побічної продукції на запаси вологи в ґрунті та урожайність сільськогосподарських рослин у чотирирічній короткочасній сівозміні (ріпак озимий – пшениця озима – кукурудза на зерно – ячмінь ярий) на темно-сірому опідзоленому ґрунті у стаціонарному польовому досліді Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН України впродовж 2016–2020 рр. У досліді вивчали три системи обробітку ґрунту (полицева на 20–22 см, мілка на 10–12 см, поверхнева на 6–8 см) та удобрення з використанням побічної продукції культур на фоні мінеральних добрив  $N_{128}P_{90}K_{120}$  кг/га сівозмінної площі.

Встановлено, що запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту в середньому за роки досліджень на період сходів та збирання культур (кукурудзи, ячменю ярого, пшениці озимої) за безполіцевих систем обробітку з використанням в удобренні побічної продукції істотно зросли відповідно (до 177,8; 147,1; 99,4 мм) та (74,7; 65,9; 85,4 мм), порівнюючи з полицевою системою, де запаси вологи становили (150,8; 132,8; 73,5 мм) та (55,5; 48,6; 52,6 мм).

Полицева на 20–22 см і мілка на 10–12 см системи обробітку ґрунту забезпечили вищу врожайність культур порівняно з поверхневою на 6–8 см системою, що дало змогу одержати відповідно врожайність 6,91 і 6,50 т/га пшениці озимої, 5,37 і 5,13 т/га ячменю ярого, 11,47 і 11,74 т/га кукурудзи та 3,08 і 3,19 т/га ріпаку озимого. Від застосування поверхневого обробітку ґрунту на глибину 6–8 см урожайність пшениці озимої знижувалася на 1,45 т/га, ячменю ярого – на 1,69, кукурудзи – на 3,66 та ріпаку озимого – на 0,31 т/га.

Системи удобрення на основі використання соломи і солома + деструктор забезпечили приріст урожайності зерна відповідно: пшениці озимої – 0,45–0,36 т/га; кукурудзи – 0,60–0,46; ячменю ярого – 0,32–0,22 т/га порівняно з варіантом без соломи.

Проведення полицевого на 20–22 см та мілкового на 10–12 см обробітків ґрунту на фоні внесених добрив з використанням побічної продукції (соломи + деструктор, соломи +  $N_{10}$ ) забезпечує збереження в ґрунті вологи і продуктивності культур сівозміни.

**Ключові слова:** продуктивна волога, культура, солома, обробіток ґрунту, сівозміна, урожайність.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Система відносин між природними і техногенними чинниками зазнає глибоких змін, сумарний негативний вплив яких на агроценози обумовив серйозні стійкі ризики за вирощування більшості сільськогосподарських культур. Головними ознаками цих змін є щораз

більший дефіцит вологозабезпеченості на фоні істотного потепління. Волога стає лімітуючим чинником у всіх ґрунтово-кліматичних зонах.

Рівень урожайності культур значною мірою залежить від запасів ґрунтової вологи, яка потрібна для проростання насіння та укорінення проростків, надходження поживних речовин



у рослинний організм і належного функціонування впродовж вегетаційного періоду. Для збереження потенціалу продуктивності в умовах збільшення посушливості клімату обробіток ґрунту має важливе значення для накопичення та збереження вологи і створення оптимальних умов для росту і розвитку кореневої системи.

За умов глобального потепління, зменшення кількості атмосферних опадів застосування традиційного основного обробітку ґрунту не завжди є виправданим. У зв'язку з цим розроблення та дослідження нових систем основного обробітку ґрунту мають сприяти покращенню вологонакопичення, раціональному використанню вологи рослинами та запобіганню непродуктивних її витрат через випаровування.

Системи обробітку ґрунту періодично змінюються, однак залишаються такі фундаментальні як оранка та безполицевий обробіток. Вибір системи обробітку ґрунту має зумовлюватися багатьма чинниками, зокрема накопиченням та збереженням вологи в ґрунті [1, 2].

Волога має безпосередній вплив на найважливіші процеси, що відбуваються у ґрунті, поживний, повітряний і тепловий режими та біологічні його властивості. Недостатня кількість вологи у вегетаційний період часто призводить до різкого коливання врожаю [3]. Більшість учених переконують у доцільності проведення безполицевих обробітків для кращої вологозабезпеченості рослин. Так, Ф.Ф. Лаукарт [4] цю перевагу пояснює меншими втратами вологи через зменшення пористості ґрунту, покращення мікрорельєфу та збереження стерні на поверхні поля. Дискуванню порівняно зі звичайною оранкою на чорноземах типових сприяє збільшенню ґрунтових запасів вологи на 80 – 320 м<sup>3</sup> на 1 га ріллі. Таку думку мають й інші вчені [5, 6].

Результати польових дослідів науковців щодо впливу різних систем, способів, заходів, засобів і глибини основного обробітку на запаси доступної ґрунтової вологи досить суперечливі. Оскільки за глибокого обробітку зменшується кількість мікропор, у яких волога утримується з більшою силою, то він забезпечує її проникнення у глибокі шари ґрунту, поліпшуючи розвиток корневих систем культур і ефективність використання елементів зольного та азотного живлення рослин. Такі умови найкраще створює зяблева оранка або інший глибокий обробіток восени, що особливо необхідно для ярих агрофітоценозів, оскільки осінньо-зимовий період є визначальним для цих рослин щодо акумуляції достатньої кількості ґрунтової вологи на дату їх сівби [7].

За проведення безполицевого обробітку залишаються післязбиральні рештки на поверхні поля, які запобігають ерозійним процесам та інтенсивному випаровуванню ґрунтової вологи. Влітку безполицевий обробіток, порівнюючи з оранкою, запобігає утворенню на поверхні поля ґрунтової кірки. Такий обробіток, як переконує виробничий досвід, забезпечує добре подрібнення ґрунтових агрегатів у посівному шарі. За неглибокого розпушування краще зберігається залишкова ґрунтова волога, акумулюються літньо-осінні атмосферні опади, особливо за посушливих умов [8].

На високу вологонакопичувальну ефективність мілкого безполицевого обробітку чорнозему типового вказує Центилю Л. В. [9]. За його проведення запаси доступної ґрунтової вологи на 6–18 % (залежно від культури) вищі, ніж за полицевого обробітку. На початку вегетації пшениці озимої цей показник у метровому шарі за мілкої безполицевої та полицево-безполицевої систем обробітку в сівзміні перевищив контроль (диференційований обробіток) відповідно на 16 і 8 %.

Використання післяжнивних решток рослин та побічної продукції як органічного добрива за мінімального обробітку забезпечує проходження ґрунтоутворювального процесу в агроценозах. Необхідність повернення до природної моделі ґрунтоутворення і використання для захисту ґрунтів рослинних решток у землеробстві доведена досвідом Канади, США, розробками А.И. Бараєва [10], Т.С. Мальцева [11] і дослідженнями вітчизняних вчених. Насичення ґрунтів органічною речовиною – потужний чинник підвищення їхньої біологічної активності, поліпшення водно-фізичних параметрів, оскільки водостримувальна здатність органічної речовини у 5–10 разів більша від мінеральної фракції ґрунту.

Солома була і залишається важливою органічною речовиною у системі удобрення, однак її ефективність залежить від дотримання відповідної технології, пов'язаної насамперед з азотним режимом ґрунту внаслідок широкого співвідношення С:N, способом внесення та загортання [12]. Удобрювальна ефективність тонни соломи є еквівалентною 3,5–4,0 т напівперепрілого гною. Для оцінювання соломи, як органічного добрива, особливе значення має співвідношення вуглецю і азоту, яке визначає не лише швидкість розкладання, а й напрям змін в азотному режимі ґрунту. Найбільш інтенсивно гуміфікація органічної речовини відбувається за внесення азотних добрив з розрахунку 1 кг діючої речовини азоту на кожен тону післяжнивних решток [13].

Удобрення соломою не є простим агрозаходом. Для того, щоб вона стала по-справжньому цінним органічним добривом, а не наповнювачем, який заважає обробітку ґрунту, солома має якнайшвидше розкладатися. Однак у більшості випадків удобрення нею проводять із грубими технологічними порушеннями. Зокрема, її подрібнюють і залишають на поверхні ґрунту. За цей період швидко втрачаються запаси вологи з ґрунту, солома пересихає, а її розкладання починається лише після рясних дощів. На відміну від традиційної технології (спалювання або заорювання рослинних рештків), біодеструктор прискорює розкладання рослинних рештків, покращує родючість ґрунту; попереджує розвиток патогенних мікроорганізмів і шкідників у ґрунті [22].

**Мета дослідження** – встановлення впливу систем основного обробітку ґрунту та удобрення з використанням побічної продукції на зміну запасів доступної вологи ґрунту польових агрофітоценозів, урожайність та продуктивність культур сівозміни.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили впродовж 2016–2020 рр. у стаціонарному польовому досліді в Інституті сільськогосподарства Західного Полісся НААН України у чотирирічній короткоротаційній сівозміні: ріпак озимий – пшениця озима – кукурудза на зерно – ячмінь ярий. Повторність досліді триразова, розміщення ділянок систематичне. Площа посівної ділянки 100 м<sup>2</sup>, облікової 50 м<sup>2</sup>. Стаціонарний дослід проводили на трьох полях з входженням у сівозміну одним полем. Площа одного поля 0,45 га.

Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений з вмістом гумусу 1,9 %, рухомих форм фосфору і калію (за Кірсановим) відповідно 254 і 110 мг/кг, азоту, що легко гідролізується (за Корнфільдом) 87 мг/кг.

Досліджували три варіанти систем обробітку ґрунту: полицева на 20–22 см – контроль (проводили плугом ПЛН-3-35), мілка на 10–12 см та поверхнева на 6–8 см (проводили дисковою бороною АГ-2,4-20). Система удобрення складалася з внесення мінеральних добрив N<sub>128</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> кг/га сівозмінної площі, включаючи такі варіанти використання соломи: 1) без соломи; 2) солома + деструктор (Екостерн) + N 10 кг (аміачна селітра) на 1 т соломи попередника; 3) солома + N<sub>10</sub> (аміачна селітра) на 1 т соломи попередника.

Мінеральні добрива вносили у формі аміачної селітри, калію хлористого та амофосу в дозі: ріпак озимий N<sub>150</sub>P<sub>90</sub>K<sub>150</sub>, під пшеницю озиму N<sub>150</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub>, кукурудзу на зерно N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub>, ячмінь ярий N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>. Фосфорно-калійні до-

брива вносили під основний обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивуацію. Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом – висушуванням зразків ґрунту в термостаті за температури 105 °С до постійної ваги (за ДСТУ ISO 11465:2001). Проби ґрунту відбирали на глибину 100 см пошарово на період сівби та збирання всіх культур сівозміни. У кожному варіанті розраховували сумарний запас вологи та кількість продуктивної вологи.

#### **Результати дослідження та обговорення.**

Оптимальне забезпечення культур вологою – одна з найважливіших передумов отримання високої урожайності. Досліджуючи вплив різних систем основного обробітку ґрунту на вміст продуктивної вологи під культурами сівозміни було встановлено, що в середньому впродовж вегетації за всіма культурами сівозміни вищий вміст продуктивної вологи в ґрунті спостерігали за безполицевих обробітків ґрунту (мілкою на 10–12 см та поверхневою на 6–8 см) з використанням системи удобрення побічної продукції.

Запаси продуктивної вологи під культурами сівозміни свідчать про тенденцію збільшення їх на початку та в кінці вегетації культури на фоні безполицевих обробітків ґрунту. Так, у шарі 0 – 100 см у середньому за роки досліджень на період сходів кукурудзи на зерно, ячменю ярого та пшениці озимої за безполицевих обробітків запаси продуктивної вологи були вищими відповідно на 27,0, 14,3 та 25,9 мм порівняно з оранкою (табл. 1).

Наприкінці вегетації культур також відмічали зростання запасів продуктивної вологи за безполицевих систем (мілкою на 10–12 см, поверхневою на 6–8 см) обробітку ґрунту в 0–100 см шарі ґрунту на посівах пшениці озимої до 85,4 мм, кукурудзи до 74,7 мм, порівнюючи з полицевою системою, де запаси продуктивної вологи становили відповідно 52,7 та 55,5 мм. Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на період збирання ріпаку озимого були вищими за мілкою системою обробітку ґрунту на варіантах солома + N<sub>10</sub> та солома + деструктор + N 10 кг – 113,5 та 124,4 мм.

За даними досліджень упродовж 2016–2020 рр. визначено, що на період сходів та збирання культур сівозміни на варіанті без використання соломи, показники вологозабезпеченості шару ґрунту 0–100 см були найнижчими – відповідно 75,1 та 58,8 мм під пшеницею озимою, 66,2 та 78,7 мм під ріпаком озимим. За вирощування ячменю ярого, кукурудзи на період сходів спостерігали збільшення запасів продуктивної вологи за різних систем удобрення в метровому шарі ґрунту – від 129,1 до 166,8 мм.

Таблиця 1 – Вміст продуктивної вологи в ґрунті під сільськогосподарськими культурами залежно від систем удобрення та обробітку ґрунту, мм, у шарі 0–100 см (середнє за 2016–2020 рр.)

Система обробітку ґрунту (чинник А)	Система удобрення (чинник В)	Культури сівозміни								Середнє у сівозміні	
		Ріпак озимий N <sub>150</sub> P <sub>90</sub> K <sub>150</sub>		Пшениця озима N <sub>150</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>		Кукурудза N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>		Ячмінь ярий N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>			
		сходи	збирання	сходи	збирання	сходи	збирання	сходи	збирання	сходи	збирання
Полицевий на 20-22 см (контроль)	без соломи	68,0	80,7	61,3	43,6	141,9	47,1	121,5	38,3	143,8	52,4
	солома+ деструктор	74,7	92,9	73,5	52,6	150,8	55,5	132,8	48,6	152,1	62,4
	солома	66,0	84,8	72,2	52,7	145,3	47,4	130,0	36,2	146,6	55,3
Мілкий на 10-12 см	без соломи	94,3	87,7	96,1	70,1	167,1	66,7	136,1	32,2	165,9	64,2
	солома+ деструктор	102,1	124,4	99,4	85,4	177,8	74,7	147,1	65,9	170,8	87,6
	солома	93,0	113,5	81,9	75,1	168,2	66,8	149,3	57,1	163,8	78,1
Поверхневий на 6-8 см	без соломи	36,3	67,7	67,9	62,6	169,7	68,0	129,7	43,1	150,8	60,4
	солома+ деструктор	51,3	73,1	77,4	71,4	171,8	74,3	138,9	62,9	158,8	70,4
	солома	48,8	79,9	71,4	75,9	173,6	75,4	132,5	65,8	153,6	74,3
N <sub>150</sub> P <sub>90</sub>	чинник А	4,2	3,2	4,5	3,5	5,0	3,6	5,1	3,4	4,7	3,4
	чинник В	2,8	4,4	3,0	4,8	3,4	5,0	3,9	5,2	3,3	4,9
	взаємодія АВ	4,9	3,0	4,8	4,3	4,7	4,5	4,6	4,2	4,4	4,3

У варіанті без соломи за різних систем обробітку ґрунту на період сходів та збирання культур нагромаджувалося в метровому шарі ґрунту найменше запасів вологи в середньому у сівозміні – відповідно 52,4 та 64,0 мм. За використання систем удобрення, які передбачали внесення соломи + N<sub>10</sub> і соломи + деструктор + N 10 кг, нагромаджувалося в метровому шарі на період сходів на 20,0 і 27,0 мм та на період збирання на 25,7 і 32,4 мм більше порівняно з варіантом без соломи.

Дослідженнями встановлено, що завдяки використанню побічної продукції і різних

систем обробітку відбувається покращення властивостей і показників ґрунту, що позначилось на підвищенні врожайності культур та продуктивності сівозміни. Полицева на 20–22 см і мілка на 10–12 см системи обробітку ґрунту забезпечили вищу врожайність культур порівняно з поверхневою на 6–8 см системою, що дало змогу одержати відповідно врожайність 6,91 і 6,50 т/га пшениці озимої, 5,37 і 5,13 т/га ячменю ярого, 11,47 і 11,74 т/га кукурудзи та озимого 3,08 і 3,19 т/га ріпаку (табл. 2).

Від застосування поверхневого обробітку ґрунту на глибину 6–8 см урожайність пшениці

Таблиця 2 – Урожайність культур у сівозміні залежно від систем удобрення та обробітку ґрунту (2016–2020 рр.)

Система обробітку ґрунту (чинник А)	Система удобрення (чинник В)	Культура сівозміни				Продуктивність сівозміни зерн. один., т/га
		пшениця озима	ячмінь ярий	кукурудза	ріпак озимий	
Полицевий на 20–22 см (контроль)	без соломи	6,68	5,07	10,99	2,85	6,86
	солома + деструктор	6,91	5,37	11,30	3,08	7,17
	солома	6,81	5,14	11,47	2,98	7,09
Мілкий на 10–12 см	без соломи	6,08	4,80	10,81	2,94	6,65
	солома + деструктор	6,50	5,13	11,74	3,19	7,18
	солома	6,39	5,04	11,44	3,01	6,97
Поверхневий на 6–8 см	без соломи	4,90	3,34	7,30	2,50	4,96
	солома + деструктор	5,60	3,67	7,87	2,81	5,51
	солома	5,54	3,50	7,58	2,70	5,33
N <sub>150</sub> P <sub>90</sub>	чинник А	0,21	0,18	0,17	0,12	
	чинник В	0,15	0,16	0,24	0,09	
	взаємодія АВ	0,23	0,20	0,32	0,15	

озимої знижується на 1,45 т/га, ячменю ярого – на 1,69, кукурудзи – на 3,66 та ріпаку озимого – на 0,31 т/га.

Системи удобрення на основі використання соломи і солома + деструктор забезпечили приріст урожайності зерна відповідно: пшениці озимої – 0,45 і 0,36 т/га; кукурудзи – 0,60–0,46; ячменю ярого – 0,32–0,22 т/га порівняно з варіантом без соломи.

**Висновки.** Встановлено, що за полицевої системи обробітку ґрунту на 20–22 см запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту під культурами в середньому у сівозміні на період сходів та збирання відповідно становили 103,2 та 56,7 мм, а за безполицевих – 113,3 і 126,7 мм та 65,9 і 71,0 мм. Запаси продуктивної вологи під посівами культур сівозміни свідчать про тенденцію збільшення їх на початку вегетації на фоні безполицевих систем обробітку ґрунту у шарі ґрунту 0–100 см на 22 %, а наприкінці вегетації – на 15 %. За використання системи удобрення, яка передбачала внесення соломи +  $N_{10}$  і соломи + деструктор +  $N_{10}$  кг, нагромаджувалося в метровому шарі на період сходів на 3,6 і 9,0 мм та на період збирання на 10,2 і 14,4 мм більше, порівняно з варіантом без соломи. Проведення полицевого на 20–22 см та мілкого на 10–12 см обробітків ґрунту на фоні внесених добрив з використанням побічної продукції (соломи + деструктор, соломи +  $N_{10}$ ) забезпечує збереження в ґрунті вологи і продуктивності культур сівозміни.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Механічний обробіток ґрунту: історія, теорія, практика: навч. посіб. / Примак І.Д. та ін. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ» 2, 2019. 425 с.
2. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в умовах нестійкого та недостатнього зволоження: монографія. Харків: ХНАУ, Майдан, 2019. С. 57–62.
3. Вологозабезпеченість та урожайність польових культур за різних систем обробітку ґрунту в сівозміні / Горобець А.Г. та ін. Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степ. зони НААН. Дніпропетровськ, 2011. № 1. С. 20–25.
4. Лаукарт Ф.Ф. Эффективность минимизации осенней обработки почвы и борьба с сорняками. Земледелие. 1984. № 9. С. 13–14.
5. Вплив способів основного обробітку ґрунту на динаміку запасів продуктивної вологи в посівах ячменю ярого в умовах Північного степу України / Циліорик О.І. та ін. *Зернові культури*. Том 4. № 2. 2020. С. 339–352. DOI: 10.31867/2523-4544/0143.
6. Заєць П.С. Вплив способів основного обробітку ґрунту на динаміку запасів продуктивної вологи і вологозабезпеченості сої та пшениці озимої. *Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. Київ: ВП «Едельвейс», 2018. Вип. 3. С. 17–30.
7. Малієнко А.М. Деякі шляхи оптимізації режиму вологості ґрунту у посівах польових культур. *Землероб-*

*ство: між від. тем. наук. зб.* Київ: ВП«Едельвейс», 2015. Вип. 1. С. 68–76.

8. Садовий С.О. Вплив безполицевих способів основного обробітку ґрунту на умови росту та продуктивність сівозміни чистий пар-озима пшениця-кукурудза на зерно. *Вісник ХДАУ*. 1999. № 1 С. 102–105. DOI: 10.31210/visnyk2018.04.12.
9. Центилю Л.В. Агроекологічні основи відтворення родючості чорнозему типового та підвищення продуктивності агроценозів Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2020. 41 с.
10. Барасв А.И. Почвозащитное земледелие. М.: Агропромиздат. 1983. 357 с.
11. Мальцев Т.С. Система безотвального земледелия. М.: Агропромиздат. 1998. 129 с.
12. Балаєв А.Д., Піковська О.В. Використання соломи у відновленні родючості ґрунтів. К.: «ЦП Компрінт», 2016. 244 с.
13. Гамаюнова В.В., Нагорна О.В., Панфілова А.В. Вплив біодеструкту стерні на поживний режим ґрунту. *Збірник наукових праць Вінницького НАУ. Сільськогосподарські науки*. Випуск 6 (68). 2012. С. 17–22.
14. Булигін С.Ю. Ґрунтово-екологічна та агроекологічна оцінка збитків від спалювання стерні. *Вісник аграрної науки*. №7. С. 62–65.
15. Продуктивність сільськогосподарських культур у різноротаційних сівозмінах на типових чорноземах / Бойко П.І. та ін. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 12. С. 11–14.
16. Деструкція соломи – невід’ємна складова біологізації землеробства / Колісник Н.М. та ін. *Посібник українського хлібороба*. 2017. Т. 1. С. 279–280.
17. Дедов А.А., Дедов А.В., Несмеянова М.А. Динаміка розкладання растительных остатков в черноземе типичном и продуктивность культур севооборота. *Агрохимия*. 2016. № 6. С. 3–8.
18. Алментов Н.С. Влияние способов обработки почвы на урожайность зерновых и картофеля. *Земледелие*. 1997. № 2. С. 25–26.
19. Основний обробіток ґрунту під польові культури / Ткаліч І.Д. та ін. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2011. № 1. С. 15–20.
20. Методичні рекомендації і програма досліджень з обробітку ґрунту / Малієнко А.М. та ін. Київ-Чабани: ВД «ЕКМО», 2008. 86 с.
21. Павліченко А.А. Урожайність пшениці озимої залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення. *Наукові доповіді НУБіП України*. № 4 (74). 2018. DOI: 10.31548/dopovidi2018.04.009.
22. Панфілова А.В., Гамаюнова В.В. Вплив Біодеструктора стерні на поживний режим ґрунту. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2019. № 23. 01. С. 229–233. DOI: 10.31734/agronomy2019.01.229.

#### REFERENCES

1. Prymak, I.D. (2019). *Mekhanichnyi obrobitek hruntu: istoria, teoria, praktyka [Mechanical tillage: history, theory, practice]*. Vinnytsia, LLC WORKS 2, 425 p.
2. Shevchenko, M.V. (2019). *Naukovi osnovy system obrobittku ґrunту v umovah nestiikoho ta nedostaniioho zvolozhennia: momografia [Scientific bases of tillage systems*

in conditions of unstable and insufficient moisture]. Kharkiv, KhNAU, Maidan, pp. 57–62.

3. Gorobets, A.G., Tsilyuryk, O.I., Gorbatenko, A.I., Sudak, V.M. (2011). Volohozabezpechenist ta urozhainist poliovykh kulturvza riznykh system obrobyku gruntu v sivozmini [Moisture supply and yield of field crops under different tillage systems in crop rotation]. Bjul. In-tu sil. gospva step. zony NAAN [Bull of Institute of Agriculture of the Steppe Zone of NAAS]. Dnipropetrovsk, no. 1, pp. 20–25.

4. Laukart, F.F. (1984). Effektivnost minimizatsii osiennie obrabotki pochvy i borba s sorniakami [Effectiveness of minimizing autumn tillage and weed control]. Zemledelie [Agriculture], no. 9, pp. 13–14.

5. Tsilyuryk, O.I., Chorna, V.I., Desiatnyk, L.M., Horshchar, V.I. (2020). Vplyv sposobiv osnovnogo obrobitku g'runtu na dynamiku zapasiv produktyvnoi vology v posivah jachmenju jarogo v umovah Pivnichnogo stepu Ukraïny [Influence of methods of basic tillage on the dynamics of productive moisture reserves in spring barley crops in the Northern steppe of Ukraine]. Zernovi kul'tury [Cereals]. Vol. 4, no. 2, 2020. pp. 339–352. DOI: 10.31867/2523-4544/0143.

6. Zaiets, P.S. (2018). Vplyv sposobiv osnovnogo obrobitku gruntu na dynamiku zapasiv produktyvnoii volohy i volohozabezpechenosti soi ta pshenytsi ozymoi [Influence of methods of basic tillage on the dynamics of productive moisture reserves and moisture content of soybeans and winter wheat]. Zbirnyk naukovykh prats NNZ "Instytut Zemlerobstva" [Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture NAAS"]. Kyiv, VP Edelveiss, no. 3, pp. 17–30.

7. Malienko, A.M. (2015). Deiaki shliakhy optymizatsii rezhymu volohosti gruntu u posivakh poliovykh kultur [Some ways to optimize soil moisture in field crops]. Zemlerobstvo: mizh vid. tem. nauk. zb [Agriculture: collection of scientific works]. Kyiv, VP Edelveiss, no. 1, pp. 68–76.

8. Sadovyi, S.O. (1999). Vplyv bezpolytsevykh sposobiv osnovnogo obrobitku gruntu na umovy rostu ta produktyvnist sivozminy chystyi par-ozyma pshenytsia-kukurudza na zerno [Influence of moldboard methods of basic tillage on growth conditions and crop rotation productivity of pure fallow-winter wheat-corn for grain]. Visnyk HDAU [Bulletin of KSAU]. Vol. 1, pp. 102–105. DOI: 10.31210/visnyk2018.04.12.

9. Tsentylo, L.V. (2020). Ahroekolohichni osnovy vidtvorennia rodiuchosti chornozemu typovoho ta pidvyshchennia produktyvnosti ahrotsenoziv Pravoberezhnogo Lisostepu Ukraïny: avtoref. dyss. ... dokt. s-h nauk: 06.01.01 [Agroecological bases of reproduction of fertility of typical chernozem and increase in productivity of agrocenoses of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine: author's abstract of Dr. Agricultural Sci. diss.: 06.01.01]. Kyiv, 41 p.

10. Baraiev, A.M. (1983). Pochvozashchitnoie zemledelie [Soil protection agriculture]. Moscow, Agropromizdat, 357 p.

11. Maltsev, T.S. (1983). Sistema bezotvalnoho zemledelia [System of nonmoldboard ploughing]. Moscow, Agropromizdat, 129 p.

12. Balaiev, A.D., Pikovskay, O.V. (2016). Vykorystannia solomy u vidnovlenni rodiuchosti gruntiv [The use of straw in restoring soil fertility]. Kyiv, CP Comprint, 244 p.

13. Gamaïunova, V.V., Nahornay, O.V., Panfilova, A.V. (2012). Vplyv biodestruktivnoï sterni na pozhyvnyi rezhym gruntu [Influence of stubble biodestructor on soil nutrient

regime]. Zbirnyk naukovykh prac' Vinnyc'kogo NAU. Sil'skogospodars'ki nauky [Collection of scientific works of Vinnytsia NAU. Agricultural sciences]. Vol. 6 (68), pp. 17–22.

14. Bulyhin, S.Yu. Gruntovno-ekolohichna ta ahroekolohichna otsinka zbytkiv vid spaliuvannia sterni [Soil related, ecological and agroecological assessment of stubble burning losses]. Visnyk aharnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. Vol. 7, pp. 62–65.

15. Boyko, P.I., Litvinov, D.V., Demydenko, O.V. (2018). Produktyvnist silkohospodarskykh kultur u rotatsiinykh sivozminakh na typovykh chornozemakh [Productivity of agricultural crops in crop rotations on typical chernozem soils]. Visnyk aharnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. Vol. 12, pp. 11–14.

16. Kolisnyk, N.M., Timofiychuk, B.V., Sendetskyi, V.M. (2017). Destruktsia solomy – nevidiemna skladova biolohisatsii zemlerobstva [The destruction of straw as an integral part of the biologization of agriculture]. Posibnyk ukrainskoho khlïboroba [Handbook of Ukrainian farmers]. Vol. 1, pp. 279–280.

17. Dedov, A.A., Dedov, A.V., Nesmeianova, M.A. (2016). Dinamika rozlozheniia rastitelnykh ostatkov v chernozieme tipichnom i produktyvnost kultur sevooborota [Dynamics of decomposition of plant residues in typical chernozem and crop rotation productivity]. Agrokhimia [Agrochemistry]. Vol. 6, pp. 3–8.

18. Almentov, N.S. (1997). Vliyaniye sposobov obrabotki pochvy na urozhaynost zernovykh kultur i kartofelia [Influence of tillage methods on grain and potato yields]. Zemledelie [Agriculture]. Vol. 2, pp. 25–26.

19. Tkalich, I.D., Oleksiuk, O.M., Tkalich, Yu.I., Kulyk, A.O. (2011). Osnovnyi obrobitok gruntu pid poliovi kultury [Basic tillage methods to grow field crops]. Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoyi zony [Bulletin of the Institute of Agriculture of the steppe zone], no. 1, pp. 15–20.

20. Maliyenko, A.M., Tarariko, N.M., Havrylov, S.O., Brukhal, F.Y. (2008). Metodichni rekomendatsii i prohrama doslidzhen z obrobitku gruntu [Methodological recommendations and research program on tillage]. Kyiv-Chabany, VD EKMO, 86 p.

21. Pavlichenko, A.A. (2018). Urozhainist pshenytsi ozymoi zalezho vid system osnovnogo obrobitku gruntu ta udobrennia [Yield of winter wheat depending on the systems of basic tillage and fertilizers]. Naukovi dopovidi NUBiP Ukraïny [Scientific reports of NUBRM of Ukraine]. Vol. 4 (74). DOI: 10.31548/dopovidi2018.04.009.

22. Panfilova, A.V., Hamayunova, V.V. (2019). Vplyv biodestruktora sterni na pozhyvnyi rezhym gruntu [Influence of stubble biodestructor on soil nutrient regime]. Visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu: agronomija [Bulletin of Lviv National Agrarian University: agronomy]. Vol. 23, 01, pp. 229–233. DOI: 10.31734/agronomy2019.01.229.

#### **Влияние систем обработки почвы и удобрения на запасы продуктивной влаги под агрофитоценозами в севообороте**

**Фурманец М.Г., Фурманец Ю.С., Фурманец И.Ю.**

Приведены результаты исследований по изучению влияния систем обработки почвы и удобрения с использованием побочной продукции на запасы влаги в почве и урожайность сельскохозяйственных растений в четыре-

полном короткоротационном севообороте (рапс озимый – пшеница озимая – кукуруза на зерно – ячмень яровый) на темно-серой оподзоленной почве в стационарном полевом опыте Института сельского хозяйства Западного Полесья НААН Украины на протяжении 2016 – 2020 гг.

Исследовали три варианта систем обработки почвы: 1) отвальная на 20–22 см – контроль; 2) мелкая на 10–12 см; 3) поверхностная на 6–8 см. Система удобрения состояла из внесения минеральных удобрений  $N_{128}P_{90}K_{120}$  кг/га севооборотной площади, включая такие варианты использования соломы: 1) без соломы 2) солома + деструктор + N 10 кг (аммиачная селитра) на 1 т соломы предшественника; 3) солома + N10 (аммиачная селитра) на 1 т соломы предшественника.

Установлено, что запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в среднем за годы исследований на период всходов и уборки культур (кукурузы, ячменя ярового, пшеницы озимой) по безотвальным системам обработки почвы возрасли соответственно (до 177,8; 147,1; 99,4 и 74,7; 65,9; 85,4 мм) по сравнению с отвальной системой, где запасы влаги составляли (150,8; 132,8; 73,5 и 55,5; 48,6; 52,6 мм).

При использовании системы удобрения, которая предусматривала внесение соломы + N10 и соломы + деструктор + N 10 кг, запасы продуктивной влаги в метровом слое были на период всходов на 3,6 и 9,0 мм и на период уборки на 10,2 и 14,4 мм больше, по сравнению с вариантом без соломы.

Отвальная на 20–22 см и мелкая на 10–12 см системы возделывания почвы обеспечили высокую урожайность культур по сравнению с поверхностной на 6–8 см системой, позволили получить соответственно урожайность 6,91 и 6,50 т/га пшеницы озимой, 5,37 и 5,13 т/га ячменя ярового, 11,47 и 11,74 т/га кукурузы и 3,08 и 3,19 т/га рапса озимого. От применения поверхностной обработки почвы на глубину 6–8 см урожайность озимой пшеницы снижалась на 1,45 т/га, ячменя ярового – на 1,69, кукурузы – на 3,66 и рапса озимого – на 0,31 т / га.

Системы удобрения на основе использования соломы и солома + деструктор обеспечили прибавку урожайности зерна соответственно: пшеницы озимой – 0,45–0,36; кукурузы – 0,60–0,46; ячменя ярового – 0,32–0,22 т/га по сравнению с вариантом без соломы.

Проведение отвальной на 20–22 см и мелкой на 10–12 см обработки почвы на фоне внесенных удобрений с использованием побочной продукции (солома + деструктор, солома + N<sub>10</sub>) обеспечивает сохранение в почве влаги и продуктивности растений севооборота.

**Ключевые слова:** продуктивная влага, культура, солома, обработка почвы, севооборот, урожайность.

## Influence of tillage and fertilizer systems on productive moisture reserves under agrophytocenosis in crop rotation

Furmanetc M., Furmanetc Y., Furmanetc I.

The paper reveals the results of research on the impact of tillage and fertilizer systems using by-products on moisture reserves in the soil and crop yields in a four-course short-term crop rotation (winter rape – winter wheat – corn for grain – spring barley) on dark gray podzolized soil on the stationary experimental plot of the Institute of Agriculture of Western Polissia NAAS of Ukraine in 2016–2020.

Three variants of tillage systems were studied: 1) 20–22 cm depth moldboard ploughing – control; 2) 10–12 cm depth shallow ploughing; 3) 6–8 cm depth surface ploughing. The system of fertilization involved application of mineral fertilizers  $N_{128}P_{90}K_{120}$  kg/ha of crop rotation area, including the following options for straw: 1) without straw; 2) straw + destructor + N<sub>10</sub> kg (ammonium nitrate) per 1 ton of pre-crop straw; 3) straw + N<sub>10</sub> (ammonium nitrate) per 1 ton of pre-crop straw.

It has been found out that the reserves of productive moisture in the meter layer of soil on average over the years of research within the period of germination and harvesting (corn, spring barley, winter wheat) in non-moldboard cultivation systems increased by 177.8, 147.1, 99.4 and 74.7, 65.9, 85.4 mm respectively compared with the moldboard ploughing system where moisture reserves were 150.8, 132.8, 73.5 and 55.5, 48.6, 52.6 mm.

Under the system of fertilization which provided for the application of straw + N<sub>10</sub> and straw + destructor + N<sub>10</sub> kg, the reserves of productive moisture in the meter layer were 3.6 and 9.0 mm in the germination period and 10.2 and 14.4 mm in the harvesting period bigger than in the experiment without using straw.

The 20–22 cm moldboard ploughing and the 10–12 cm shallow ploughing tillage systems provided higher crop yields compared to the 6–8 cm surface tillage system, which made it possible to obtain 6.91 and 6.50 of winter wheat yields, respectively, 5.37 and 5.13 of spring barley, 11.47 and 11.74 of corn and 3.08 and 3.19 t/ha of winter rape. Resulting from the application of surface tillage system by depth of 6–8 cm, the yield of winter wheat decreased by 1.45, that of spring barley by 1.69, corn by 3.66 and winter rape by 0.31 t/ha.

Fertilizer systems based on the use of straw and straw + destructor provided an increase in grain yield respectively: winter wheat by 0.45–0.36 t/ha; corn by 0.60–0.46 t/ha; spring barley by 0.32–0.22 t/ha compared to the option without straw.

**Key words:** productive moisture, crop, straw, tillage, crop rotation, yield.



Copyright: Фурманець М.Г., Фурманець Ю.С., Фурманець І.Ю.  
© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:  
Фурманець М.Г.  
Фурманець Ю.С.

<https://orcid.org/0000-0002-3091-4036>  
<https://orcid.org/0000-0003-4921-4889>


## АГРОНОМІЯ

УДК: 634.83:632.931.2:632.542.

## Режими краплинного зрошення винограду та їх ефективність

Шевченко І.В. , Минкін М.В. , Минкіна Г.О. 

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

 Минкіна Г.О. E-mail: an.mynkina@ukr.net

Шевченко І.В., Минкін М.В., Минкіна Г.О.  
Режими краплинного зрошення винограду та їх ефективність. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 183–192.

Shevchenko I., Mynkin M., Mynkina H.  
Grapes drip irrigation regimes and their efficiency. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 183–192.

Рукопис отримано: 06.10.2021 р.  
Прийнято: 21.10.2021 р.  
Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-183-192

Досліджено вплив режимів краплинного зрошення винограду на врожайність винограду сорту Ркацителі, ефективність використання поливної води, формування витрат природних, фінансових та енергетичних ресурсів в умовах Півдня України. Результати дослідження підтвердили, що врожайність ягід винограду не пропорційна витратам поливної води, а залежить від рівня вологості локального об'єму ґрунту в найбільш відповідальній фазі розвитку. Установлено, що безперешкодне вологоспоживання рослин упродовж вегетації потребує максимальних витрат поливної води у межах 1134 м<sup>3</sup>/га та ресурсів для забезпечення високого рівня передполивної вологості ґрунту. Водночас урожайність насаджень зростає тільки на 45–47 % порівняно з незрошуваним контролем.

Режим вологості ґрунту впродовж першої половини вегетації суттєвого впливу на кількість плодкових пагонів, показники їх плодоносності не мав. Найбільш істотний вплив порогів доступності вологи активного шару ґрунту проявився в процесі формування врожаю ягід. Сумарний ефект взаємодії чинників: високої вологості ґрунту, більшої кількості плодкових пагонів, їх підвищеної плодоносності та велика середня маса грона забезпечили і найбільшу врожайність ягід винограду, яка становила 11,3–11,7 т/га, або на 47,4 % більше порівняно з контрольною ділянкою. В умовах ощадливого режиму зрошення, на рівні 100–70 % НВ впродовж усього періоду вегетації рослин, середня урожайність ягід становила 10,7 т/га, що перевищує на 37,1 % аналогічні показники контрольної ділянки.

Детальний аналіз одержаних результатів дослідження показує, що режим зрошення по-різному впливає на ефективність використання поливної води, витрати якої на формування 1 т врожаю ягід за безперешкодного надходження вологи (100–80 % НВ) впродовж вегетації винограду становлять 476 м<sup>3</sup>/т. Найбільш ощадливо використовується поливна вода в режим зрошення на рівні 100–70 % НВ, що скорочує питомі витрати води до 266 м<sup>3</sup>/т. На ділянці цього варіанта врожайність ягід становила 10,5 т/га, тобто зменшилася на 8,6 %. Водночас питомі витрати води скоротилися на 38,3 % порівняно з аналогічними показниками ділянки з безперешкодним надходженням вологи.

**Ключові слова:** виноград, Ркацителі, краплинне зрошення, урожайність ягід, режим зрошення, дефіцит вологи, поливна вода.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Глобальні зміни параметрів клімату південних регіонів України, що спостерігаються останніми десятиліттями, безпосередньо впливають на стан і ефективність промислового виноградарства, висока та стала продуктивність якого досягається за оптимальних умов середовища впродовж вегетації. Внаслідок поступового загострення умов середовища головним обмежувальним чинни-

ком для оптимального росту та розвитку винограду став хронічний дефіцит вологи в ґрунті. Значні коливання вологозапасів ґрунту на виноградниках спостерігалися з певною періодичністю завжди, однак останнім часом умови вологозабезпечення рослин дедалі більше загострюються через підвищення температури повітря, в середньому на 0,7–0,9 °С, суттєве зменшення його вологості, порушення режиму випадання опадів упродовж року [9, 11, 14,

15, 21]. Порівнюючи умови вологозабезпечення винограду останніх десятиліть (1991–2019 рр.) з попередніми (1961–1990 рр.), слід зазначити, що дефіцит вологи ґрунту впродовж останніх десятиліть суттєво зріс унаслідок збільшення частоти, термінів дії та інтенсивності посух. Зокрема, за 2000–2019 рр. вегетація винограду у 12 випадках проходила в умовах гострої посухи, водночас упродовж 5 років (2003, 2004, 2007, 2009, 2015 рр.) дефіцит вологозапасів активного шару ґрунту на виноградниках спостерігався задовго до початку фази росту пагонів. Особливо жорсткі умови вологозабезпечення вегетації винограду склалися у 2020 році внаслідок синхронної дії кількох чинників. Насамперед, зменшення норми опадів за осінньо-зимовий період з 210–220 до 145–150 мм, або 68,6 % багаторічної норми. Однак аномально висока температура навколишнього середовища впродовж осені та зими 2019–2020 років зумовила втрату майже 500 м<sup>3</sup>/га на фізичне випаровування, зменшивши як загальні, так і доступні рослинам запаси вологи активного шару ґрунту. Тобто з 1480 м<sup>3</sup>/га потенційних запасів вологи опадів, що випали впродовж осені та зими 2019–2020 рр., приблизно 34 % (≈500 м<sup>3</sup>/га) були витрачені на фізичне випаровування з поверхні ґрунту до початку фази сокорух (табл.1).

Весною 2020 року вегетація кущів розпочалася в умовах стрімкого підвищення температури, тривалої відсутності опадів та низької вологості повітря, унаслідок чого сокорух рослин був дуже обмеженим у часі, проходив з незначним виділенням пасоки, або повною відсутністю її на окремих ділянках насаджень. Розвиток пагонів розпочався з великим запізненням, проходив з періодичними зупинками. У зв'язку з цим на початку фази квітування довжина приросту пагонів коливалася у межах 15–27 см, і лише окремі (≈9–11 %) досягали 50–55 см. Гострий дефіцит вологоспоживання у період квітування став основним чинником масового осипання квітів, в'янення та заги-

белі знаної частини суцвіть. Нетипові ознаки розвитку кущів першої половини вегетації, зумовлені гострим дефіцитом вологи в ґрунті, зберігалися до кінця вегетації рослин. Довготривала та гостра посуха зумовила зменшення врожайності ягід винограду майже у 2,0–2,3 раза – з 5,0–7,0 до 3,0–3,5 т/га. Водночас суттєво скоротився приріст однорічних пагонів, їх якість та визрівання, збільшивши ризики морозних пошкоджень кущів взимку. Зазнала пошкоджень і коренева система рослин, унаслідок гострого дефіциту вологи ґрунту, високого осмотичного тиску майже всі сисні корені, а також частина транспортуючих коренів (діаметром до 3 мм), втратили вологу і загинули, що обов'язково позначиться на розвитку кущів наступного року.

Виходячи з тенденції зміни основних параметрів клімату, імовірність багаторазового повторення гострого дефіциту вологозабезпечення рослин лише посилюється, тому гарантованим методом попередження згубної дії посухи є штучне зрошення насаджень. В умовах зрошення, зокрема краплинного, забезпечується оптимальний водний режим локального обсягу ґрунту впродовж вегетації, активізуються фотосинтетичні процеси рослин у визначальні періоди росту і розвитку, гарантується повна реалізація біологічного потенціалу різних сортів винограду. Заразом у зв'язку з високою вартістю прийому та дефіцитом водних ресурсів застосування зрошення насаджень, зокрема краплинного, суттєво збільшує фінансові та ресурсні витрати, а тому необхідно заздалегідь мати чітке обґрунтування економічної доцільності та його ефективності прийому, зокрема потенційні обсяги додаткового врожаю ягід винограду, його вартість, рівень окупності витрат, у тому числі додаткових. Водночас ефективність прийому безпосередньо залежить від режиму вологості активного шару ґрунту, що підтримується впродовж вегетації рослин, їх навантаження пагонами та врожаєм ягід, погодних умов.

Таблиця 1 – Динаміка запасів вологи активного шару ґрунту виноградників, ДМК АПФ «Таврія», сорт Подарунок Магарача (м<sup>3</sup>/га), 2020 р.

Глибина горизонту, см	Строки визначення, запаси вологи, м <sup>3</sup> /га				В %НВ
	восени 2019 р. загальні	весною 2020 р. загальні	різниця	в т.ч. продуктивні	
0-50	680	910	230	190	83
50-100	570	760	280	120	72
0-100	1250	1740	490	310	77



Краплинне зрошення насаджень винограду, на відміну від способів суцільного зволоження, забезпечує вологість на заданому рівні в 20–25 % проектного обсягу ґрунту, який коливається в межах 0,75–0,9 м<sup>3</sup> і залежить від площі живлення рослин та їх віку, глибини максимального розвитку кореневої системи [1, 7]. Однак підтримання високого рівня вологості в локальному обсязі ґрунту впродовж усієї вегетації кущів не відповідає особливостям вологоспоживання рослин, суттєво збільшує зрошувані норми води та фінансові витрати на проведення поливів. Фактично урожайність винограду не зростає пропорційно зрошуваній нормі води, витраченої впродовж вегетації, а забезпечується поливами в найбільш відповідальні фази розвитку [2, 10, 16]. Про такі співвідношення свідчать і результати досліджень інших авторів. Зокрема, багаторічними дослідженнями встановлено, що підвищення нижнього порогу оптимального зволоження активного шару ґрунту з 60 до 70 % НВ впродовж вегетації збільшує витрати води майже на 42 %, водночас урожайність зростає лише на 38 % порівняно з незрошуваним контролем [13, 18, 20, 22]. З метою скорочення витрат поливної води, енергії та коштів часто застосовують диференційований режим зрошення насаджень, підтримуючи вологість ґрунту у фазу росту пагонів та квітування на рівні 100–80 % НВ, у фазу росту ягід – 100–70 % НВ, впродовж періоду досягання урожаю – 100–65 % НВ [16, 18]. Результати досліджень авторів свідчать, що найбільша ефективність локальних поливів забезпечується за чітко визначених верхнього та нижнього порогів зволоження локального обсягу ґрунту [10, 18]. Зменшення вологості ґрунту, або його підвищення за встановлені межі, збільшують витрати води, зменшують урожайність насаджень, погіршують якість та товарність ягід. Про безпосередній вплив режиму зрошення насаджень на їх врожайність та фінансово-ресурсні витрати свідчать і результати досліджень, виконаних за межами України [23, 24, 25].

**Мета дослідження** – вивчити ефективність режимів краплинного зрошення винограду, визначити обсяги фінансових та ресурсних витрат, ефективність їх використання, рівень окупності.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослід проводили на 15-річних насадженнях сорту Ркацителі, що культивуються у ВАТ "Таврія" Херсонської області. Схема досліджень передбачала 4 варіанти: контроль (без зрошення); на варіантах краплинного зрошення вологість активного шару ґрунту підтримували на рів-

ні: 100–80 % НВ протягом вегетації рослин; 100–80 % до кінця фази квітування; наступні фази (ріст ягід, дозрівання врожаю) – 100–70 % НВ; 100–70 % НВ впродовж вегетації рослин. Досліди закладено у трикратному повторенні, в кожному варіанті 45 облікових кущів, по 15 у повторенні. Всього облікових кущів 180. Схема садіння рослин 3,0x1,25, формування кущів – високоштамбовий двоплечий кордон висотою 120 см. Навантаження кущів пагонами на всіх варіантах дослідів коливалося в межах 32,4–33,1 шт.

У технології краплинного зрошення винограду використано поливні трубопроводи діаметром 16 мм з інтегрованими водовипусками з кроком 60 см та витратою води 3,8 дм<sup>3</sup>/год, змонтовані на нижньому дроті шпалери. Строки проведення чергових поливів, поливні норми і тривалість міжполивних періодів визначали на основі моніторингу динаміки вологозапасів активного шару ґрунту, кількості та режиму випадання опадів. Запаси вологи контролювали щодаки термостатно-ваговим методом.

Промислові насадження винограду господарства, серед яких знаходилася і дослідна ділянка, культивуються на малопродуктивних землях лівобережного Нижньодніпров'я, на які щорічно надходить велика кількість тепла і світла, вирізняються високою випаровуваністю і посушливістю.

Ґрунт дослідної ділянки, як і всього масиву багаторічних насаджень, супіщаний чорнозем з умістом гумусу у шарі 0–100 см у межах 0,4–0,6 %. Щільність складання ґрунту – 1,42 г/см<sup>3</sup>, шпаруватість – 41 %, найменша вологоємність – 17,1 %. Тип водного режиму непрямий, основні природні вологозапаси ґрунту формуються впродовж осінньо-зимового періоду. За час проведення досліджень проводили агробіологічні обліки розвитку вічок і елементів плодоносності за загальноприйнятою у виноградарстві методикою. Обліки врожаю ягід проводили ваговим методом, окремо для кожного варіанта дослідів. Обліки витрат води та електроенергії проводили лічильниками, встановленими безпосередньо у приміщенні насосної станції. Вартість води та енергетичних ресурсів для зрошення розраховували за чинними тарифами [6, 8, 12].

**Результати дослідження та обговорення.** Ефективність культивування промислових насаджень винограду у районі лівобережного Нижньодніпров'я, як і в більшості інших регіонів України, зумовлюється взаємодією багатьох чинників, серед яких домінує режим забезпечення рослин вологою впродовж вегетації кущів. Для ефективного використання природних

ресурсів опадів упродовж осінньо-зимового періоду цілеспрямовано накопичуються максимальні запаси вологи ґрунту, застосовуються технологічні прийоми для її ефективного використання та зменшення непродуктивних витрат. Такі заходи часто забезпечують оптимальні умови вологоспоживання рослин до кінця фази квітання. Наступні фази розвитку винограду, які визначають урожайність насаджень, якість ягід, визрівання приросту пагонів, потенційні ризики морозних пошкоджень рослин під час зимівлі кущів, найчастіше проходять в умовах гострого дефіциту вологи, який зберігається до кінця вегетації. За останні два десятиліття обсяги опадів і режим їх випадання суттєво змінилися, тому дедалі частіше дефіцит вологоспоживання формується задовго до початку активного росту та розвитку рослин. Оптимізація умов життєдіяльності рослин, їх висока та стала продуктивність можливі за штучного регулювання режиму вологості ґрунту. Для проектування режиму зрошення насаджень необхідно знати потреби рослин у волозі на кожному етапі розвитку, особливості вологоспоживання, рівні доступності рослинам вологи ґрунту, техніку і технологію поповнення запасів вологи тощо. Складність цих завдань узагальнив К.А. Тимирязев [17]: "Как сильно иногда сплетаются влияния почвы, влаги, воздуха и солнца и как бесконечно сложна задача сельского хозяйства, заключающаяся в наилучшей эксплуатации этих четырех факторов". Додатковими чинниками, що ускладнюють проектування та реалізацію оптимального режиму зрошення промислових насаджень винограду, є незадовільний структурно-агрегатний склад ґрунту, щораз більший дефіцит органічної речовини, постійна глибина обробітку, унаслідок цього наявність перешкодженого горизонту, висока забур'яненість виноградників. Під впливом цих чинників змінюються інтенсивність акумуляції природних запасів вологи, її витрати на транспірацію та фізичне випаровування з поверхні ґрунту, внаслідок чого допускаються помилки за визначення поливної норми води впродовж окремих фаз вегетації рослин. Особливо часто такі обставини виникають в умовах появи дефіциту вологоспоживання вже на початку вегетації кущів, а для усунення негативного впливу дефіциту вологи на ріст та розвиток винограду підтримують високий рівень передполивної вологості ґрунту на рівні 100–80 % НВ. Згідно з результатами досліджень зазначений рівень вологості локального обсягу ґрунту досягається 14-ма вегетаційними поливами середньою поливною нормою 81 м<sup>3</sup>/га, які гарантують оптимальні умови вологозабезпечення для задовільного росту та

розвитку впродовж усієї вегетації рослин, забезпечили повну реалізацію біологічного потенціалу сорту. Постійно високий рівень передполивної вологості локального обсягу ґрунту, необмежене надходження вологи та бездефіцитне вологоспоживання винограду впродовж вегетації були забезпечені щорічною витратою 1134 м<sup>3</sup>/га поливної води. У практиці культивування промислових насаджень висока передполивна вологість ґрунту на початку активної вегетації винограду також періодично застосовується за механічного або морозного пошкодження коренів, високого температурного режиму середовища та інтенсивного наростання транспіраційної поверхні кущів, що зумовлюють одночасне зростання сукупного вологоспоживання. Коренева система кущів у цей період, насамперед фракція всмоктувальних коренів, знаходиться у стані відновлення, тому задовольнити рослини вологою повним обсягом не спроможна, оскільки за низького передполивного порогу збільшується опір надходження вологи на межі ґрунт–корені–рослина.

На ділянці диференційованого режиму вологості на рівні 100–80 % НВ підтримували впродовж першої половини вегетації рослин: у фазі ріст пагонів–квітання. За цей період було проведено 3 вегетаційні поливи нормою 81 м<sup>3</sup>/га. З початком фази росту ягід винограду чергові поливи проводили за досягнення нижнього порогу оптимального зволоження на рівні 100–70 % НВ. Зміна рівня передполивної вологості активного шару ґрунту дала змогу скоротити кількість поливів впродовж другої половини вегетації з 11 (на ділянці попереднього варіанту) до 6, за одночасного зростання поливної норми води до 105 м<sup>3</sup>/га. За період вегетації для підтримання проектного режиму вологості ґрунту знадобилося 9 вегетаційних поливів загальною зрошуваною нормою 945 м<sup>3</sup>/га, або на 17 % менше, ніж на ділянці попереднього варіанта режиму зрошення насаджень (табл. 2).

Вологість активного шару ґрунту впродовж вегетації кущів винограду, на рівні 100–70 % НВ забезпечили 5 вегетаційних поливів середньою нормою 127 м<sup>3</sup>/га, водночас міжполивний період збільшився до 19 діб. Всього за вегетацію винограду на цьому варіанті дослідження витрачено 635 м<sup>3</sup>/га, що майже на 500 м<sup>3</sup>/га менше, ніж з базовим рівнем вологості на рівні 100–80 % НВ.

Умови забезпечення рослин вологою, що склалися за різних режимів зрошення, по-різному вплинули на розвиток винограду, показники плодоносності, його продуктивність та ефективність використання вологи (табл. 3).

Таблиця 2 – Режим краплинного зрошення насаджень винограду залежно від рівня передполивної вологості локального обсягу ґрунту (РПВГ), АПФ "Таврія", сорт Ркацителі

РПВГ,% НВ	Кількість поливів	Поливна норма, м <sup>3</sup> /га	Міжполивний період, діб	Зрошувана норма, м <sup>3</sup> /га
Контроль без зрошення	-	-	-	-
100–80	14	81	7	1134
100–80–70	9	105	11	945
100–70	5	127	19	635

Таблиця 3 – Вплив режимів зрошення на розвиток винограду та його продуктивність, ВАТ "Таврія", сорт Ркацителі

Режими зрошення	Сформувалося пагонів, шт./кущ.		Сформувалося грон		Урожай ягід, т/га	Вміст цукру г/100 см <sup>3</sup>	Вміст кислот, г/дм <sup>3</sup>
	всього	в т.ч. утворюючих грони, %	шт/кущ	середня маса грона, г			
Контроль, без зрошення	32,5	63	27,5	107	7,8	16,9	10,1
100–80 % НВ	32,3	75	36,3	121	11,7	17,1	10,7
100–80–70 % НВ	32,7	73	35,7	119	11,3	17,5	10,5
100–70 % НВ	32,9	75	34,4	117	10,7	17,5	10,5

За близького навантаження кущів пагонами в штучно регульованих умовах вологості ґрунту, що склалися за різного рівня передполивної вологості, кількість плодоносних пагонів збільшилася порівняно з контролем в середньому на 10–12 %, і коливалася в межах 73–75 %. Така сама залежність простежувалася і в розвитку суцвіть. Отже, рівень передполивної вологості ґрунту впродовж першої половини вегетації суттєвого впливу на кількість плодів пагонів, показники їх плодоносності не мав. Більш істотний вплив порогів доступності води активного шару ґрунту проявився в процесі формування врожаю ягід. Постійна вологість активного шару ґрунту впродовж вегетації, на рівні 100–80 % НВ, сприяла росту середньої маси грона до 121 г проти 107 г на ділянці без зрошення. Близька маса грона склалася і на ділянці, де застосовувався диференційований режим зрошення. Отже, безперешкодне надходження води впродовж вегетації винограду, на рівні 100–80 і 100–80–70 % НВ, сприяє збільшенню середньої маси грона на 11–13,0 % порівняно з контролем. Сумарний ефект взаємодії чинників: високої вологості ґрунту, більшої кількості плодів пагонів, їх підвищеної плодоносності та велика середня маса грона забезпечили і найбільшу врожайність ягід винограду, яка становила 11,3–11,7 т/га, або на 47,4 % порівняно з контрольною ділянкою. В умовах ощадливого режиму зрошення, на рівні

100–70 % НВ впродовж усього періоду вегетації рослин, середня урожайність ягід становила 10,7 т/га, що перевищує на 37,1 % аналогічні показники контрольної ділянки, однак вони суттєво менші, ніж за умов безперешкодного надходження води в процесі вегетації рослин.

Попри явні переваги культивування зрошуваних насаджень винограду, порівнюючи з незрошуваним контролем, ефективність застосування різних режимів зрошення, використання поливної води, матеріальних та фінансових ресурсів потребують додаткового детального аналізу цих витрат, їх окупності. Аналіз одержаних результатів дослідження показує, що режим зрошення по-різному впливає на ефективність використання головного ресурсу – поливної води. Зокрема, витрати поливної води на формування 1 т врожаю ягід за безперешкодного надходження води (100–80 % НВ) впродовж вегетації винограду становлять 97,0 м<sup>3</sup>/т. Застосування диференційованого режиму вологості (100–80–70 % НВ) зменшує питомі витрати води до 83,6 м<sup>3</sup>/т, або на 14 %. Найбільш ощадливо використовується поливна вода в умовах ощадливого режиму зрошення на рівні 100–70 % НВ. На ділянці цього варіанта врожайність ягід становила 10,5 т/га, тобто зменшилася на 8,6 %, водночас питомі витрати води скоротилися на 38,3 % порівняно з аналогічними показниками ділянки з безперешкодним надходженням води (табл. 4).

Таблиця 4 – Вплив рівня передполивної вологості активного шару ґрунту на ефективність використання поливної води та вартість зрошення насаджень винограду, ВАТ "Таврія", сорт Ркацителі

Показники	Одиниці виміру	Рівень передполивної вологості ґрунту, % НВ		
		100–80	100–80–70	100–70
Питомі витрати води на формування врожаю ягід, у т.ч. додаткового	м <sup>3</sup> /т	97,0/290,7	83,6/270,0	59,3/219,0
Вартість 1 м <sup>3</sup> поливної води*	грн	2,15	2,15	2,15
Вартість зрошеної норми води, витраченої для зрошення винограду	грн	2438,1	2031,7	1365,2
Питомі витрати електроенергії в процесі зрошення насаджень	кВт-год/м <sup>3</sup>	0,41	0,41	0,41
Вартість 1 кВт-год електроенергії для зрошення насаджень*	грн	2,57	2,57	2,57
Сукупна вартість електроенергії, витраченої в процесі зрошення насаджень	грн	1195,0	995,6	669,0
Всього витрат на виконання заходів з регулювання водного режиму ґрунту	грн	3633,1	3027,3	2034,2
Вартість 1 кг ягід винограду*	грн	9,0	9,0	9,0
Сукупна вартість валового врожаю ягід винограду, у т.ч. додаткового	тис. грн	105,3/35,1	101,7/31,5	96,3/26,1
Всього витрат на вирощування врожаю ягід зрошуваних насаджень винограду	грн/га	47222	45780	43978
Собівартість 1 т врожаю ягід	грн/т	4036,2	4005,5	4025,8
Чистий прибуток від реалізації врожаю ягід винограду	тис. грн/га	58078	55920	52322
Рентабельність вирощування ягід винограду за різних режимів зрошення	%	122,9	122,1	119,0

**Примітка:** \* тарифи на ресурси та ціни на сировину за даними 2020 р.

Такі самі закономірності питомих витрат води простежуються і в процесі формування додаткового врожаю ягід на ділянках з різними рівнями передполивної вологості активного шару ґрунту.

Витрати поливної води для оптимізації умов середовища є основними, оскільки безпосередньо визначають вартість водних ресурсів, обсяги та вартість енергоносіїв, сукупні фінансові витрати на зрошення насаджень, рентабельність режимів зрошення багаторічних насаджень винограду.

За даними досліджень на зрошення виноградників нормою 1134 м<sup>3</sup>/га за вегетацію витрачається 465,0 кВт-год електроенергії (0,41кВт-год/м<sup>3</sup>). Диференційований режим зрошення насаджень (100–80–70 % НВ) скорочує витрати електроенергії до 387,4 кВт-год, або на 16,7 %. Найменші витрати електроенер-

гії – 260,3 кВт-год, були за ощадливого режиму зрошення на рівні 100–70 % НВ впродовж вегетації кущів. Обсяги використання поливної води для зрошення насаджень винограду, електроенергії загалом визначають і вартість прирйому, економічну ефективність культивування насаджень в умовах штучного зрошення.

Культивування зрошуваних насаджень винограду збільшує сукупні фінансові витрати з 36048 грн/га на контрольній ділянці в середньому на 26–27 %, зокрема на амортизацію гідротехнічних споруд, поливної мережі краплинного зрошення, її щорічний огляд та ремонт, заробітну плату робітників, вартість природних ресурсів поливної води та використаних енергоносіїв. Незалежно від рівня передполивної вологості ґрунту, в структурі додаткових фінансових витрат домінує частка вартості використаних ресурсів води – 63,7–66,5 % та елек-

троенергії – 33,5 %. Інші складові фінансових витрат коливаються в межах 2,5–3,1 % і суттєвого впливу на формування вартості зрошення насаджень винограду не мають. Найбільше впливають на витрати поливної води, ефективність її використання, а отже і її сукупну вартість, режими зрошення. Зокрема, вартість підтримання безперешкодного надходження вологи до рослин впродовж вегетації становить 3633,1 грн/га, збільшуючи витрати на догляд за насадженнями в середньому на 31,2 % порівняно з незрошуваним контролем. Диференційований режим вологості активного шару ґрунту зумовив зменшення врожайності насаджень порівняно з попереднім варіантом досліджу лише на 3,4 %, а фінансові витрати на 16,7 %, забезпечуючи ефективніше використання поливної води, інших ресурсів. В умовах постійної вологості активного шару ґрунту на рівні 100–70 % НВ, врожайність насаджень зменшилася на 8,6 % порівняно з кращим варіантом досліджу (100–80 % НВ), а сукупні фінансові витрати на 44 % – з 3661,9 до 2050,6 грн/га. Сукупна вартість урожаю ягід винограду, залежно від рівня передполивної вологості активного шару ґрунту, коливалася в межах 105,3–96,3 тис. грн/га, зокрема додаткового 35,1–26,1 тис. грн/га.

**Висновки.** 1. Теоретичне обґрунтування та практичне регулювання режимів краплинного зрошення промислових насаджень винограду сприяє формуванню оптимальних параметрів вологості локального обсягу ґрунту, скорочує витрати поливної води, фінансових та енергетичних ресурсів.

2. Висока продуктивність насаджень винограду складається за оптимального рівня передполивної вологості локального обсягу ґрунту у найбільш відповідальні фази розвитку рослин.

3. Оптимальне співвідношення між витратами природних, фінансових і енергетичних ресурсів досягається за постійного рівня вологості локального обсягу ґрунту впродовж вегетації кущів у межах 100–70 % НВ.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Танчик С.П., Цюк О.А., Центило Л.В. Наукові основи систем землеробства: монографія. Вінниця: Нілан – ЛТД, 2015. С. 58–60.
2. Андрусенко І.І., Задніпрний К.О. Способи і режими зрошення виноградників Крима. Таврійський науковий вісник. Херсон, 2013. № 83. С. 203–210.
3. Буласко Л.М. Формування та регулювання ціни на поливну воду для зрошення в Херсонській обл. Таврійський науковий вісник, 2009. Вип.65. Ч.2. С. 78–82.
4. Дубровін В.О., Броварець О.О., Аль-Хазалі Хайдер Раад Надим. Екологія вирощування винограду. Техніка та енергетика. 2014. № 196. С. 13–22.

5. Каменева Н.В. Економічна ефективність застосування крапельного зрошення винограду сорту Мерло в умовах півдня України. Виноградарство і виноробство: міжвід. темат. збірник. Одеса, 2015. Вип. 52. С. 78–81.

6. Ковальчук П.І., Волошин М.М., Матяш Т.В. Оптимізація водокористування на основі аналізу додаткового чистого прибутку від зрошення. Водне господарство України. 2003. Вип. 2. С. 27–29.

7. Зеленянська Н.М. Наукове обґрунтування та розробка сучасної технології вирощування садивного матеріалу винограду: автореф. дис. ... доктора с.-г. наук. Одеса, 2015. 48 с.

8. Коваленко П.И., Ковальчук П.И., Сапаров К.Б. Оптимизация внутрихозяйственного водопользования. Мелиорация и водное хозяйство. 1991. № 7. С. 46–48.

9. Кіряк Ю.П., Коваленко А.М. Зміни та коливання клімату в південно-степовій зоні України та його можливі наслідки для землеробства. Зрошуваче землеробство. 2015. Вип. 63. С. 86–89.

10. Кулинич И.К. Рост сорта Ркацителі при капельном орошении. Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. 1980. №2. С. 21–23.

11. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського. К.: В-во Раєвського, 2003. 342 с.

12. Система сертифікованого виноградного розсадництва України / Гадзало Я.М. та ін. Київ. Аграрна наука, 2015. 288 с.

13. Влияние капельного орошения на урожайность и качество винограда / Михайлов М.В. и др. Режимы орошения при прогрессивных способах полива. Кишинев: Штиинца, 1983. С. 20–21.

14. Методика проведення енергоаудиту на об'єктах водогосподарських систем: НД 33-6.2-01-2006. К.: Держводгосп України, 2006. 46 с.

15. Ромащенко М.І. Методика формування ціни на подачу води на зрошення. Промислові та комунальні потреби. Київ. 2006. 41 с.

16. Сучасні методи з оперативного призначення чергових поливів при краплинному зрошенні виноградників: матеріали доповідей. Еколого-збалансоване управління меліоративними ландшафтами: міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів. Херсон, 2010. 160 с.

17. Тимирязев К.А. Земледелие и физиология растений: собр. сочинений. Москва. Сельхозиздат. Том 11. 1948. 82 с.

18. Тетьоркіна О.М. Звіт про науково-дослідну роботу 38А.02-005. Дослідити процеси водоспоживання, розробити новітні технології краплинного зрошення виноградних насаджень, маточників садивного матеріалу для різних регіонів виноградарства (заклучний). Київ. 2010. 47 с.

19. Власов В.В., Штирбу А.В., Булаєва Ю.Ю. Сучасний стан і тенденції розвитку галузі виноградарства України. Виноградарство і виноробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Одеса: ННЦ "ІВІВ ім. В.Є. Таїрова", 2016. Вип. 53. С. 62–67.

20. Шевченко И.В. Агрономическая оценка режимов капельного орошения винограда. Виноделие и виноградарство СССР. 1986. № 3. С. 6–8.

21. Шикломанов И.А. Развитие орошения в мире и его влияние на водный баланс. Современные проблемы гидрологии орошаемых земель. 1981. Ч. 1. С. 3–15.

22. Цискаришвили А.В. Режим капельного орошения виноградников в условиях восточной части Грузии. Вопросы мелиорации в горных и предгорных условиях. 1988. С. 158–162.

23. Liuni C.S., Calo F., Jannini B. Influence de l'irrigation sur les caractéristiques culturales et la productivité de la vigne dans quelques régions d'Italie. *Bullo. I.V.* 1985. P. 648–649.

24. Grimes D.W., Williams L.E. Irrigation effect on plant water relations and productivity of Thompson seedless grapevines. *Crop. Sc.* 1990. P. 255–260.

25. Keller M. Deficit irrigation and vine mineral nutrition. *Am. J. Enol. Viticult.* 2005. № 56. P. 267–283.

### REFERENCES

1. Tanchyk, S.P., Tsiuk, O.A., Tsentylo, L.V. (2015). *Naukovi osnovy system zemlerobstva: monohrafiya [Scientific bases of agricultural systems]*. Vinnytsia, Nilan – LTD, pp. 58–60.

2. Andrusenko, I.I., Zadnipyany, K.O. (2013). *Sposoby i rezhymy zroshennya vy'nogradnykh Kryma. [Methods and modes of cultivation of Crimean vineyards]*. Tavriys'kyj naukovyj visnyk [Taurian Scientific Bulletin]. Kherson, no. 83, pp. 203–210.

3. Bulaenko, L.M. (2009). *Formuvannya ta reguluvannya ciny na polyvnu vodu dlya zroshennya v Xersons'kij obl. [Formation and adjustment of water for removal in the Kherson region]*. Tavriys'kyj naukovyj visnyk [Tavriya scientific bulletin], no. 65, pp. 78–82.

4. Dubrovin, V.O., Brovarets, O.O., Al'-Xazaali Xajder, Raad Nady'm. (2016). *Ekologiya vy'roshuvannya vy'nogradu [Ecology of grape growing]*. *Texnika ta enerhetyka [Technology and Energy]*, no. 196, pp. 13–22.

5. Kameneva, N.V. (2015). *Ekonomichna efektyvnist' zastosuvannya krapel'nogo zroshennya vy'nogradu sortu Merlo v umovax pivdnya Ukrainy [Economic efficiency of freezing of drip irrigation of Merlot grapes in the conditions of the south of Ukraine]*. *Vynogradarstvo i vynosobstvo: mizhvid. temat. zbirnyk [Viticulture and winemaking: interdepartmental subject collection]*. Odesa, no. 52. pp. 78–81.

6. Kovalchuk, P.I., Voloshin, M.M., Matyash, T.V. (2003). *Opty'mizaciya vodokorystuvannya na osnovi analizu dodatkovogo chy'stogo prybutku vid zroshennya [Optimization of water treatment based on the analysis of additional net profit from removal]*. *Vodne gospodarstvo Ukrainy [Water management of Ukraine]*, no. 2, pp. 27–29.

7. Zelenyans'ka, N.M. (2015). *Naukove obgruntuvannya ta rozrobka suchasnoyi tekhnologiyi vy'roshuvannya sadyvnogo materialu vy'nogradu: avtoref. dy's. ... doktora s.-g. nauk [Scientific substantiation and development of modern technology of growing grape planting material: author's ref. Dis. doctor of Agricultural Science]*. Odesa, 48 p.

8. Kovalenko, P.I., Kovalchuk, P.I., Saparov, K.B. (1991). *Opty'my'zacya vnutry'xozyajstvennogo vodopol'zovany'ya [Optimization of in-farm water use]*. *Mely'oracya y' vodnoe xozyajstvo [Land reclamation and water management]*, no. 7, pp. 46–48.

9. Kiriyaq, Y.P., Kovalenko, A.M. (2015). *Zminy ta kolyvannya klimatu v pivdenno-stepovij zoni Ukrainy ta joho mozhlyvi naslidky dlya zemlerobstva [Climate change and fluctuations in the southern steppe zone of Ukraine and its possible consequences for agriculture]*. *Zroshuvane zemlerobstvo [Irrigated agriculture]*, no. 63, pp. 86–89.

10. Kulinich, I.K. (1980). *Rost sorta Rkacy'tely pry kapel'nom oroshen'ny [Growth of the variety Rkatsiteli under drip irrigation]*. *Sadovodstvo, vynosobstvo y' vy'nodely'e Moldavy [Horticulture, viticulture and winemaking of Moldova]*, no. 2, pp. 21–23.

11. Lipinsky, V.M. (2003). *Klimat Ukrainy [Climate of Ukraine]*. Kyiv, Publishing house Raevskogo, 342 p.

12. Gadzalo, Ya.M., Vlasov, V.V., Mulyukina, N.A. (2015). *Sy'stema sertyfikovanogo vy'nogradnogo rozsadny'ctva Ukrainy [System of certified vineyards of Ukraine]*. Kyiv, Agricultural Science, 288 p.

13. Mikhailov, M.V., Ehrlichman, Y.V. (1983). *Vly'yany'e kapel'nogo oroshen'ya na urozhajnost' y' kachestvo vy'nograda [The influence of drip irrigation on the yield and quality of grapes]*. *Rezhimy orosheniya pri progressivnykh sposobah poliva [Irrigation regimes with progressive methods of watering]*. Chisinau, Shtiintsa, pp. 20–21.

14. *Metody'ka provedennya energoaudytu na obyektax vodogospodars'ky'x system [Methods of conducting energy audits at water management systems]*. State Water Management of Ukraine, 2006, 46 p.

15. Romashchenko, M.I. (2006). *Metody'ka formuvannya ciny na podachu vody na zroshennya. Promy'slovi ta komunal'ni potreby [Methods of formulating the price of water supply at a loss. Industrial and communal needs]*. Kyiv, 41 p.

16. *Suchasni metody z operatyvnogo pryznachennya chergovykh polyviv pry kraplynnomu zroshenni vynogradnykh: materialy dopovidej [Modern methods for the rapid determination of regular watering with drip irrigation of vineyards: materials of additional]*. *Ekologo-zbalansovane upravlinnya melioratyvny'my' landshaftamy': mizhnar. nauk.-prakt. konf. molody'x ucheny'x ta studentiv [Ecologically-balanced management of reclamation landscapes: scientific-practical conf. young scientists and students]*. Kherson, 2010, pp. 22–23.

17. Timiryazev, K.A. (1948). *Zemledelye y' fy'z'yologiya rasteny'j: sobr. sochinenij [Agriculture and plant physiology]*. Moscow, Selkhozizdat, 82 p.

18. Tetyorkina, O.M. (2010). *Zvit pro naukovodoslidnu robotu 38A.02-005. Doslidyty' procesy vodospozhyvannya, rozrobyty' novitni tekhnologiyi kraplynnogo zroshennya vy'nogradny'x nasadzen', matochny'kiv sadyvnogo materialu dlya rizny'x regioniv vy'nogradarstva (zaklyuchny'j) [Report on research work 38A.02-005. Deliver water filling processes, distribute new technological drip irrigation of vineyards, queen cells of planting material for different regions of viticulture (final)]*. Kyiv, 47 p.

19. Vlasov, V.V., Shty'rbu, A.V., Bulayeva, Yu. Yu. (2016). *Suchasny'j stan i tendencyi rozvytku galuzi vy'nogradarstva Ukrainy [Current state and tendencies of development*

of the viticulture branch of Ukraine]. Vy'nogradarstvo i vy'norobstvo: mizhvidomchy`j tematy`chny`j naukovy`j zbirny`k [Viticulture and winemaking: interdepartmental thematic scientific collection]. Odessa, NSC IviV them. VE Tairov, no. 53, pp. 62–67.

20. Shevchenko, I.V. (1986). Agronomy`cheskaya oценка rezhy`mov kapel`nogo orosheny`ya vy'nograda [Agronomic assessment of the regime of drip irrigation of grapes]. Vy`nodely`e y` vy'nogradarstvo SSSR [Winemaking and viticulture of the USSR], no. 3, pp. 6–8.

21. Shiklomanov, I.A. (1981). Razvy`ty`e orosheny`ya v my`re y` ego vly`yany`e na vodnyj balans [Development of irrigation in the world and its impact on water balance]. Sovremennye problemy gy`drology`y` oroshayemyx zemel` [Modern problems of hydrology of irrigated lands], no. 1, pp. 3–15.

22. Tsiskarishvili, A.V. (1988). Rezhy`m kapel`nogo orosheny`ya vy'nogradny`kov v uslovy`yax vostochnoj chasty` Gruzuy` [Drip irrigation regime of vineyards in the conditions of the eastern part of Georgia]. Voprosy mely`oracy`y` v gornyx y` predgornyx uslovy`yax [Reclamation issues in mountain and foothill conditions], pp. 158–162

23. Luni, K.S., Kalo, F., Giannini, B. (1985). Influence of irrigation on cultural features and productivity of wine regions in other regions. Bullo. IV, pp. 648–649.

24. Grimes, D.W., Williams, L.E. (1990). Influence of irrigation on water relations and productivity of seedless Trompson vines. Trim. Sc. pp. 255–260.

25. Keller, M. (2005). Deficiency of irrigation and mineral nutrition of the vine. I am. J. Enol. Viticult. no. 56, pp. 267–283.

#### Режимы капельного орошения винограда и их эффективность

Шевченко И.В., Мынкин Н.В., Мынкина А.А.

Исследовано влияние режимов капельного орошения винограда на урожайность винограда сорта Ркацители, эффективность использования поливной воды, формирование расходов природных, финансовых и энергетических ресурсов в условиях Юга Украины. Результаты исследования подтвердили, что урожайность ягод винограда не пропорциональна расходу поливной воды, а зависит от уровня влажности локального объема почвы в наиболее ответственные фазы развития. Установлено, что беспрепятственное влажное потребление растений в течение всего периода вегетации требует максимальных расходов поливной воды в пределах 1134 м<sup>3</sup>/га и ресурсов для обеспечения высокого уровня передполивной влажности почвы, при этом урожайность насаждений возросла только на 45–47 % по сравнению с неорошаемым контролем.

Режим влажности почвы в течение первой половины вегетации существенного влияния на количество плодовых побегов, показатели их плодородности не имел. Наиболее существенное влияние порогов доступности влаги активного слоя почвы проявилось в процессе формирования урожая ягод. Суммарный эффект взаимодействия факторов: высокой влажности почвы, большего

количества плодовых побегов, их повышенной плодородности и большая средняя масса гроздьев обеспечили и наибольшую урожайность ягод винограда, которая составила 11,3–11,7 т/га, или на 47,4 % больше контрольного участка. В условиях экономного режима орошения на уровне 100–70 % НВ на протяжении всего периода вегетации растений средняя урожайность ягод составила 10,7 т/га, что превышает на 37,1 % аналогичные показатели контрольного участка.

Детальный анализ полученных результатов опыта показывает, что режим орошения по-разному влияет на эффективность использования главного ресурса – поливной воды, расходы которой на формирование 1 т урожая ягод при беспрепятственном поступлении влаги (100–80 % НВ) в течение вегетации винограда составляют 476 м<sup>3</sup>/т. Наиболее экономно используется поливная вода в режим орошения на уровне 100–70 % НВ, что сокращает удельные расходы воды до 266 м<sup>3</sup>/т. На участке этого варианта урожайность ягод составила 10,5 т/га, то есть уменьшилась на 8,6 %, при этом удельные расходы воды сократились на 38,3 % по сравнению с аналогичными показателями участка с беспрепятственным поступлением влаги.

**Ключевые слова:** виноград, Ркацители, капельное орошение, урожайность ягод, режим орошения, дефицит влаги, поливная вода.

#### Grapes drip irrigation regimes and their efficiency

Shevchenko I., Mynkin M., Mynkina A.

The influence of drip irrigation regimes on the yield of Rkatsiteli grapes, the efficiency of irrigation water use, the formation of costs of natural, financial and energy resources in the South of Ukraine has been studied. The results of the study confirmed that the yield of grapes is not proportional to the consumption of irrigation water, but depends on the level of moisture in the local soil volume in the most important phases of development. It was found out that plants unimpeded water consumption during the entire growing season requires maximum (within 1134 m<sup>3</sup>/ha) irrigation water consumption and resources to ensure a high level of irrigation soil moisture, while plant yields increased by only 45–47 % compared to non-irrigated control.

The regime of soil moisture during the first half of the growing season did not have a significant effect on the number of fruit shoots that are indicators of their fertility. The most significant influence of moisture availability thresholds of the active layer of soil was manifested in the process of berry harvest formation. The total effect of the interaction of factors such as high soil moisture, more fruit shoots, their high fruiting and high average weight of the bunch provided the highest yield of grapes, which amounted to 11.3–11.7 t/ha, or 47.4 % more than with a control area. In the conditions of the economical irrigation regime, at the level of 100–70 % of HB during the whole period of vegetation of plants, the average yield of berries was 10.7 t/ha, which exceeds by 37.1 % similar indicators of the control area.

A detailed analysis of the results of the experiment shows that the irrigation regime differently affects the ef-

iciency of the main resource-irrigation water, the cost of which for the formation of 1 ton of berries with unimpeded moisture (100–80 % HB), during the growing season, is 476 m<sup>3</sup>/t. The most economically used irrigation water in the economical irrigation mode at the level of 100–70 % HB reduces the specific water consumption to 266 m<sup>3</sup>/t. In the area

of this variant, the yield of berries was 10.5 t/ha, ie decreased by 8.6 %, while the specific water consumption decreased by 38.3 %, compared with similar indicators of the area with unimpeded inflow of moisture.

**Key words:** grapes, Rkatsiteli, drip irrigation, berry yield, irrigation regime, moisture deficiency, irrigation water.



Copyright: Шевченко І.В., Минкін М.В., Минкіна Г.О. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Шевченко І.В.

Минкін М.В.

Минкіна Г.О.

<https://orcid.org/0000-0002-8518-4413>

<https://orcid.org/0000-0002-2694-7927>

<https://orcid.org/0000-0003-2240-9301>




## АГРОНОМІЯ

УДК 634.11: 631.452: 631.8

**Продуктивність і економічна ефективність вирощування насаджень груші за оптимізованого удобрення**Яковенко Р.В. 

Уманський національний університет садівництва

 Яковенко Р.В. E-mail: plodroma@ukr.net

Яковенко Р.В. Продуктивність і економічна ефективність вирощування насаджень груші за оптимізованого удобрення. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 193–199.

Yakovenko R. Productivity and economic efficiency of pear-tree plantations under optimized fertilization. «Agrobiologia», 2021. no. 2, pp. 193–199.

Рукопис отримано: 08.11.2021 р.  
Прийнято: 23.11.2021 р.  
Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-193-199

Сучасні технології вирощування насаджень зерняткових культур передбачають високу ефективність виробництва продукції плодівництва за оптимізації мінерального живлення дерев. Досліджено підвищення врожайності та економічної ефективності плодів за оптимізованого удобрення дерев груші в повторно вирощуваному незрошуваному насажденні.

Розглянуто результати досліджень впливу оптимізованого удобрення на урожайність, якість плодів і економічну ефективність вирощування груші за повторно вирощуваних дерев сортів Конференція та Основ'янська (на вегетативній айва А підщепі) в різні вікові періоди росту та плодоношення. Норми азотних і калійних добрив розраховано за результатами агрохімічних аналізів ґрунту в таких кількостях, щоб компенсувати нестачу N–NO<sub>3</sub> (за нітрифікаційною здатністю ґрунту) та доступних для живлення рослин форм K<sub>2</sub>O і довести їх уміст до оптимальних рівнів, встановлених дослідженнями для яблуні та рекомендованих для груші.

Встановлено, що найвищу врожайність дерев дослідних сортів груші Конференція й Основ'янська забезпечує удобрення з додатковим внесенням азотного і азотно-калійного добрив (фон+N<sub>30</sub>, фон+N<sub>30</sub>K<sub>30</sub>), відповідно, на 27,2 і 36,7, 29,8 і 36,1 % більше, ніж урожай з неудобрюваних дерев, і на 0,6 і 2,6, 4,7 і 4,2 % – з удобрюваних за щорічного внесення N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> (виробничий контроль), де було менш збалансоване співвідношення азоту, фосфору та калію у живленні рослин, хоч сумарна кількість добрив більша.

Удобрення є провідним чинником у формуванні прибутковості агроценозу груші. Використання різних сортів і способів внесення добрив у насажденнях груші впливає на економічні показники виробництва плодів у різні вікові періоди росту та плодоношення.

**Ключові слова:** груша, сорти, удобрення, урожайність, товарна якість, прибуток, рентабельність.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Сучасні технології вирощування насаджень зерняткових культур передбачають високу ефективність виробництва продукції плодівництва за оптимізації мінерального живлення дерев. Діагностування вимог плодівних культур до мінерального живлення неможливе без урахування умов ґрунтового середовища, для чого необхідне запровадження моніторингу потреб груші в окремих елементах живлення. Лише на такій основі у разі належного догляду за деревами можна отримати максимальну вро-

жайність якісних плодів у насажденнях різної конструкції [1–3].

Оптимізоване удобрення є одним із головних агрозаходів інтенсивної технології вирощування плодівних насаджень. Воно активізує фотосинтез, покращує диференціацію плодівних утворень, що позитивно впливає на врожайність насаджень і товарну якість плодів, особливо за повторної культури вирощування [4, 5].

Культура груші, порівнюючи з яблунею, має певні особливості за інтенсивної техно-

логії вирощування, що пов'язано з вимогами до кліматичних умов. Її дерева менш стійкі до морозів, а квіти частіше пошкоджуються морозами через більш раннє цвітіння. У зв'язку з цим вона потребує посиленого живлення елементами, які позитивно впливають на визрівання тканин різних органів, для підвищення їх стійкості до низьких температур у зимовий період [6, 7].

Загальний винос NPK у розрахунку на створення однієї тони плодів груші становить, відповідно, 1,75, 0,76 і 2,51 кг, тимчасом яблуні – 1,46, 0,48 і 1,79 кг за рівного врожаю плодів. Насадження груші забирає з ґрунту більше елементів живлення, особливо калію, від якого залежить якість генеративних бруньок, розміри плодів, їх колір та смак [8]. Це підтверджується дослідженнями, проведеними в різних ґрунтово-кліматичних умовах [9-11].

Основною метою садівничих господарств є отримання найвищої врожайності з одиниці площі якісних плодів. Правильне науково обґрунтоване внесення добрив у садах забезпечує значне підвищення (до 50 %) врожайності насаджень. Водночас забезпечується належна економічна ефективність застосування добрив, де насадження високоефективних конструкцій можуть реалізувати свій потенціал високої продуктивності [12-17].

Отже, питання підвищення продуктивності насаджень груші в різні вікові періоди вирощування та віддачі капіталовкладень з максимальною прибутковістю залежно від оптимізованого удобрення є актуальним і потребує подальших досліджень.

**Мета дослідження** – підвищення врожайності та економічної ефективності плодів за оптимізованого удобрення дерев груші в повторно вирощуваному незрошуваному насажденні.

**Матеріал і методи дослідження.** Для уточнення параметрів оптимізованих фонів мінерального живлення, встановлених проблемною науково-дослідною лабораторією Уманського НУС для яблуні і рекомендованих для груші, проводили дослідження з вивчення продуктивності груші, вирощуваної на таких оптимізованих фонах, створюваних за внесення розраховуваних як для яблуні норм добрив, порівнюючи з нормами, що пропонують для насаджень груші в зональних рекомендаціях (виробничий контроль), та з варіантами додаткового внесення добрив до оптимізованого фону. Дослідний сад з двома сортами груші Конференція та Основ'янська посаджено в 2007 році на площі розкорчованого старого грушевого саду з розміщенням дерев 5x3 м, і

в 2010 р. закладено дослід за такою схемою: 1) без удобрення (абсолютний контроль); 2)  $N_{90}P_{60}K_{90}$  (виробничий контроль); 3) розраховувані норми добрив (фон); 4) фон +  $N_{30}$ ; 5) фон +  $N_{30}K_{30}$ ; 6) фон +  $N_{30}P_{30}K_{30}$ . Варіанти закладено в трьох повтореннях з рендомізованим розміщенням ділянок, на кожній з яких вирощується по п'ять облікових дерев.

На удобрюваних ділянках відповідних варіантів фосфорні та калійні добрива вносили восени під переорювання чи дискування, азотні – навесні під культивування ґрунту в міжряддях. Ґрунт у незрошуваному дослідному саду утримували за паровою системою.

Дослідження виконували за загальноприйнятими методиками. Розрахунок показників економічної ефективності проводили згідно з рекомендаціями Інституту садівництва НААН України [18-20].

**Результати дослідження та обговорення.** Залежно від показників у період росту і плодоношення (2010–2012 рр.), коли нарощувалась вегетативна маса надземних органів на молодих деревах, формувалась різна врожайність плодів на ділянках досліджуваних варіантів удобрення (табл. 1). У середньому в 2010–2012 рр. за удобрення груші сорту Конференція розраховуваними нормами добрив для створення оптимальних рівнів їх мінерального живлення (фон), вона істотно перевищувала показники урожайності в абсолютному та виробничому контрольних варіантах, відповідно, на 1,2 та 0,4 т/га, а за додаткового внесення до фону  $N_{30}K_{30}$  її рівень був істотно вищим, ніж у фоновому варіанті. Молоді дерева сорту Основ'янська менш інтенсивно вступали в плодоношення, а їх середня врожайність була в межах 1,7–2,3 т/га. У варіантах з удобренням вона також була істотно вища, ніж на неудобрюваних ділянках абсолютного контролю, а порівняно з виробничим контролем перевищення було неістотним у всіх інших дослідних варіантах з удобренням (табл. 2).

У період плодоношення і росту (2013–2019 рр.) врожайність сорту Конференція в усіх дослідних варіантах з удобренням була істотно вищою – на 2,7–3,6 т/га, а сорту Основ'янська – на 3,9–5,4 т/га порівняно з її показниками на неудобрюваних контрольних ділянках. А в усіх варіантах із удобренням урожайність істотно не відрізнялась. У цей період більш урожайним виявився сорт Основ'янська, на відміну від попереднього періоду росту і плодоношення, коли урожайнішим був сорт Конференція. У сорту Конференція врожайність у досліджуваних варіантах була в межах 8,1–11,3 т/га, а сорту Основ'янська – 10,3–14,2 т/га.

Таблиця 1 – Урожайність насаджень груші за оптимізованого удобрення

Сорт	Варіант удобрення	Вікові періоди плодоношення дерев			
		росту і плодоношення 2010–2012 рр.		плодоношення і росту 2013–2019 рр.	
		т/га	%	т/га	%
Конференція	Без удобрення (контроль);	3,8	100,0	12,1	100,0
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> (виробничий контроль)	4,6	121,1	15,3	126,5
	Розраховувані норми добрив (фон)	5,0	131,6	14,8	122,3
	Фон + N <sub>30</sub>	4,9	129,0	15,4	127,3
	Фон + N <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	5,4	142,1	15,7	129,8
	Фон + N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	4,9	129,0	15,2	125,6
Основ'янська	Без удобрення (контроль)	1,7	100,0	14,7	100,0
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> (виробничий контроль)	2,3	135,3	19,2	130,6
	Розраховувані норми добрив (фон)	2,4	141,2	18,6	126,5
	Фон + N <sub>30</sub>	2,4	141,2	20,1	136,7
	Фон + N <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,3	135,3	20,0	136,1
	Фон + N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,3	135,3	19,9	135,4
<i>HIP<sub>05</sub></i>		1,2	-	2,2	-

У період плодоношення й росту дослідних сортів груші Конференція та Основ'янська між їх урожайністю і вмістом у ґрунті N–NO<sub>3</sub> та K<sub>2</sub>O виявлено сильну пряму кореляцію – відповідно коефіцієнт кореляції становив 0,76 (±0,13) і 0,85 (±0,08) та 0,72 (±0,15) і 0,79 (±0,11), а з вмістом P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> кореляція була слабкою.

Варто зазначити, що за весь 10-річний період плодоношення сумарний урожай плодів Конференції на підщепі айва А в контрольному

варіанті без удобрення становив 96,5 т/га, виробничому контролю N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> – 121,1, варіанті фон + N<sub>30</sub> – 122,6, фон + N<sub>30</sub>K<sub>30</sub> – 126,1 та фон + N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> – 121,3 т/га, а сорту Основ'янська, відповідно, 108,1, 140,8, 147,9, 146,8 і 146,1 т/га.

Отже, сумарна врожайність груші обох сортів була найбільшою за додаткового внесення азоту і калію на фоні доведення до оптимального вмісту в ґрунті азоту за нітрифікаційною здатністю, як для яблуні.

Таблиця 2 – Усереднені дані врожайності груші для досліджуваних чинників (результати дисперсійного аналізу), т/га

Вікові періоди	Сорт			Варіант удобрення						
	K*	O	<i>HIP<sub>05</sub></i>	1	2	3	4	5	6	<i>HIP<sub>05</sub></i>
росту і плодоношення 2010–2012 рр.	4,8	2,2	0,4	2,8	3,4	3,7	3,7	3,9	3,6	0,8
плодоношення і росту 2013–2019 рр.	14,8	18,8	0,8	13,4	17,3	16,7	17,8	17,9	17,6	1,6

**Примітка:** К – Конференція; О – Основ'янська; 1 – без удобрення (контроль); 2 – N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> (виробничий контроль); 3 – розраховувані норми добрив (фон); 4 – фон + N<sub>30</sub>; 5 – фон + N<sub>30</sub>K<sub>30</sub>; 6 – фон + N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>.

Якісні показники плодів груші також залежали від варіантів удобрення та сортових особливостей (табл. 3). Так, середня маса плодів сорту Конференція на молодих деревах за ще низького врожаю найбільшою була на ділянках варіанта з внесенням розраховуваних норм добрив – 193,4 г, а сорту Основ'янська – на деревах виробничого контролю за удобрення  $N_{90}P_{60}K_{90}$  – 191,7 г. Однак перевищення її було неістотне порівняно з плодами в інших варіантах. У період плодоношення і росту плоди сорту Конференція в усіх досліджуваних варіантах були дещо менші, ніж в попередній період за меншої врожайності, та за середньою масою вони істотно не відрізнялися. Плоди сорту Основ'янська в цей період збільшилися в усіх варіантах, однак істотної різниці між ними не виявлено.

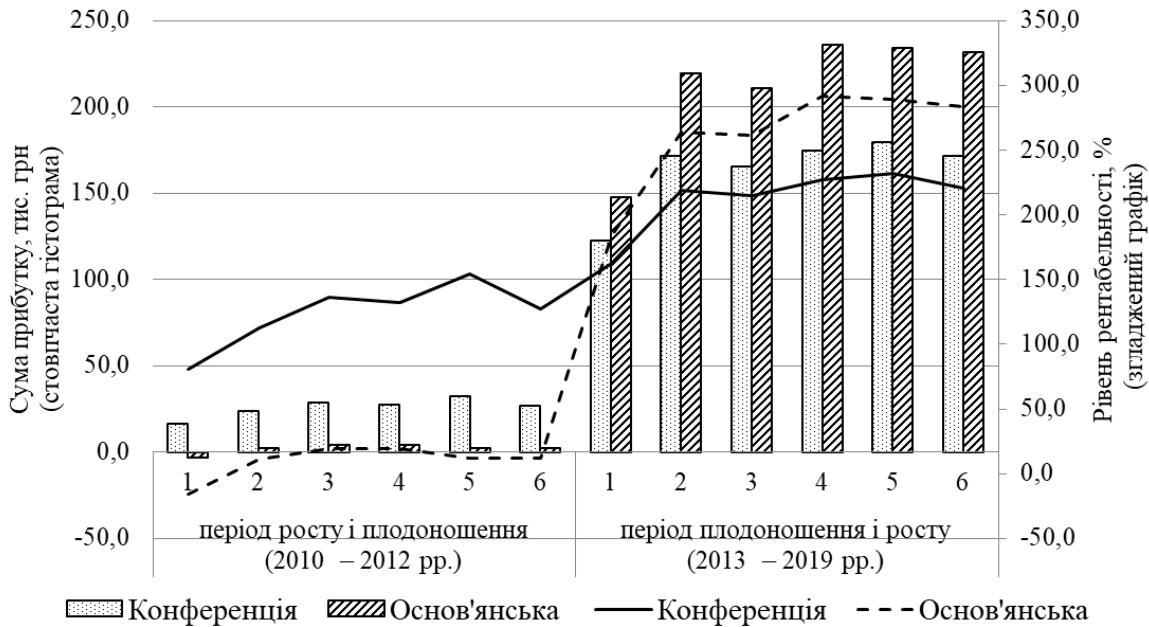
Аналіз показників товарної якості свідчить, що плоди вищого і першого товарних сортів становили більшу частину отриманого врожаю. В середньому за 2010–2019 рр. істотних відмінностей між цими показниками якості плодів у варіантах досліді не спостерігалось. Виявилась лише тенденція до збільшення товарності плодів у варіантах з удобренням порівняно з контрольним без удобрення.

У ході проведення досліджень встановлено, що на прибуток і рівень рентабельності впливали варіанти удобрення, врожайність дерев та ціна плодів (рис. 1).

У період росту і плодоношення кращими економічними показниками вирізнявся сорт Конференція порівняно з Основ'янська, що зумовлювалося більшою врожайністю дерев. Найбільший прибуток від реалізації плодів вищого і першого товарного сорту забезпечив варіант фон +  $N_{30}K_{30}$  – на рівні 32,3 тис. грн/га, а рентабельність становила 154,0 %. Починаючи з 2013 р. (періоду плодоношення і росту), показники економічної ефективності різко зростають, і сад приносить значний прибуток. Особливо виділяється сорт Основ'янська, де внесення добрив сприяло збільшенню прибутку на 42,9–59,9 %, а сорту Конференція – 35,2–46,9 %. Найменший прибуток від реалізації плодів груші обох сортів отримано у контрольному варіанті без добрив (12,23–14,74 тис. грн/га), оскільки урожайність дерев і товарні якості плодів тут були найнижчі. Найбільші показники були за додаткового внесення  $N_{30}$  і  $N_{30}K_{30}$  до фону оптимізованого удобрення, розраховуваними дозами добрив за показниками агрохімічних аналізів ґрунту.

Таблиця 3 – Середня маса плодів груші та сумарний вихід їх вищого і першого товарних сортів за різного удобрення

Сорт	Варіант удобрення	Середня маса плоду, г	Вихід товарних плодів, %	Середня маса плоду, г	Вихід товарних плодів, %
		середнє за 2010–2012 рр.		середнє за 2013–2019 рр.	
Конференція	Без удобрення (контроль);	188,3	84,3	155,9	84,1
	$N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль)	186,0	86,5	161,7	84,2
	Розраховувані норми добрив (фон)	193,4	88,9	155,0	85,2
	Фон + $N_{30}$	186,7	87,3	159,2	84,8
	Фон + $N_{30}K_{30}$	190,5	87,7	160,6	85,8
	Фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$	188,2	87,9	164,3	85,7
Основ'янська	Без удобрення (контроль)	189,1	85,3	222,1	83,3
	$N_{90}P_{60}K_{90}$ (виробничий контроль)	191,7	86,5	227,9	85,0
	Розраховувані норми добрив (фон)	185,0	86,8	225,2	84,8
	Фон + $N_{30}$	183,1	87,5	222,1	85,5
	Фон + $N_{30}K_{30}$	190,4	88,0	222,0	85,3
	Фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$	182,5	87,0	221,2	85,5
<i>НІР<sub>05</sub></i>		18	8,1	19	8,0



1. Без удобрення (контроль); 2.  $N_{90}P_{60}K_{90}$  (виробничий контроль); 3. Розраховані норми добрив (фон); 4. Фон +  $N_{30}$ ; 5. Фон +  $N_{30}K_{30}$ ; 6. Фон +  $N_{30}P_{30}K_{30}$ .

Рис. 1. Економічна ефективність вирощування насаджень і виробництва плодів груші в різні вікові періоди росту і плодоношення за різного удобрення.

**Висновки.** Найвищу врожайність дерев дослідних сортів груші Конференція й Основ'янська забезпечує удобрення з додатковим внесенням азотного і азотно-калійого добрив (фон+ $N_{30}$ , фон+ $N_{30}K_{30}$ ), відповідно, на 27,2 і 36,7, 29,8 і 36,1 % більше, ніж урожай з неудобрюваних дерев, і на 0,6 і 2,6, 4,7 і 4,2 % – з удобрюваних за щорічного внесення  $N_{90}P_{60}K_{90}$  (виробничий контроль), де було менш збалансоване співвідношення азоту, фосфору і калію у живленні рослин, хоч сумарна кількість добрив більша.

Середня маса плодів груші більшою мірою залежала від сорту, ніж від удобрення. Спостерігається збільшення маси плоду на ділянках варіантів з удобренням, хоча порівняно з контролем воно було неістотним. Товарна якість за різного удобрення також істотно не змінювалася.

Удобрення є провідним чинником у формуванні прибутковості агроценозу груші. Використання різних сортів і способів внесення добрив у насадженнях груші впливає на економічні показники виробництва плодів у різні вікові періоди росту та плодоношення.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Effects of different long-term fertilization patterns on Fuji apple yield, quality, and soil fertility on Weibei Dryland, Shaanxi Province of Northwest China / Zhao ZP et al. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*. 2013 Nov; 24(11):3091-8.
2. Wang Na, Joost Wolf, Zhang Fu-suo. Towards sustainable intensification of apple production in China – Yield gaps and nutrient use efficiency in apple farming systems. *Journal of Integrative Agriculture* 2016, 15(4). P. 716–725
3. Копитко П.Г. Грунтові умови і продуктивність насаджень яблуні. *Науковий Вісник НУБіП*. 2012. Вип. 180. С. 200–209.
4. Копитко П.Г., Петренко С.О., Слюсаренко В.С. Урожайність і якість плодів груші за вирощування на різних фонах удобрення та позакореневого підживлення. *Вісник УНУС*. 2018. №1. С. 72-77. DOI: 10.31395/2310-0478-2018-1-72-77
5. Копитко П.Г. Яковенко Р.В. Грунтові умови та врожайність повторно вирощуваного яблуневого саду за довготривалого удобрення. *Зб. наук. праць УНУС*. 2021. № 98. С. 34-47. DOI: 10.31395/2415-8240-2021-98-1-34-47
6. Wawrzynczak P., Wojcik P. Nawozienie doglebowe. *Sad*. 2012. №3. P. 60–65.
7. He pear tree response to phosphorus and potassium fertilization / Brunetto G. et al. *Solos e Nutrição. Rev. Bras*. 2015. 37 (2). DOI: 10.1590/0100-2945-027/14
8. Productivity of Pear Plantings Depending on the Content of Main Macroelements (n, p, k) in the Soil after Optimized Fertilization / Yakovenko R.V. et al. *Indian Journal of Agricultural Research*. 2020. Vol. 54. P. 77–82. DOI: 10.18805/IJAR.A-454.
9. Potassium fertilization effects on quality, economics, and yield in a pear orchard / Sete P.B. et al. *Agronomy Journal*. 2020. Vol. 112. DOI: 10.1002/agj2.20235

10. Jadczyk-Tobjasz E., Zygmontowska K. Reakcja gruszy na zróżnicowane nawożenie potasem w zależności od odmiany, podkładki i nawadniania. W Czynniki wpływające na plonowanie i jakość owoców roślin sadowniczych. 2008. P. 147–168.

11. Sosna I. Wpływ dwóch klonów pigwy oraz dwóch sposobów prowadzenia drzew na wzrost i owocowanie kilku odmian gruszy. Zesz. Nauk. Inst. Sadow. Kwiac. 2000. № 8. P. 209–216.

12. Нестерчук Ю.О., Тупчий О.С. Економічне обґрунтування інноваційно-інтенсивних систем ведення садівництва. Зб. наук. праць УНУС. Умань. 2015. Вип. 87. Ч. 2: Економіка. С. 96–106.

13. Рудько В.А. Ефективність промислового саду. Сад, виноград і вино України. № 1–2. 2005. С. 16–18.

14. Мельник В.І., Погрішук Г.Б. Економічне зростання садівництва України в контексті інноваційного розвитку. Науковий вісник Полісся. Том. 2. № 1(13). 2018. С. 8–15.

15. Features of Formation of Organizational-Integrative Processes In Horticulture. Proceedings of the 35th International Business Information Management Association Conference «Education Excellence and Innovation Management: A 2025 Vision to Sustain Economic Development during Global Challenges» / Sokoliuk S. et al. 1–2 April 2020. Seville, Spain. P. 14259–14266

16. Мельник О.В. Інтенсивний сад: закладання і догляд. Новини садівництва. Ч. 1. №3. 2017. С. 4–8.

17. Уланчук В.С., Жарун О.В., Тупчий О.В. Економічна суть інтенсифікації садівництва. Національна економіка. Інтелект XXI. № 2. 2020. С. 109–113. DOI: 10.32782/2415-8801/2020-2.21

18. Кондратенко П.В., Бублик М.О. Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами. Київ. 1996. 95 с.

19. Основи наукових досліджень в агрономії / В.О. Єщенко та ін. Вінниця. 2014. 332 с.

20. Методика економічної та енергетичної оцінки типів плодоягідних насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві / за ред. О.М. Шестопаля. К. 2006. 140 с.

## REFERENCES

1. Zhao, ZP, Tong, YA, Liu, F, Wang, XY. (2013). Effects of different long-term fertilization patterns on Fuji apple yield, quality, and soil fertility on Weibei Dryland, Shaanxi Province of Northwest China. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao. 24(11), pp. 3091–8.

2. Wang, Na, Joost, Wolf, Zhang, Fu-suo. (2016). Towards sustainable intensification of apple production in China – Yield gaps and nutrient use efficiency in apple farming systems. Journal of Integrative Agriculture. 15(4), pp. 716–725.

3. Kopytko, P.H. (2012). Gruntovi umovy i produktyvnist' nasadzen' jabluni [Soil conditions and productivity of apple-tree plantations]. Naukovyj Visnyk NUBiP [Proc. of NUBaP], no. 180, pp. 200–209.

4. Kopytko, P.H., Petrenko, S.O., Sliusarenko, V.S. (2018). Urozhajnist' i jakist' plodiv grushi za vyroshhuvannya na riznyh fonah udobrennja ta pozakorenevego pidzhyvlennja [Yield capacity and pear fruit quality when grown on different

fertilization backgrounds and top dressing]. Visnyk UNUS [Proc. of UNUH], no. 1, pp. 72–77. DOI: 10.31395/2310-0478-2018-1-72-77

5. Kopytko, P.H., Yakovenko, R.V. (2021). G'runtovi umovy ta vrozhajnist' povtorno vyroshhuvanogo jablunevogo sadu za dovgotryvalogo udobrennja [Soil conditions and yield capacity of replant apple orchard under long-term fertilization]. Zb. nauk. prac' UNUS [Proc. of UNUH], no. 98, pp. 34–47. DOI: 10.31395/2415-8240-2021-98-1-34-47

6. Wawrzyniczak, P., Wojcik, P. (2012). Nawozenie doglebowe. Sad. no. 3, pp. 60–65.

7. Brunetto, G, Navavitor, G, Ambrosini, G., Comin, J.J., Kaminski, J. (2015). He pear tree response to phosphorus and potassium fertilization. Solos e Nutrição. Rev. Bras. 37 (2). DOI: 10.1590/0100-2945-027/14

8. Yakovenko, R.V., Kopytko, P.G., Petrishina, I.P., Butsyk, R.M., Borysenko, V.V. (2020). Productivity of Pear Plantings Depending on the Content of Main Macroelements (n, p, k) in the Soil after Optimized Fertilization. Indian Journal of Agricultural Research. Vol. 54, pp. 77–82. DOI: 10.18805/IJArE.A-454.

9. Sete, P.B., Ciotta, M.N., Nava, G., Stefanello, L.d.O., Brackmann, A., Berghetti, M.R.P., Cadoná, E.A. and Brunetto, G. (2020). Potassium fertilization effects on quality, economics, and yield in a pear orchard. Agronomy Journal. Vol. 112. DOI: 10.1002/agi2.20235

10. Jadczyk-Tobjasz E., Zygmontowska K. (2008). Reakcja gruszy na zróżnicowane nawożenie potasem w zależności od odmiany, podkładki i nawadniania. W Czynniki wpływające na plonowanie i jakość owoców roślin sadowniczych. pp. 147–168.

11. Sosna, I. (2000). Wpływ dwóch klonów pigwy oraz dwóch sposobów prowadzenia drzew na wzrost i owocowanie kilku odmian gruszy. Zesz. Nauk. Inst. Sadow. Kwiac. no. 8, pp. 209–216.

12. Nesterchuk, Yu.O., Tupchiiy, O.C. (2015). Ekonomichne obgruntuvannya innovacijno-intensywnykh system vedennja sadivnyctva [Economic grounds of innovation-intensive systems of horticulture management]. Zb. nauk. prac' UNUS [Proc. of UNUH]. Uman, no. 87, pp. 96–106.

13. Rudiev, V.A. (2005). Efektyvnist' promysloвого sadu [Efficiency of industrial orchard]. Sad, vynuhrad i vyno Ukraïny [Orchard, grapes and wine of Ukraine], no. 1–2, pp. 16–18.

14. Melnyk, V.I., Pohrishcheuk, H.B. (2018). Ekonomichne zrostantnja sadivnyctva Ukraïny v konteksti innovacijnogo rozvytku [Economic growth of horticulture of Ukraine in the context of innovation development]. Naukovyj visnyk Polissja [Scientific bulletin of Polissia], no. 1(13), pp. 8–15.

15. Sokoliuk, S., Blenda, N., Tupchiiy, O., Nepochatenko, O., Ulanчук, V., Yakovenko, R. (2020). Features of Formation of Organizational-Integrative Processes In Horticulture. Proceedings of the 35th International Business Information Management Association Conference «Education Excellence and Innovation Management: A 2025 Vision to Sustain Economic Development during Global Challenges». 1–2 April 2020. Seville, Spain, pp. 14259–14266.

16. Melnyk, O.V. (2017). Intensyvnyj sad: zakladannja i dogljad [Intensive orchard]. Novyny sadivnyctva [News of horticulture], no. 3, part 1, pp. 4–8.

17. Ulanchuk, V.S., Zharun, O.V., Tupchii, O.V. (2020). Ekonomichna sut' intensyfikacii' sadivnyctva [Economic essence of the intensification of horticulture]. Nacional'na ekonomika. Intellect XXI [Journal of National economics. Intellect of XXI], no. 2, pp. 109-113. DOI: 10.32782/2415-8801/2020-2.21

18. Kondratenko, P.V., Bublyk, M.O. (1996). Metodyka provedennja pol'ovyh doslidzhen' z plodovymy kul'turamy [Methodology of conducting field trials with fruit crops]. Kyiv, 95 p.

19. Yeshchenko, V.O. (2014) Osnovy naukovykh doslidzhen' v agronomii' [Principles of scientific research in agronomy]. Vinnytsia, 332 p.

20. Shestopal, O.M. (2006). Metodyka ekonomichnoi' ta energetychnoi' ocinky typiv plodojagidnyh nasadzen', sortiv, investycij v osnovnyj kapital, innovacij ta rezul'tativ tehnologichnyh doslidzhen' u sadivnyctvi [Methodology of economic and energy evaluation of the types of fruit-berry plantations, cultivars, investments into fixed assets, innovations and results of technological research in horticulture]. Kyiv, 140 p.

### Продуктивность и экономическая эффективность выращивания насаждений груши при оптимизированном удобрении

Яковенко Р.В.

Современные технологии выращивания насаждений семечковых культур предполагают высокую эффективность производства продукции плодового при оптимизации минерального питания деревьев. Исследовано повышение урожайности и экономической эффективности плодов при оптимизированном удобрении деревьев груши в повторно выращиваемом неорощаемом насаждении.

Рассмотрены результаты исследований влияния оптимизированного удобрения на урожайность, качество плодов и экономическую эффективность выращивания груши при повторно выращиваемых деревьях сортов Конференция и Основнаянская (на вегетативной айве А подвое) в разные возрастные периоды роста и плодоношения. Нормы азотных и калийных удобрений рассчитаны по результатам агрохимических анализов почвы в таких количествах, чтобы компенсировать недостаток  $N-NO_3$  (по нитрификационной способности почвы) и доступных для питания растений форм  $K_2O$  с доведением их содержания до оптимальных уровней, установленных исследованиями для яблони и рекомендованных для груши.

По результатам исследований установлено, что наибольшую урожайность деревьев опытных сортов груши Конференция и Основнаянская обеспечивают удобрения с дополнительным внесением азотного и азотно-калийного

удобрений (фон+ $N_{30}$ , фон+ $N_{30}K_{30}$ ), соответственно на 27,2 и 36,7, 29,8 и 36,1 % больше, чем урожай с неудобренных деревьев, и на 0,6 и 2,6, 4,7 и 4,2 % – с удобренных при ежегодном внесении  $N_{90}P_{60}K_{90}$  (производственный контроль), где было менее сбалансировано соотношение азота, фосфора и калия в питании растений, хотя суммарное количество удобрений больше. Удобрение является ведущим фактором в формировании доходности агроценоза груши.

**Ключевые слова:** груша, сорта, удобрение, урожайность, товарное качество, прибыль, рентабельность.

### Productivity and economic efficiency of pear-tree plantations under optimized fertilization

Yakovenko R.

Modern technologies of cultivation of seed crops plantations imply high efficiency of fruit production while optimizing mineral nutrition of trees. The aim of the research is to increase fruit yield and economic efficiency under optimized fertilization of pear trees in a re-growing rain-fed plantation.

The results of the research, carried out to study the effect of optimized fertilization on yield capacity, fruit quality and economic efficiency of replant pear-tree cultivation, cultivars Conference and Osnovianska (on vegetative rootstock quince A) in different age periods of growth and fruiting, were considered. Based on the results of agro-chemical analyses, the rates of nitrogen and potassium fertilizers were calculated in the way to compensate the lack of  $N-NO_3$  (by a nitrification ability of the soil) and forms of  $K_2O$ , available for plant nutrition, and to make their content equal to optimal levels, scientifically established for apple-tree and recommended for pear-tree plantations.

It was found out that the highest yield capacity of the studied pear-trees was recorded with additional application of nitrogen and nitrogen-potassium fertilizers (background+ $N_{30}$ , background+ $N_{30}K_{30}$ ); it was higher by 27.2 and 36.7, 29.8 and 36.1 %, respectively, as compared with the yield capacity of unfertilized trees, and it was higher by 0.6 and 2.6, 4.7 and 4.2 % for the fertilized trees with the annual application of  $N_{90}P_{60}K_{90}$  (production control); there the correlation of nitrogen, phosphorus and potassium of plant nutrition was less balanced, the total amount of fertilizers was larger though.

Fertilization is a leading factor in the formation of the profitability of pear-tree agrocenosis. The use of various cultivars and practices to apply fertilizers in pear-tree plantations has an impact on the economic indicators of fruit production in different age periods of growth and fruiting.

**Key words:** pear-tree, varieties, fertilization, yield capacity, marketable quality, revenue, profitability.



Copyright: Яковенко Р.В. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:  
Яковенко Р.В.

<https://orcid.org/0000-0001-7263-7092>

УДК 631.4:631.86:636.2(477.42)

## Агроекологічне навантаження на сільські селітебні території Житомирської області як чинник вмісту нітрогену у питній воді

Валерко Р.А. , Герасимчук Л.О. 

Поліський національний університет

 Валерко Р.А. E-mail: valerko\_ruslana@ukr.net



Валерко Р.А., Герасимчук Л.О. Агроекологічне навантаження на сільські селітебні території Житомирської області як чинник вмісту нітрогену у питній воді. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 200–207.

Valerko R., Herasymchuk L. Agroecological load on rural residential areas of Zhytomyr region as a factor of nitrogen content in drinking water. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 200–207.

Рукопис отримано: 27.09.2021 р.

Прийнято: 12.10.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-200-207

Досліджено вміст сполук нітрогену у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських селітебних територій Житомирської області та вивчено залежності їх вмісту за такими агроекологічними показниками як: площа сільськогосподарських угідь, що знаходяться у володінні та користуванні сільськогосподарських підприємств, внесення мінеральних та органічних добрив під посіви сільськогосподарських культур та кількість поголів'я великої рогатої худоби на територіях досліджуваних районів. Дослідження проходили на території нових укрупнених районів Житомирської області, аналіз питної води на вміст сполук нітрогену здійснювали на базі вимірювальної лабораторії Поліського національного університету за загальноприйнятими методиками, якість ґрунтових вод визначали за сумарним коефіцієнтом комплексного забруднення. Установлено, що на території Бердичівського району протягом 2020 року було внесено найбільшу кількість мінеральних добрив, що дорівнювало 63719 ц, а найбільшу кількість органічних добрив було використано на території Новоград-Волинського району – на рівні 32358 т. Аналіз питної води джерел нецентралізованого водопостачання показав, що серед нітрогеновмісних сполук перевищення зафіксовано лише для нітратів, причому ця тенденція була характерною для усіх досліджуваних районів. Критичною виявилась ситуація для Бердичівського району, де середній вміст нітратів у питній воді був на рівні 129,8 мг/дм<sup>3</sup>, що перевищує норматив у 2,6 раза. Ґрунтові води, за коефіцієнтом комплексного забруднення, усіх районів є досить чистими. Доведено сильні кореляційні зв'язки між вмістом у питній воді нітратів і внесенням мінеральних та органічних добрив і слабкі зв'язки із показниками площі сільгоспугідь, що знаходяться у користуванні фермерськими господарствами, та кількістю поголів'я великої рогатої худоби.

**Ключові слова:** площа сільськогосподарських угідь, мінеральні та органічні добрива, поголів'я великої рогатої худоби, питна вода, нітрати, нітрогеномісні сполуки, сільські селітебні території, кореляційні зв'язки.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Характерною особливістю функціонування сільських селітебних територій України є використання нецентралізованих джерел водопостачання для задоволення власних побутових та питних потреб. Не є винятком і Житомирська область, сільські населені пункти якої забезпечені централізованим водопостачанням лише на 7,7 %, тобто лише 125 сіл станом на 2020 рік мали централізований водопровід [1].

Якість води, що надходить із джерел нецентралізованого водопостачання, часто не відповідає параметрам якості води і може наносити

значну шкоду здоров'ю сільського населення та впливати на якість його життя [2]. Особливо небезпечним для здоров'я людини є постійне споживання води із підвищеним вмістом нітрогеномісних сполук, таких як нітрати і нітрити. Доведено, що наявність таких сполук у питній воді, особливо у кількостях, що перевищують їх гранично допустимі концентрації, призводить до таких негативних явищ як: водно-нітратна метгемоглобінемія [3], неспецифічні види раку підшлункової залози [4], нирок [5], шлунково-кишкового тракту [6] та молочних залоз [7], серцево-судинні захворювання [8], неблагополучні репродуктивні явища [9] тощо.



Перевищення вмісту азотних сполук у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання пов'язано із інтенсивним веденням сільськогосподарського виробництва через застосування мінеральних, особливо азотних, та органічних добрив, неправильним розташуванням джерела та недотриманням його санітарної охорони [10], надходженням забруднених вод із вигрібних ям та власних господарств [11].

Через інтенсивне ведення сільського господарства перевищення вмісту нітратів у колодязній воді було зареєстровано у всьому світі, зокрема, у США [12], Бангладеші [13], Росії [14], Хорватії [15], Ірані [16] тощо. Вивчення проблеми забруднення питної криничної води сполуками нітрогену займаються також і українські вчені різних регіонів країни [17, 18], зокрема на території Житомирської області [19, 20]. Однак вивченню ведення сільського господарства як чинника впливу на стан питного водопостачання сільських населених пунктів Житомирщини приділено наразі недостатньо уваги [21].

**Метою дослідження** є оцінювання вмісту сполук нітрогену у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських селітебних територій Житомирської області та встановлення залежності їх вмісту з агроекологічними показниками.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження є частиною науково-дослідної роботи «Еколого-соціальна оцінка стану сільських селітебних територій у контексті сталого розвитку» (державний реєстраційний №: 0120U104233). Зразки питної води відбирали із джерел нецентралізованого водопостачання (колодязів та свердловин) на території сільських населених пунктів нових укрупнених районів Житомирської області (рис. 1). Аналітичні дослідження відібраних проб води на вміст нітратів, нітрирів та амонію проводили на базі вимірювальної лабораторії навчально-науково центру екології та охорони навколишнього середовища Поліського національного університету відповідно до вимог системи управління якістю, за методами, що відповідають нормативній базі України.

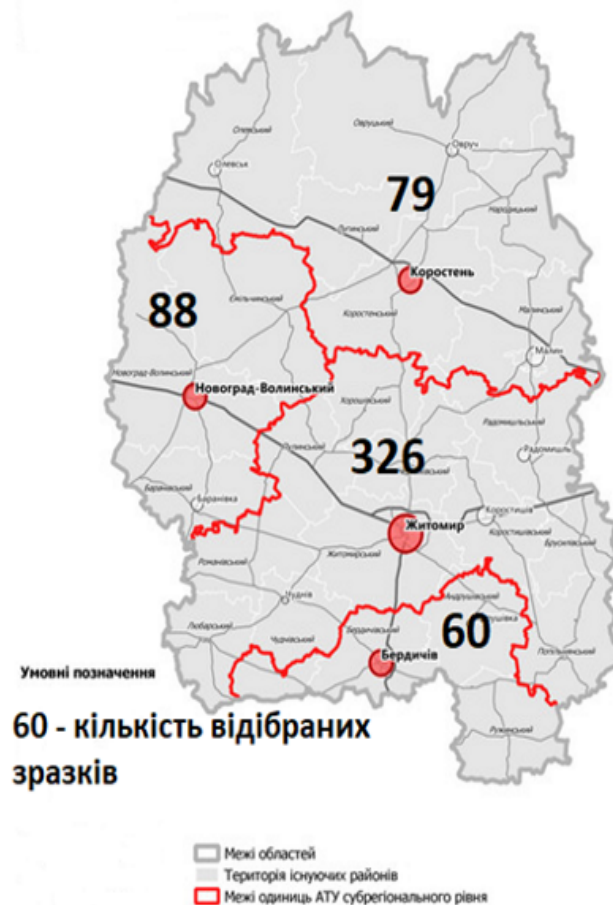


Рис. 1. Кількість відібраних зразків питної води джерел нецентралізованого водопостачання на території Житомирської області.

З метою визначення рівня забруднення питної води та її екологічного стану використовували сумарний коефіцієнт комплексного забруднення  $K_z$ , який відповідно до методики розраховується за формулою:

$$K_z = \sum_{i=1}^n \left( \frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \right),$$

де  $C_1, C_2, \dots, C_n$  – середній вміст забруднювальних речовин у воді, мг/дм<sup>3</sup>;

ГДК<sub>1</sub>, ГДК<sub>2</sub>, ..., ГДК<sub>n</sub> – гранично допустимі концентрації забруднювальних речовин у воді, мг/дм<sup>3</sup> [22].

Коефіцієнти кореляції розраховано на базі програмного забезпечення Microsoft Excel за допомогою інструменту аналізу даних.

**Результати дослідження та обговорення.** Житомирська область належить до найбільш розвинених аграрних регіонів України. Область знаходиться у благодійних природно-кліматичних умовах, що сприяє успішному веденню сільськогосподарства. Житомирщина не лише забезпечує власні потреби у продуктах рослинництва і тваринництва, а й демонструє значні показники експорту цієї продукції. Водночас гостро стоїть проблема впливу діяльності сільськогосподарського виробництва на довкілля. Зокрема, це забруднення водних об'єктів сільськогосподарськими стоками, що містять надлишки мінеральних добрив [2].

За даними Головного управління статистики у Житомирській області протягом 2020 року на території області було внесено 185350 т мінеральних добрив, із яких 59 % становили азотні добрива. Внесення органічних добрив становило 421267 т, частка гною сільськогосподарських тварин серед яких була 84,5 %. Кількість великої рогатої худоби на території області становила 168,1 тис. голів [23].

У розрізі адміністративних районів Житомирської області, які у результаті адміністративно-територіальної реформи 17 липня 2020 року були укрупнені та об'єднані до чотирьох [24], найбільша кількість площі сільськогоспо-

дарських угідь у володінні та користуванні сільськогосподарських підприємств зафіксована для Бердичівського району – на рівні 29,3 тис. га. Найменша кількість таких площ зареєстрована у Коростенському районі – 17,3 тис. га. Щодо внесення мінеральних добрив під посіви сільськогосподарських культур лідером серед районів став Бердичівський, на сільськогосподарських підприємствах якого було внесено 136,5 кг добрив на 1 гектар площі. Найменшу кількість мінеральних добрив було внесено на підприємствах Коростенського району – на рівні 61 кг на га. Найбільшу кількість внесених органічних добрив під посіви сільськогосподарських культур установлено у Новоград-Волинському районі – на рівні 1,13 т на 1 гектар посівної площі, що можливо пов'язано із концентрацією у цьому районі великої кількості сільськогосподарських підприємств органічного виробництва, а саме концерну «Галекс-Агро», який є найбільшим виробником рослинницької та тваринницької органічної продукції у регіоні та одним із найпотужніших в Україні. Найменшу кількість застосовуваних органічних добрив зафіксовано у Бердичівському районі (табл. 1).

Станом на 2020 рік найбільшу кількість поголів'я великої рогатої худоби зареєстровано у Житомирському районі – на рівні 19687 голів, у Бердичівському районі – 5418, Коростенському – 6366, Новоград-Волинському – 13145 голів [23].

У результаті досліджень вмісту нітрогенвмісних сполук у питній воді джерел питного водопостачання сільських населених пунктів Житомирської області установлено, що перевищення нормативу, регламентованого ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [25], від 1,4 у Новоград-Волинському районі до 2,6 раза у Бердичівському виявлено лише для нітратів. Щодо вмісту нітритів та амонію, то у жодному із досліджуваних районів у середньому не виявлено перевищень нормативів цих сполук (табл. 2).

Таблиця 1 – Основні показники удобрення сільськогосподарських площ на території Житомирської області [23]

Район	Площа сільськогосподарських угідь у володінні та користуванні сільськогосподарських підприємств, тис. га	Внесення мінеральних добрив під посіви сільськогосподарських культур		Внесення органічних добрив під посіви сільськогосподарських культур	
		усього, ц	на 1 га посівної площі, кг	усього, т	на 1 га посівної площі, т
Бердичівський	29,3	63719	136,5	8825	0,23
Житомирський	28,2	29568	93,2	23632	0,53
Коростенський	17,3	10347	61	19727	0,85
Новоград-Волинський	28,1	24476	77,7	32358	1,13

Таблиця 2 – Середній вміст сполук нітрогену у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів Житомирської області

Район	Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	Нітрили, мг/дм <sup>3</sup>	Амоній, мг/дм <sup>3</sup>
Бердичівський	$\frac{129,8 \pm 19,8^*}{0,7-720}$	$\frac{0,12 \pm 0,11}{0,003-0,78}$	$\frac{0,09 \pm 0,02}{0,05-0,15}$
Житомирський	$\frac{88,9 \pm 5,9}{0,125-660}$	$\frac{0,02 \pm 0,009}{0,003-0,216}$	$\frac{0,18 \pm 0,04}{0,003-0,55}$
Коростенський	$\frac{71,7 \pm 8,2}{07-380}$	$\frac{0,06 \pm 0,03}{0,003-0,78}$	$\frac{0,11 \pm 0,02}{0,05-0,4}$
Новоград-Волинський	$\frac{67,9 \pm 7,6}{0,5-393}$	$\frac{0,007 \pm 0,002}{0,003-0,04}$	$\frac{0,14 \pm 0,03}{0,05-0,74}$
ГДК [25]	50	3,3	2,6

Примітка: \* – у чисельнику наведено середній вміст  $\pm$  стандартна похибка;  
у знаменнику – інтервал значень показника

Найбільш критичну ситуацію щодо вмісту нітратів у колодязній питній воді зафіксовано для Бердичівського району, що й зумовило величину сумарного коефіцієнта забруднення питної води на рівні 2,7. Встановлено, що ґрунтові питні води усіх досліджуваних районів є досить чистими, а екологічний стан природного середовища є сприятливим (рис. 2).

Антропогенний тиск на екологічний стан сільських селітебних територій значно посилюється у другій половині ХХ та на початку ХХІ століть, унаслідок інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, а також реформування аграрного сектору економіки, зміни земельних, майнових та трудових відносин, які сприяли розвитку особистих селянських господарств [26]. Отже, невеликі площі земельних ділянок домогосподарств та переважність їх свійськими тваринами і птицею, а

також функціонування на території сіл та поза їх межами фермерських господарств, які часто не дотримуються норм і правил внесення мінеральних добрив та засобів хімічного захисту рослин, призвели до того, що питна вода джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів не відповідає стандартам якості, особливо за показниками нітратного забруднення. Крім того, доведено, що органічна система ведення господарювання наразі не чинить суттєвого впливу на вміст нітратів у питній воді, оскільки внесення органічних добрив, таких як перегній сільськогосподарських тварин, також може збільшувати вміст нітрогенумісних сполук у воді [2].

Власними дослідженнями проведено оцінювання залежностей вмісту нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів від внесення

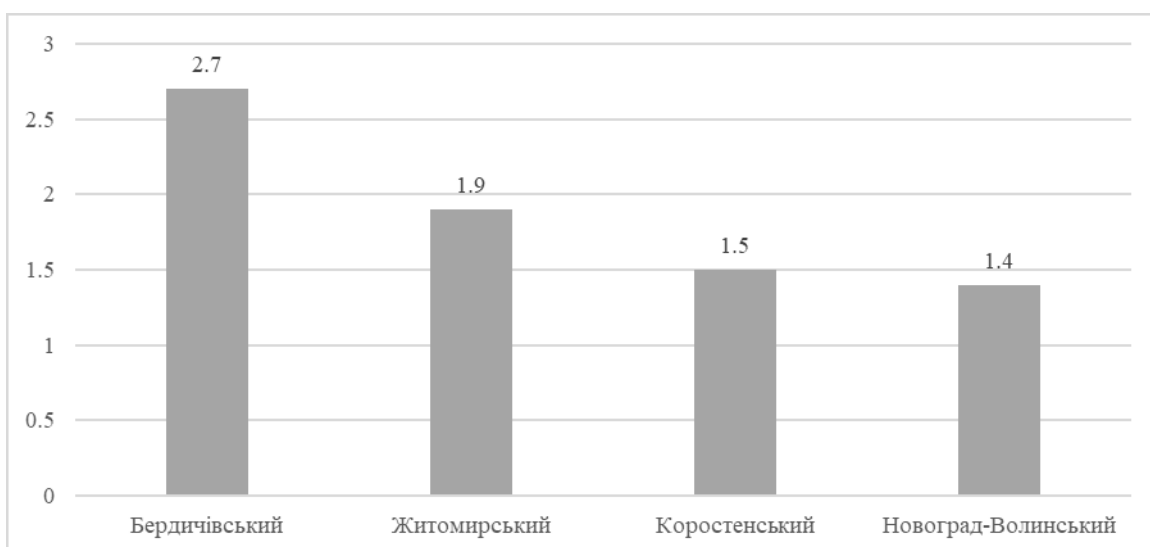


Рис. 2. Сумарний коефіцієнт комплексного забруднення питної води джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів Житомирської області.

мінеральних та органічних добрив та кількості поголів'я великої рогатої худоби. Виявлено високі кореляційні зв'язки між внесенням мінеральних, коефіцієнт кореляції становить 0,964, та органічних добрив, 0,8616, під сільськогосподарські культури та вмістом нітратів у питній воді. Середній зв'язок виявлено з показником площі сільськогосподарських угідь, що знаходяться у володінні та користуванні сільськогосподарських підприємств, а слабкий – із поголів'ям великої рогатої худоби (табл. 3).

яких підвищилися середньорічна температура повітря та інтенсивність опадів.

**Висновки.** Доведено, що серед чотирьох досліджуваних районів Житомирської області найбільше агроекологічне навантаження характерне для Бердичівського району. На території цього району найбільша кількість площ сільськогосподарських угідь, що знаходяться у користуванні і власності сільськогосподарських підприємств (29,3 тис. га), а внесення мінеральних добрив під сільськогосподарські

Таблиця 3 – Залежність між вмістом нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських селітебних територій Житомирщини та деякими агрохімічними показниками

Показник	Коефіцієнт кореляції
Площа сільськогосподарських угідь, що знаходяться у володінні та користуванні сільськогосподарських підприємств, тис. га	0,507
Кількість внесених мінеральних добрив, кг/га	0,964
Кількість внесених органічних добрив, т/га	0,928
Поголів'я худоби, шт	0,343

Результати досліджень свідчать, що найбільш поширеними з усіх нітрогенумісних сполук є нітрати, вміст у питній воді яких сягає критичних значень. Така ситуація є характерною не тільки для сільських населених пунктів Житомирської області, а для більшості областей України, у яких зафіксовано перевищення вмісту нітратів у питній воді в 1,3–13,6 раза [2]. У більшості випадків однією із основних причин виникнення такого становища є недотримання нормативних вимог облаштувань території домогосподарств внаслідок порушень правил утилізації тваринницьких і господарсько-побутових відходів. Крім того, істотним є вплив природних чинників, таких як структура порід, а також кліматичні зміни, у результаті

культури встановлено на максимальному порівняно із іншими районами рівні – 136,5 кг на гектар посівної площі. Максимальним виявився також вміст нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських селітебних територій Бердичівського району, що становило перевищення їх вмісту у 2,6 раза. Щодо вмісту нітритів та амонію, то в жодному із досліджуваних районів не було виявлено перевищення цих сполук. Проведений кореляційний аналіз показав високий зв'язок між вмістом нітратів у питній воді та внесенням мінеральних ( $R^2=0,929$ ) і органічних добрив ( $R^2=0,8616$ ), що свідчить про високе антропогенне навантаження на агроєкосистеми, навіть за ведення органічної системи землеробства.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2019 році. Міністерство розвитку громад та територій України. Київ, 2020. URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2020/12/nacjonalna-dopovid-za-2019-rik.pdf>.
2. Assessment of the impact of organic Agriculture on Nitrate Content in Drinking Water in Rural Settlements of Ukraine / Romanchuk L.D. et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2021. 11(2). С. 17–26. DOI: 10.15421/2021\_65.
3. Drinking Water Nitrate and Human Health: An Updated Review. International journal of environmental research and public health / Ward M.H. et al. 2018. 15(7), 1557. DOI: 10.3390/ijerph15071557.
4. Ingested nitrate and nitrite, disinfection by-products, and pancreatic cancer risk in postmenopausal women / Quist A.J.L. et al. Int. J. Cancer. 2018. 142. P. 251–261. DOI: 10.1002/ijc.31055.
5. Ingested nitrate, disinfection by-products, and kidney cancer risk in older women / Jones R.R. et al. Epidemiology. 2017. 28. P. 703–711. DOI: 10.1097/EDE.0000000000000647.
6. Colorectal cancer risk and nitrate exposure through drinking water and diet / Espejo-Herrera N. et al. Int. J. Cancer. 2016. 139. P. 334–346. DOI: 10.1002/ijc.30083.
7. Ingested Nitrate and Breast Cancer in the Spanish Multicase-Control Study on Cancer (MCC-Spain) Environ / Espejo-Herrera N. et al. Health Perspect. 2016. 124. P. 1042–1049. DOI: 10.1289/ehp.1510334.
8. Dietary Nitrate and the Epidemiology of Cardiovascular Disease: Report From a National Heart, Lung, and Blood

Institute Workshop / Ahluwalia A. et al. J. Am. Heart Assoc. 2016. 5 p. DOI: 10.1161/JAHA.116.003402.

9. Atrazine and nitrate in drinking water and the risk of preterm delivery and low birth weight in four Midwestern states / Stayner L.T. et al. Environ. Res. 2017. 152. P. 294–303. DOI: 10.1016/j.envres.2016.10.022.

10. Руденко С.С., Лакуста О.М. Динаміка змін нітрогенумісних сполук у криничній воді Чернівецької області та їх зв'язок із деякими агрохімічними та агроекологічними показниками. Вісник аграрної науки. 2018. № 2 (779). С. 64–71.

11. Палапа Н.В., Устименко О.В., Сігалова І.О. Екологічна оцінка сільських селітебних територій. Агроекологічний журнал. 2017. № 2. С. 89–95.

12. Sahoo P.K., Kim K., Powell M.A. Managing Groundwater Nitrate Contamination from Livestock Farms: Implication for Nitrate Management Guidelines. Curr Pollution Rep. 2016. 2. P. 178–187. DOI: 10.1007/s40726-016-0033-5.

13. Nitrate contamination of water in dug wells and associated health risks of rural communities in southwest Bangladesh / Akber M.A. et al. Environ Monit Assess. 2020. 192. 163 p. DOI: 10.1007/s10661-020-8128-2.

14. Bayanova A.A. Monitoring the quality of drinking water of the regional decentralized water supply. IOP Conf. Earth Environ. 2019. Sci. 315 052014. DOI: 10.1088/1755-1315/315/5/052014.

15. Nemčić-Jurec J., Jazbec A. Point source pollution and variability of nitrate concentrations in water from shallow aquifers. Appl Water Sci. 2017. 7. P. 1337–1348. DOI: 10.1007/s13201-015-0369-9.

16. Review of Adverse Effects and Benefits of Nitrate and Nitrite in Drinking Water and Food on Human Health / Parvizishad M. et al. Health Scope. 2017. 6(3). e14164.

17. Гойванович Н.К., Антопяк Г.Л., Коссаєв Г.М. Моніторинг показників якості криничних вод Стрийського району. Наукові доповіді НУБіП України. 2018. № 5(75). DOI: 10.31548/dopovidi2018.05.001.

18. Микита Х.І., Рогач І.М. Гігієнічна оцінка джерел децентралізованого водопостачання населених пунктів Закарпатської області в динаміці впродовж 2014–2018 років. Проблеми клінічної педіатрії. 2019. № 1 (43). С. 59–65. DOI: 10.24144/1998-6475.2019.43.59-65.

19. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О. Екологічна оцінка стану питної води у межах об'єднаних територіальних громад укрупненого Житомирського району. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2021. Вип. 35. С. 37–47. DOI: 10.26565/1992-4224-2021-35-04.

20. Коткова Т.М., Федючка М.І., Карась І.Ф. Екологічна оцінка питної води Лугинського району Житомирської області на вміст хлоридів, сульфатів та нітратів. Науковий вісник НЛТУ України. 2018. Т. 28. № 7. С. 83–87. DOI: 10.15421/40280718.

21. Валерко Р.А., Герасимчук Л.О. Органічне сільське господарство як фактор впливу на вміст нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів. Екологічні науки. 2020. № 3 (30). С. 124–128. DOI: 10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.21.

22. Екологічний стан ґрунтових питних вод с. Драгово Хустського району Закарпатської області / Трапезнікова Л.В. та ін. Науковий вісник Ужгородського університету. Хімія. 2015. Вип. 1. С. 66–71.

23. Головне управління статистики у Житомирській області. URL: <http://www.zt.ukrstat.gov.ua>.

24. Про утворення та ліквідацію районів: Постанова Верховної Ради України № 807-IX від 17.07.2020 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/807-IX#Text>.

25. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»: ДСанПіН 2.2.4-171-10. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>.

26. Сучасний екологічний стан сільських селітебних територій України: відтворення і збереження людського і природно-ресурсного потенціалу / Палапа Н.В. та ін. Агроекологічний журнал. 2021. № 2. С. 108–116.

## REFERENCES

1. Natsionalna dopovid pro yakist pytnoi vody ta stan pytnoho vodopostachannia v Ukraini u 2019 rotsi [National report on drinking water quality and the state of drinking water supply in Ukraine in 2019]. Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine. Kiev, 2020. Available at: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2020/12/nacjonalna-dopovid-za-2019-rik.pdf>.

2. Romanchuk, L.D., Valerko, R.A., Herasymchuk, L.O., Kravchuk, M.M. (2021). Assessment of the impact of organic Agriculture on Nitrate Content in Drinking Water in Rural Settlements of Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology. 11(2). pp. 17–26. DOI: 10.15421/2021\_65.

3. Ward, M.H., Jones, R.R., Brender, J.D., de Kok, T.M., Weyer, P.J., Nolan, B.T., Villanueva, C.M., van Breda, S.G. (2018). Drinking Water Nitrate and Human Health: An Updated Review. International journal of environmental research and public health. 15(7), 1557. DOI: 10.3390/ijerph15071557.

4. Quist, A.J.L., Inoue-Choi, M., Weyer, P.J., Anderson, K.E., Cantor, K.P., Krasner, S., Freeman, L.E.B., Ward, M.H., Jones, R.R. (2018). Ingested nitrate and nitrite, disinfection by-products, and pancreatic cancer risk in postmenopausal women. Int. J. Cancer. 142. pp. 251–261. DOI: 10.1002/ijc.31055.

5. Jones, R.R., Weyer, P.J., DellaValle, C.T., Robien, K., Cantor, K.P., Krasner, S., Freeman, L.E.B., Ward, M.H. (2017). Ingested nitrate, disinfection by-products, and kidney cancer risk in older women. Epidemiology. 28. pp. 703–711. DOI: 10.1097/EDE.0000000000000647.

6. Espejo-Herrera, N., Gracia-Lavedan, E., Boldo, E., Aragonés, N., Perez-Gomez, B., Pollan, M., Molina, A.J., Fernandez, T., Martin, V., La Vecchia, C. (2016). Colorectal cancer risk and nitrate exposure through drinking water and diet. Int. J. Cancer. 139. pp. 334–346. DOI: 10.1002/ijc.30083.

7. Espejo-Herrera, N., Gracia-Lavedan, E., Pollan, M., Aragonés, N., Boldo, E., Perez-Gomez, B., Altzibar, J.M., Amiano, P., Zabala, A.J., Ardanaz, E. (2016). Ingested Nitrate and Breast Cancer in the Spanish Multicase-Control Study on Cancer (MCC-Spain) Environ. Health Perspect. 124. pp. 1042–1049. DOI: 10.1289/ehp.1510334.

8. Ahluwalia, A., Gladwin, M., Coleman, G.D., Hord, N., Howard, G., Kim-Shapiro, D.B., Lajous, M., Larsen, F.J., Lefer, D.J., McClure, L.A. (2016). Dietary Nitrate and the Epidemiology of Cardiovascular Disease: Report From a National Heart, Lung, and Blood Institute Workshop. J. Am. Heart Assoc. 5. e003402. DOI: 10.1161/JAHA.116.003402.

9. Stayner, L.T., Almberg, K., Jones, R., Graber, J., Pedersen, M., Turyk, M. (2017). Atrazine and nitrate in drinking water and the risk of preterm delivery and low birth weight in four Midwestern states. *Environ. Res.* 152. pp. 294–303. DOI: 10.1016/j.envres.2016.10.022.
10. Rudenko, S.S., Lakusta, O.M. (2018). Dynamika zmin nitrohenimisnykh spoluk u krynychni vodi Chernivetskoï oblasti ta yikh zviazok iz deiakymy ahrokhimichnymy ta ahroekolohichnymy pokaznykamy [Dynamics of changes of nitrogen-containing compounds in well water of Chernivtsi region and their connection with some agrochemical and agroecological indicators]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]*. Vol. 2 (779), pp. 64–71.
11. Palapa, N.V., Ustyenko, O.V., Sihalova, I.O. (2017). Ekolohichna otsinka silskykh selitebnykh terytorii [Ecological assessment of rural residential areas]. *Ahroekolohichnyi zhurnal [Agroecological journal]*. Vol. 2, pp. 89–95.
12. Sahoo, P.K., Kim, K., Powell, M.A. (2016). Managing Groundwater Nitrate Contamination from Livestock Farms: Implication for Nitrate Management Guidelines. *Curr Pollution Rep.* Vol. 2, pp. 178–187. DOI: 10.1007/s40726-016-0033-5.
13. Akber, M.A., Islam, M.A., Dutta, M. (2020). Nitrate contamination of water in dug wells and associated health risks of rural communities in southwest Bangladesh. *Environ Monit Assess.* Vol. 192. DOI: 10.1007/s10661-020-8128-2.
14. Bayanova, A.A. (2019). Monitoring the quality of drinking water of the regional decentralized water supply. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 315 052014. DOI: 10.1088/1755-1315/315/5/052014.
15. Nemčić-Jurec, J., Jazbec, A. (2017). Point source pollution and variability of nitrate concentrations in water from shallow aquifers. *Appl Water Sci* 7. pp. 1337–1348. DOI: 10.1007/s13201-015-0369-9.
16. Parvizishad, M., Dalvand, A., Mahvi, A.H., Goodarzi, F.A. (2017). Review of Adverse Effects and Benefits of Nitrate and Nitrite in Drinking Water and Food on Human Health. *Health Scope.* 6(3). e14164.
17. Hoivanovych, N.K., Antoniuk, H.L., Kossak, H.M. (2018). Monitorynh pokaznykiv yakosti krynychnykh vod Stryiskoho raionu [Monitoring of well water quality indicators of Stryi district]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy [Scientific reports of NULES of Ukraine]*. Vol. 5(75). DOI: 10.31548/dopovidi2018.05.001.
18. Mykyta, Kh.I., Rohach, I.M. (2019). Hihienichna otsinka dzherel detsentralizovanoho vodopostachannia naselenykh punktiv Zakarpatskoï oblasti v dynamitsi vprodovzh 2014–2018 rokiv [Hygienic assessment of sources of decentralized water supply of settlements of Zakarpattia region in the dynamics during 2014–2018]. *Problemy klinichnoi pediatrii [Problems of clinical pediatrics]*, no. 1 (43), pp. 59–65. DOI: 10.24144/1998-6475.2019.43.59-65.
19. Valerko, R.A., Herasymchuk, L.O. (2021). Ekolohichna otsinka stanu pytnoi vody u mezhakh obiednanykh terytorialnykh hromad ukрупnenoho Zhytomyrskoho raionu [Ecological assessment of the state of drinking water within the united territorial communities of the enlarged Zhytomyr district]. *Liudyna ta dovkillia. Problemy neoeкологиi [Man and the environment. Problems of neoeology]*. Vol. 35, pp. 37–47. DOI: 10.26565/1992-4224-2021-35-04.
20. Kotkova, T.M., Fediuchka, M.I., Karas, I.F. (2018). Ekolohichna otsinka pytnoi vody Luhynskoho raionu Zhytomyrskoi oblasti na vmist khlorodyv, sulfatuv ta nitrativ [Ecological assessment of drinking water of Luhyn district of Zhytomyr region on the content of chlorides, sulfates and nitrates]. *Naukovi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine]*. Vol. 28, no. 7, pp. 83–87. DOI: 10.15421/40280718.
21. Valerko, R.A., Herasymchuk, L.O. (2020). Orhanichne silske hospodarstvo yak faktor vplyvu na vmist nitrativ u pytnii vodi dzherel nentsentralizovanoho vodopostachannia silskykh naselenykh punktiv [Organic agriculture as a factor influencing the content of nitrates in drinking water sources of decentralized water supply of rural settlements]. *Ekolohichni nauky [Environmental sciences]*, no. 3 (30), pp. 124–128. DOI: 10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.21.
22. Trapeznikova, L.V., Chundak, S.Yu., Monych, I.I., Lambrukh, L.M., Markovych, V.P., Rishko, Ya.V. (2015). Ekolohichni stan gruntovykh pytnykh vod s. Drahovo Khustskoho raionu Zakarpatskoï oblasti [Ecological condition of ground drinking water with. Dragovo, Khust district, Zakarpattia region]. *Naukovi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Khimiiia [Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Chemistry]*. Vol. 1, pp. 66–71.
23. Holovne upravlinnia statystyky u Zhytomyrskii oblasti [Main Department of Statistics in Zhytomyr Oblast]. Available at: <http://www.zt.ukrstat.gov.ua>.
24. Pro utvorennia ta likvidatsiiu raioniv: Postanova Verkhovnoi Rady Ukrainy № 807-IKh vid 17.07.2020 roku [On the formation and liquidation of districts: Resolution of the Verkhovna Rada of Ukraine № 807-IX of 17.07.2020]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/807-IX#Text>.
25. Derzhavni sanitarni normy ta pravyla «Hihienichni vymohy do vody pytnoi, pryznachenoï dlia spozhyvannia liudynoiu»: DСанПиН 2.2.4-171-10 [State sanitary norms and rules "Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption": DСанПиН 2.2.4-171-10]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>.
26. Palapa, N.V., Nahorniuk, O.M., Toniuk, M.O., Honchar, S.M., Shevchenko, Yu.V. (2021). Suchasnyi ekolohichni stan silskykh selitebnykh terytorii Ukrainy: vidtvorennia i zberezhenia liudskoho i pryrodno-resursnoho potentsialu [Current ecological condition of rural settlements of Ukraine: reproduction and preservation of human and natural resource potential]. *Ahroekolohichnyi zhurnal [Agroecological journal]*, no. 2, pp. 108–116.

**Агроэкологическая нагрузка на сельские селитебные территории Житомирской области как фактор содержания азота в воде**  
**Валерко Р.А., Герасимчук Л.А.**

Исследовано содержание соединений азота в воде источников нецентрализованного водоснабжения сельских селитебных территорий Житомирской области, а также изучено зависимости их содержания по таким агроэкологическим показателям как: площадь сельскохозяйственных угодий, находящихся во владении и использовании сельскохозяйственных предприятий, внесение минеральных и органических удобрений под посевы сельскохозяйственных культур и количество

поголовья крупного рогатого скота на территориях исследуемых районов. Исследования проходили на территории новых укрупненных районов Житомирской области, анализ питьевой воды на содержание соединений азота осуществляли на базе измерительной лаборатории Полесского национального университета по общепринятым методикам, качество грунтовых вод определяли по суммарному коэффициенту комплексного загрязнения. Установлено, что на территории Бердичевского района в течение 2020 года было внесено наибольшее количество минеральных удобрений, что составляло 63719 ц, а наибольшее количество органических удобрений было использовано на территории Новоград-Волынского района – на уровне 32358 т. Анализ питьевой воды источников нецентрализованного водоснабжения показал, что среди азотсодержащих соединений превышение зафиксировано только для нитратов, причем эта тенденция была характерна для всех исследуемых районов. Критической оказалась ситуация для Бердичевского района, где среднее содержание нитратов в питьевой воде было на уровне 129,8 мг/дм<sup>3</sup>, что превышает норматив в 2,6 раза. Расчет коэффициента комплексного загрязнения показал, что грунтовые воды всех районов являются достаточно чистыми. Доказаны сильные корреляционные связи между содержанием в воде нитратов и внесением минеральных и органических удобрений, и слабые связи с показателями площади сельхозугодий, находящихся в пользовании фермерских хозяйств, и поголовья крупного рогатого скота.

**Ключевые слова:** площадь сельскохозяйственных угодий, минеральные и органические удобрения, поголовье крупного рогатого скота, питьевая вода, нитраты, азотсодержащие соединения, сельские селитебные территории, корреляционные связи.

### Agroecological load on rural residential areas of Zhytomyr region as a factor of nitrogen content in drinking water

Valerko R., Herasymchuk L.

The paper examined content of nitrogen compounds in drinking water in the sources of decentralized water supply in rural areas of Zhytomyr region and studied the dependence of their content on agroecological indicators such as the area of agricultural land owned and used by agricultural enterprises, the introduction of mineral and organic crops as well as livestock amount in the studied areas. The research was conducted in the new enlarged districts of Zhytomyr region. The analysis of drinking water for nitrogen content was carried out in the Measuring Laboratory of Polissya National University according to generally accepted methods, groundwater quality was determined by the total coefficient of complex pollution. It was established that in the territory of Berdychiv district during 2020 the largest amount of mineral fertilizers equal to 63719 centners was applied. The largest amount of organic fertilizers was used in the territory of Novograd-Volynsky district and amounted 32358 tons. The content of nitrogen containing compounds exceeded was recorded only for nitrates, and this trend was typical of all the studied areas. The situation was critical for Berdychiv district, where the average content of nitrates in drinking water was at the level of 129.8 mg/dm<sup>3</sup>, which exceeds the standard by 2.6 times. Groundwater, according to the coefficient of complex pollution, of all districts is quite clean. Strong correlations have been shown between nitrate content in drinking water and mineral and organic fertilizers, and weak correlations with the area of agricultural land used by farms and the number of cattle.

**Key words:** area of agricultural lands, mineral and organic fertilizers, cattle population, drinking water, nitrates, nitrogen-containing compounds, rural settlements, correlations.



Copyright: Валерко Р.А., Герасимчук Л.О. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Валерко Р.А.

Герасимчук Л.О.

<https://orcid.org/0000-0003-4716-0100>

<https://orcid.org/0000-0002-3166-5588>

УДК 321.311:632.23.635:631.15

## Еколого-економічні особливості субстратів для вирощування рослин в умовах закритого ґрунту

Дубовий В.І.<sup>1</sup> , Адамович І.В.<sup>2</sup>, Дубовий О.В.<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Білоцерківський національний аграрний університет

<sup>2</sup> Інститут агроєкології і природокористування НААН

<sup>3</sup> Київський національний університет культури і мистецтв

 Дубовий В.І. E-mail: vidubovy@gmail.com; Адамович І.В. E-mail: innesa1188@gmail.com;  
Дубовий О.В. E-mail: Aleksey\_D@email.ua



Дубовий В.І., Адамович І.В., Дубовий О.В. Еколого-економічні особливості субстратів для вирощування рослин в умовах закритого ґрунту. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 208–216.

Dubovy V., Adamovych I., Dubovy O. Ecological and economic features of substrates for growing plants in greenhouses. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 208–216.

Рукопис отримано: 07.11.2021 р.

Прийнято: 22.11.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-208-216

Відмічається, що гідропонні технології вирощування овочевих культур потребують ретельного виконання всіх необхідних технологічних операцій. Збій в роботі однієї з них ставить під загрозу отримання максимально можливої продуктивності рослин відповідної якості. Обслуговування всієї системи забезпечення якісного гідропонного режиму вирощування овочевих культур є економічно витратним. Однак навіть за таких умов вирощування овочеві культури знаходяться не в оптимальних умовах.

Багаторазове використання штучних субстратів призводить до накопичення в них фітопатогенних речовин фенольної природи, унаслідок чого знижується врожайність вирощуваних культур. Ці субстрати недостатньо утворюють CO<sub>2</sub>, і рослини відчувають потребу в ньому.

Доведено, що основна функція ґрунту як у польових умовах, так і в ґрунтових теплицях і оранжереях полягає у здатності акумулювати органічні кислоти, які виробляють рослини, оскільки ці речовини згубно діють на саму рослину. Наступним етапом є взаємодія органічних кислот з ґрунтом, які він адсорбує. Колоїдна фракція ґрунту та органічні сполуки від кореневих систем створюють нові компоненти, які стають доступними для рослин після відповідного періоду взаємодії з ґрунтовим вмірним комплексом.

Встановлено, що достатньо вносити свіжий гній великої рогатої худоби в кількості 90–100 т/га через рік. Після закінчення вирощування овочевих культур восени (огірок, томат) їх стебла виносили і укладали в котловані стележної теплиці, де вирощували каліфорнійських черв'яків, з метою отримання біогумусу. У звільнених від зернових культур теплицях висівали сидеральні культури (олійну редьку, озимий ріпак), попередньо обробивши поверхнево ґрунт. Ґрунт теплиць і оранжерей можливо використовувати впродовж тривалого періоду – 30 і більше років, використовуючи культурозміну з овочевих, зернових та лікарських тропічних культур, без витрат електроенергії на підтримання світло – температурних умов вирощування в весняно-літньо-осінні періоди.

**Ключові слова:** гідропоніка, ґрунтові теплиці, овочеві, зернові та лікарські тропічні культури, культурозміна.

Відомо, що навіть у найбільш сприятливих для овочівництва районах України можливо отримувати овочеву продукцію впродовж року 4–6 місяців у польових умовах. Нині тепличні комплекси є енергозатратними і потребують суттєвої реконструкції як самих теплиць, так і запровадження енергозберігаючих технологій вирощування культур [1, 2, 3].

Постійний дефіцит овочів у зимово-весняний період поповнюється продукцією з-за кордону.

У зв'язку з цим актуальним є будівництво надійних у роботі і простих в обслуговуванні споруд закритого ґрунту, особливо в екологічно проблемних районах. Використання стаціонарних будівельних приміщень для ви-



рощування рослин, після незначної їх реконструкції, скорочує втрати тепла порівняно зі звичайними теплицями. За таких умов вирощування вирішальне значення мають субстрати. У зв'язку із цим було поставлено за мету опрацювати інформацію за наявними субстратами і охарактеризувати результати власних досліджень.

Існує багато методів вирощування рослин в умовах закритого ґрунту без ґрунтового субстрату, з використанням поживних розчинів.

Так, у 1856 році німецькі ботаніки Ф. Кноп і Ю. Закс вперше на штучних поживних розчинах виростили рослини від насіння до насіння, і цей метод назвали гідропонікою. Як штучні субстрати для укорінення рослин використовують керамзит, перліт, мінеральну вату тощо. Мінеральна вата має лужну реакцію (рН 7,5–8,5). За один вегетаційний період вона втрачає 20 % об'єму, і подальше вирощування рослин передбачає поповнення її. Після двох вегетацій вирощування рослин, мінеральна вата стає непридатною для подальшого використання, а проблема її утилізації досі не вирішена [4].

Підвищення продуктивності рослин в умовах закритого ґрунту можливо завдяки розробленню ефективних методів забезпечення корневих систем рослин мінеральними елементами, водою і повітрям.

Вивчення взаємодії цих параметрів з коренезамінними системами визначає їх економічну ефективність [5, 6].

Органічні речовини, які виділяються під час вирощування рослин у кореневмісній системі впродовж року її використання, істотно впливають на фізичні та біохімічні властивості цього субстрату. Особливістю таких речовин є значна кількість їх утворення за обмеженого об'єму кореневмісних інертних систем. У зв'язку з цим процеси, які відбуваються в такому середовищі, можуть бути ідентичними з процесами, які відбуваються в субтропічних ґрунтах. Відсутність у таких субстратах спеціальних дисперсних систем, здатних засвоювати ці органічні сполуки, спричиняє накопичення їх у субстратах і пригнічення росту рослин.

Вирощування рослин на таких субстратах як тирса, солома, хвоя, торф сприяло збагаченню розчину органічними кислотами, вміст яких у торфі становив 350 мг/л, тимчасом у деревній тирсі – до 3000 мг/л, що негативно позначилося на рості та розвитку рослин [7].

У зв'язку з цим для закритого ґрунту доцільно створювати спеціальні замітники ґрунту нового типу для використання в умовах інтенсивної світлокультури. Нанесення спеціальної плівки з кембрійської глини на поверх-

ню керамзиту сприяє додатковому збагаченню кореневої системи рослин макро- і мікроелементами. Додаткове внесення в керамзит обробленого глиною і сапропелем Агрофіту в співвідношенні 1:1 сприяло підвищенню врожаю порівняно з чистим керамзитом на 80 %. За створення спеціальних кореневмісних систем надзвичайно велике значення має здатність забезпечувати поживний режим рослин водорозчинними органічними сполуками [8].

Встановлено, що використання як кореневмісної системи на органічній основі (торф, тирса) кембрійської глини в суміші з сапропелем з метою створення органо-мінеральних комплексів перешкоджає інтенсивному надходженню в поживний розчин органічних сполук, які виділяються кореневою системою вирощуваних культур. Такі органо-мінеральні комплекси дають можливість створити аналог ґрунтових частинок, на поверхні яких відбувається інтенсивний обмін речовин з кореневою системою, переважно визначає ріст і розвиток рослин. Ці субстрати можуть бути рекомендовані для вирощування рослин в інтенсивній світлокультурі.

Отже, основна функція ґрунту як у польових умовах, так і в ґрунтових теплицях і оранжереях полягає у здатності акумулювати органічні кислоти, які синтезують рослини, оскільки ці речовини згубно діють на саму рослину.

За вивчення різних типів кореневмісних систем порівняно з дерново-підзолистими ґрунтами відзначається, що в плодах томата, вирощеного на дерново-підзолистому ґрунті, кількість аскорбінової кислоти (вітаміну С) була більшою. Наступним етапом є взаємодія органічних речовин з ґрунтом: він їх адсорбує, і колоїдна фракція ґрунту та органічні сполуки від корневих систем створюють нові компоненти, які стають доступними для рослин, однак після відповідного періоду взаємодії з ґрунтовым вбирним комплексом. Кремній-хелатні мікродобрива в умовах закритого ґрунту забезпечують стійкість рослин до дефіциту освітлення і сприяють підвищенню продуктивності за зменшення енерговитрат [6].

Використовують також спеціальні установки (вегетаційні комплекси) за вирощування переважно салатних культур. Недоліком їх є те, що вирощування рослин у них обмежується висотою до 1 м, а також використання великих об'ємів ґрунтових субстратів від 1,0 до 5,0 л на рослину. Такі установки працюють в Агрофізичному інституті м. Санкт-Петербург (Російська Федерація), і виникає проблема утилізації цих субстратів після їх використання. Необхідне розроблення агротехнологій світлокультури.

тури, які передбачають ефективне вирішення проблеми використання відходів виробництва (рослинні рештки), побутових та мулових мас виробничих стоків. Такі установки мають розмір 1,0 x 3,0 м з корисною площею 3 м<sup>2</sup>, що є зручним для догляду за рослинами.

На основі проведених досліджень щодо визначення оптимального складу субстрату для рослин, пропонується спеціальний ґрунтовий блок матричних технологій. На базовій світлоустановці розміщують три такі блоки (довжиною 1,0 м, шириною 1,0 м і висотою 0,1 м), які покриваються спеціальним пластиком з метою запобігання розвитку водоростей в кореневій зоні. У цьому пластику вирізають отвори для розміщення в них спеціальних стандартних контейнерів для томата й огірка – 8–20 контейнерів на 1 м<sup>2</sup>, для салатних культур – до 100. Кількість поживного розчину в піддоні забезпечується впродовж тривалого часу (доба і більше), що передбачає захист систем від аварійних ситуацій, спричинених несправністю механізмів подачі поживного розчину рослинам. Як ґрунтовий субстрат використовують спеціальні інгредієнти, створені на органічній основі (торф, тирса) з додаванням мінеральної компоненти, створеної на базі суміші кембрійської глини і сапропелю, що є аналогами ґрунтових частинок, на поверхні яких відбувається інтенсивний обмін між ними і кореневою системою рослин з відповідною мікрофлорою [9].

Якщо зернові колосові культури в теплицях і оранжереях вирощують на ґрунті, то овочеві та ягідні культури можливо вирощувати як у ґрунтових, так і в гідропонних теплицях.

Багаторазове використання штучних субстратів призводить до накопичення в них фітопатогенних речовин фенольної природи, унаслідок чого знижується врожайність вирощуваних культур. Ці субстрати недостатньо утворюють CO<sub>2</sub>, і рослини відчувають потребу в ньому, тому необхідно передбачити додаткове обладнання для підживлення вуглекислим газом рослин.

Хемопоніка як один з видів штучних субстратів передбачає використання сфагнового моху, деревної кори, тирси, однак найбільше використовують сфагновий мох [7, 8]. Верховий торф порівняно з основними органічними субстратами, які використовують у закритому ґрунті, є одним з найбільш стійких у зміні своїх властивостей.

Основою розроблення екологічно гармонійних універсальних систем вирощування рослин – панопоніки, є результати вивчення різних субстратів. Додавання торфу у відповідних нормах у мінеральні субстрати значно

підвищує вологоємність кореневмісних систем і ефективність їх використання в закритому ґрунті. Субстрати на базі верхового торфу після завершення періоду вирощування овочевих рослин можуть бути використані як добрива.

Лише на початку ХХІ століття в тепличних господарствах України почали впроваджувати гідропонні теплиці, оснащені крапельним підживленням рослин через систему комп'ютерного забезпечення [10].

Основним аргументом для заміни ґрунтових теплиць на гідропонні технології вирощування було те, що необхідно було проводити заміну ґрунту, його щосезонне пропарювання і використання органічних добрив [11].

Гідропонні теплиці в першому варіанті були представлені бетонними басейнами, заповненими шаром щебеню (180–210 мм), фракцією 5–15 мм. Подачу поживного мінерального розчину проводили за допомогою насосів через спеціальні клапани на вході лотків. Періодичність заміни його відбувається самопливом з розподільних лотків у збірний, і далі трубопроводами в резервуар. На 1 га таких гідропонних теплиць за один прийом подається до 120 м<sup>3</sup> розчину. Добовий режим підживлення виконується за спеціальною програмою і залежить від освітлення, виду вирощуваних рослин, фази їх розвитку. Частина розчину залишається в субстраті і не повертається в резервуар.

З метою компенсації розчину додається вода і необхідна кількість елементів мінеральних добрив. У такий спосіб приготовлений розчин використовують багаторазово впродовж 20–30 діб. За зміною концентрації поживного розчину стежить агрохімічна лабораторія і оперативно вносить зміни до складу компонентів [12]. Слід зазначити, що перші збори врожаю доводили ефективність цієї системи вирощування рослин.

Водночас гравій під дією поживного розчину і корневих виділень упродовж відповідного періоду розкладається на дрібнозем, що формується в гранули і випадає в осад. У цьому осаді створюються умови для накопичення патогенної мікрофлори, що призводить до зниження продуктивності рослин і погіршення якості продукції.

За проведення досліджень упродовж 3–5 років гравій необхідно замінювати по ґрунт або проводити комплекс робіт з проведення дезінфекції, видалення мулистих фракцій. Оскільки ці заходи дуже трудомісткі і енерговитратні, було прийнято рішення провести зміни в технології подачі поживного розчину для рослин [13].

У разі необхідності проводять дезінфекцію субстрату 2,5 % розчином карбатуону, який подають так само, як і поживний розчин. За такої системи подачі поживного розчину відбувається його мікробіологічне забруднення, крім того, відпрацьований поживний розчин майже не використовується повторно, а скидається в каналізацію без відповідної очистки. За такої системи вирощування овочевих рослин відбуваються незворотні процеси, які призводять до забруднення малих річок і ускладнюють екологічну безпеку ландшафтів навколишнього середовища.

На заміну загального способу подачі поживного розчину було запропоновано крапельний. Суть цього методу полягає в тому, що до кожної рослини підведено капіляр, за допомогою якого і подається розчин у спеціальні мішки, наповнені субстратом у співвідношенні перліт : торф (1:1). До 1 м<sup>3</sup> субстрату додають 6–8 кг доломітового борошна, 0,5–1,0 кг амофосу і, в разі необхідності, інші компоненти мінеральних добрив. Як відзначають Іваненко П.П., Прилипка О.В. (2001), підготовлений субстрат містить, мг/л N – 170–200; P – 60–70; K – 250–280; Mg – 40–60 [14].

Пластикові мішки розміром 70 × 60 см загальним об'ємом 24–26 л і масою субстрату 5–6 кг вкладають у ряди. У такий мішок подають 7–11 л води кімнатної температури, і на 1 м<sup>2</sup> площі вирізають отвори в такій кількості, щоб розмістилося 2–4 рослини томата. Після внесення мінеральних добрив у ґрунтовий субстрат, приступають до висаджування розсади овочевих культур. У разі необхідності зайвий розчин відводять утворенням дренажних отворів. З метою отримання раннього врожаю овочів, систему мінерального живлення регулюють так, щоб сприяти інтенсивному розвитку перших суцвіть. Для цього рослини поливають 4–5 разів на добу з розрахунку 350–450 мл/рослину. У сонячний день кількість поливів збільшують до 10–15, і по 100–170 мл за один полив під окрему рослину [13].

Уся поверхня тепличного субстрату покривається плівкою, нижня частина якої має чорне забарвлення, а верхня – біле, з метою світловідбивання сонячних променів, поліпшення освітленості теплиці і запобігання підвищенню температури ґрунтового субстрату через парниковий ефект.

За автоматизованого поливу контролюють хімічний склад розчину і його обсяг за допомогою спеціальних датчиків.

Якість води і розчину постійно контролюється агрохімічною лабораторією. Після завершення чергового збору врожаю приступають

до комплексу профілактичних робіт, пов'язаних з очищенням фільтрів, промиванням баків, прочищенням крапельниць, перевіркою і стандартизацією показників рН метра, мікропроцесорів, оглядом системи з'єднань трубопроводів і кранів [13]. Автори запропонованої технології вирощування рослин не відзначають період використання цього субстрату.

Нині система гідропонного вирощування рослин пройшла удосконалення, і на заміну їй вченими запропонована крапельна система подачі поживного розчину до рослини в брикети-кубики з мінеральної вати розміром 20 × 20 × 20 см. В один з таких кубиків поміщається розсада рослин овочевих культур з ґрунтовим субстратом. Усі інші технологічні процеси відбуваються майже за тією самою схемою, крім того, що в мінеральну вату ніякі додаткові поживні компоненти не входять. Після закінчення збору врожаю, мінеральна вата ущільнюється, і в заданий об'єм додатково поміщають новий її шар.

Слід зазначити, що навіть за таких умов вирощування овочеві культури знаходяться не в оптимальних умовах.

Відомо, що рослини огірка в процесі вегетації постійно поглинають поживні речовини, тому вони мають бути ними забезпечені. Необхідно враховувати, що активність поглинання поживних речовин залежить від інтенсивності росту і становить в межах 0,2 – 0,3 г NO<sub>2</sub> на добу на рослину. Для калію (K<sub>2</sub>O) – 0,4 г, а для інших елементів поживних речовин значення їх були меншими. Зниження температури ґрунту уповільнює поглинання поживних речовин. Загалом забезпеченість поживними речовинами ґрунту має бути більшою, ніж виноситься з урожаєм. Пропонують вирощувати овочеві культури і в ґрунтових контейнерах об'ємом 20–30 л субстрату, який характеризувався б стабільною структурою, і в них висаджують до 8 рослин огірка.

Отже, навіть після фрагментарного аналізу гідропонних технологій вирощування овочевих культур стає очевидним, наскільки вони потребують ретельного виконання всіх необхідних технологічних операцій, адже збій в роботі однієї з них ставить під загрозу отримання бажаних результатів, максимально можливо продуктивність рослин відповідної якості. Обслуговування всієї системи забезпечення якісного гідропонного режиму вирощування овочевих культур є економічно витратним.

На ґрунт теплиці впливає і механічне його ущільнення, переважно через ходьбу в процесі догляду за рослинами, а також інтенсивні мікробіологічні процеси, пов'язані з активним

розкладанням органічної речовини ґрунту, завдяки порівняно високій її температурі і достатній вологості.

Особливістю тепличних ґрунтів є те, що органічні речовини необхідно вносити у великих кількостях, як відзначають німецькі вчені Гейслер Т. та ін., 1000–1500 м<sup>3</sup>/га, заробляючи їх на глибину до 30 см, однак якісні характеристики цих речовин вони не наводять. Ці автори відзначають, що за багаторічного використання ґрунтів теплиць необхідно щороку проводити їх дезінфекцію. Якщо вона проводиться якісно, тоді досить внесення органічних речовин для відновлення інтенсивного розкладання гумусу [13].

З метою зменшення механічного ущільнення ґрунту можливо, висаджувати рослини огірка і томата за схемою, щоб їх підв'язувати із одного боку міжряддя. За такої схеми висаджування рослин в одному міжрядді розміщують систему крапельного поливу. Крапельний полив сприяє підтриманню ґрунту в оптимальному, за водно-повітряними параметрами, пухкому стані, водночас мульчування ґрунту соломою зернових культур є обов'язковим.

Вченими колишньої НДР підраховано, що в разі вивезення ґрунту з теплиці площею 1 га та завезення нового, витрати становлять до 75 тис. марок на рік. Водночас зазначають про відповідні труднощі його створення, адже в готовому вигляді його придбати проблематично [13].

Оскільки огірок вимогливий до високої вологості повітря, необхідно цей параметр враховувати. Великою помилкою в технології вирощування його є те, що з метою зниження температури повітря в літній період у теплиці, відкривають фрамуги і двері для провітрювання. За таких умов рослини пошкоджуються павутинним кліщем, адже різко знижується вологість повітря.

На вертикальних (торцевих) стінах південної і західної частини теплиць пропонують затінення. Двері і фрамуги необхідно відкривати лише в умовах підвищення температури понад 30 °С, і підтримувати вологість повітря на рівні 90 % завдяки використанню для поливу системи «туман».

Оскільки огірок вологолюбна культура, відповідно, за врожайності 30 кг/м<sup>2</sup> утворюється 1,6 кг сухої речовини. Для цієї кількості рослина витрачає в середньому 515 л води, а якщо врахувати випаровування води з поверхні ґрунту, то за період вегетації витрачається 600 л води на одну рослину, або 2,2 л води на добу [13].

Після висаджування розсади огірка в ґрунт, 2–3 тижні її обмежують у поливі з метою створення додаткових коренів і їх розгалужень, що

є важливим в отриманні кращих врожаїв. На відміну від рослин огірка, особливістю томата є те, що коренева система проникає значно глибше (50–60 см), краще поглинає поживні речовини з ґрунту. Встановлено залежність поглинання мінеральних речовин від температури ґрунту. Так, за зниження її нижче оптимальної температури, інтенсивність поглинання фосфору погіршується, а поглинання калію пригнічується за нестачі освітлення. У зв'язку з цим, усі зусилля дослідників спрямовані, насамперед, на підтримання оптимальних параметрів ґрунту, які сприяють його родючості. Необхідно зволоження його та підтримання відповідного співвідношення елементів мінерального живлення за сприятливих температурних умов [15].

За вирощування томата рекомендують вносити на 1 га теплиць не більше 60 м<sup>3</sup> гноєвих компостів. Таку кількість добрив рекомендують вносити перед початком чергового періоду вирощування рослин [13].

За результатами проведених досліджень встановлено, що достатньо вносити свіжий гній великої рогатої худоби в кількості 90–100 т/га через рік. Після закінчення вирощування рослин восени стебла овочевих рослин (огірок, томат) виносили і укладали в котловані стелажної теплиці, де вирощували каліфорнійських черв'яків, з метою отримання біогумусу. У звільнених від зернових культур теплицях висівали сидеральні культури (олійну редьку, озимий ріпак), попередньо обробивши поверхнево ґрунт [16].

Поряд з дезінфекцією ґрунту окремі автори рекомендують за вирощування томата проводити і пропарювання, не лише для поліпшення боротьби зі шкідниками та збудниками хвороб рослин, а й сприяння активізації мікробіологічних процесів ґрунту, покращуючи доступність поживних речовин рослинам.

У разі вирощування рослин томата на добре підготовленому і збалансованому за всіма елементами мінерального живлення ґрунті, дозрівання плодів може затримуватися, тобто відбувається активне плодоутворення. У кожному з сформованих суцвіть плоди майже однакові за розміром і добре виповнені незалежно від вирощуваних сортів. За таких умов дозрівання плодів буде сповільнюватися, а також були випадки, коли суцвіття плодів під своєю масою обламувалися. В окремих тепличних господарствах були виготовлені спеціальні пластмасові пристрої, які захищали суцвіття від травмування.

Для прискорення дозрівання плодів рослинам необхідно створити відповідний стрес, дія

якого була б миттєвою і не завдавала б шкоди як рослині, так і зовнішньому середовищу. У ході дослідження для рослини створили стрес механічним пошкодження стебла на висоті 4–5 см від поверхні ґрунту. Посередині стебла діаметром 1,5–2,0 робили наскрізний повздовжній розріз завдовжки 3,0–4,0 см. У створений розріз вставляли дерев'яну пластинку, яка проходить наскрізь стебла. З часом пустоти, що утворилися між стеблом і пластинкою, заповнюються паренхімою, тобто утворене «вікно» для можливого проникнення шкідників і збудників хвороб закривається через кілька діб. За таких умов ріст рослини сповільнюється, а розвиток і власне дозрівання плодів прискорюється на 7–10 діб порівняно з контрольними рослинами. Детальніше різні способи прискореного і подовженого періодів плодоношення висвітлено у спеціальній літературі.

Створені стресові умови для рослини спонукають її до активізації метаболічних процесів, пов'язаних з продовженням роду, тобто утворення повноцінного насіння (потомства). Зовні плоди, а також за їх смаковими властивостями не поступаються контрольним рослинам.

В Україні, як відзначають П.П. Іваненко та О.В. Прилипка (2001), у тепличних комплексах не використовують систему підживлення вуглекислим газом рослин [14]. У зв'язку з цим, вирощування їх у ґрунтових теплицях за достатньої кількості органічних добрив сприятиме підвищенню концентрації  $\text{CO}_2$  в теплиці. Водночас необхідно регулювати температуру в цих об'єктах, щоб не провітрюванням, а іншими способами, зберігати концентрацію  $\text{CO}_2$  на належному рівні [17].

Щорічно навантаження на навколишнє середовище збільшується, особливо в сільському господарстві. Ця галузь страждає від антропогенного впливу різних сфер діяльності, тому доцільність впровадження органічного виробництва обумовлена, насамперед, необхідністю поліпшення екологічного стану навколишнього середовища та здоров'я населення [18, 19, 20].

Останнім часом в Україні стало надзвичайно актуальним здорове харчування. Люди вже не хочуть їсти напівфабрикати, генетично-модифіковані овочі та фрукти, й інші продукти, що містять хімічні смакові добавки. У зв'язку з цим, багато людей замислюються над необхідністю мати свою ділянку, на якій можна вирощувати домашні овочі і фрукти, і самому контролювати якість продуктів. Дедалі частіше люди стали купувати теплиці з полікарбонату, які навіть у зимовий час дають змогу отримувати свіжі овочі та фрукти [21].

Під час планування органічного агровиробництва в конкретному регіоні необхідно знати докладно стан ґрунту. Такий аналіз є необхідною умовою для вибору ділянки, де буде створюватися основне виробництво. Наявні кліматичні, технологічні, фінансові умови є основою для забезпечення виробництва продукції за органічними стандартами.

Велику перевагу на користь виробництва органічної овочевої продукції має закритий ґрунт, де можливо отримувати її впродовж року, тимчасом у рослинництві та овочівництві відкритого ґрунту, зазвичай, значно більше виробленої продукції не відповідає екологічним вимогам.

За використання органічних складових сертифікація продукції закритого ґрунту вимагає менше часу, оскільки поряд з використанням органічної технології з'являється можливість придбати органічний ґрунт з потрібними якість і показниками родючості, на якому буде здійснюватися процес виробництва, водночас нівелюючи вплив на продукцію забруднення важкими металами.

Овочівництво закритого ґрунту дає змогу використовувати метод конвеєрного виробництва, отримуючи готову якісну продукцію впродовж усього року. Урожайність овочевих культур закритого ґрунту вище, ніж аналогічних культур у відкритому ґрунті. Після успішного початку виробництва можна буде підбрати відповідні види овочів згідно з їх біологічними особливостями і порою року.

Отже, органічне агровиробництво закритого ґрунту може розширити можливості для розвитку конкретного регіону, особливо проблемного в екологічному сенсі. Планування і організація управлінських рішень з підготовки та створення таких органічних виробництв є основними заходами, ініціювання яких не можна відкладати.

Реалізація цих планів можлива за участю всіх сил регіону: виробників продукції, місцевих громад, місцевої влади і вчених. Основна «скрипка» в такому «оркестрі» належить вченому, в умінні його не лише переконати замовників, а й організувати виробництво.

Для підтвердження вигідності ідеї розвитку органічного овочівництва закритого ґрунту в регіоні можна звернутися до досвіду європейських органічних тепличних комплексів. Лідерами в органічному виробництві овочів закритого ґрунту в Європі є Нідерланди, Іспанія та Польща. У Нідерландах та Іспанії акцент у використанні теплиць зроблений на овочі, а в Польщі – на різні ягоди. В Іспанії популярним видом овочевої культури є томат. Іспанські

фермери намагаються задовольняти споживчий попит на органічний томат повним обсягом упродовж усього року, тому виробники основні кошти вкладають у спеціалізовані тепличні конструкції. Зазвичай клімат в Іспанії, як і в Україні, не дає змоги в традиційних тепличних комплексах вирощувати урожай овочевих культур цілий рік. Усередині звичайних пластикових теплиць стає занадто спекотно в літні місяці. Для того щоб вирощувати значні врожаї, в країні побудовано майже 15 га мультитунельних теплиць, забезпечених засобами для створення штучного клімату з автоматичним управлінням. Ця система дає змогу регулювати відкриття і закриття вентиляційних вікон, а також режим конденсації для адіабатичного охолодження рослин [21].

Особливістю органічного овочівництва є те, що господарі намагаються виробляти органічне добриво і не залежати від ринкової кон'юнктури.

**Висновки.** Отже, вдосконалення сільськогосподарської галузі є необхідною умовою розвитку будь-якого регіону країни, а органічне виробництво може забезпечити екологічно небезпечний регіон стабільною овочевою продукцією, особливо за використання закритого ґрунту.

За результатами проведених досліджень встановлено, що ґрунт теплиць і оранжерей можливо використовувати впродовж тривалого періоду – 30 і більше років, використовуючи культурозміну з овочевих, зернових і лікарських тропічних культур.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кисляченко М.Ф. Зниження витрат енергоресурсів в овочівництві закритого ґрунту. Продуктивність агропромислового виробництва. Економічні науки. 2010. № 16. С. 39–43.
2. Іваненко В.Ф. Ефективність впровадження енергозберігаючих технологій в овочівництві закритого ґрунту. Продуктивність агропромислового виробництва. Економічні науки. 2011. № 18. С. 101–107.
3. Білоконь Т.М. Економічні аспекти впровадження енергозберігаючих технологій на підприємствах закритого ґрунту. Збірник наукових праць ВНАУ. 2012. № 1. (56). Том 2. С. 146–151.
4. Roberto K. How-to Hydroponics. Futuregarden, Inc. New York. 2000. 72 p.
5. Ермаков Е.И. Регулируемая агроэкосистема в агрофизике и растениеводстве. Агрофизика от А.Ф. Иоффе до наших дней. 2002. С. 122–140.
6. Биотехнологические комплексы по круглогодичному интенсивному ресурсосберегающему производству высококачественной растительной продукции: основы создания и перспективы: материалы координационного совещания АФИ / Панова Г.Г. и др. СПб, 2010. С. 77–85.

7. Аникина Л.М. Органическое вещество корнеобитаемых сред при интенсивном выращивании растений в регулируемых условиях. Вопросы агрофизики при воспроизводстве плодородия прочь: тезисы докладов Всероссийской конференции. СПб, 1994. С. 12–16.

8. Давтян Г.С. Культура растений без почвы и перспективы развития гидропоники. Агрохимия. 1964. С. 31–35.

9. Удалова О.Р. Технологические основы культивирования растений томата в условиях регулируемой агроэкостимы: автореф. дис. ... канд. с-х. наук. Санкт-Петербург. 2014, 18 с.

10. Таргоня В. Перспективы використання біотехнологічних альтернатив для вирощування біологічної продукції в гідропонних установках. Техніка і технології АПК. 2010. № 8 (11). С. 4–6.

11. Ермаков Е.И., Аникина Л.М., Мухоморов В.К. Содержание нитратов в продукции зерновых и овощных культур в зависимости от органического вещества в корнеобитаемых средах. Доклад ВАСХНИЛ. 1990. №11. С. 14–17.

12. Ресурсосберегающая система культивирования растений в регулируемых условиях – панопоника: преимущества и перспективы: труды Всероссийской конференции с международным участием / Ермаков Е.И. и др. С-Пб., 2009. С. 75–77.

13. Гейслер Т. Производство овощей под стеклом и пленкой. Москва: Колос, 1979. 312 с.

14. Іваненко П.П., Приліпка О.В. Закритий ґрунт. К., Урожай. 2001. 362 с.

15. Биопробы и биотесты (незаконченные рукописи академика А.М. Гродзинского) / под ред. Грахова В.П., Бойко Е.Н., Заименко Н.В. К., 2011. 364 с.

16. Дубовий В.І., Ткалич В.В., Дубовий О.В. Агро-екологічне обґрунтування культурозміни в ґрунтових теплицях та оранжереях. Збалансоване природокористування. 2014. №3. С. 64–69.

17. Іванько О.О., Калиниченко А.П., Шмат М.А. Соціальний вегетарій. Дім, сад, город. 1997. № 4. С. 10–11.

18. Розвиток органічного виробництва овочів / Могильова О.М. та ін. Овочівництво і баштанництво. 2016. Вип. 63. С. 7–16.

19. Вітер А.В. Актуальні питання обміну речовин в екосистемі. К. 2016. 240 с.

20. Бедернічек Т.Ю., Гамкало З.Г. Лабільна органічна речовина ґрунту: теорія, методологія, індикаторна роль. К., 2014. 180 с.

21. Инновационные технологии круглогодичного производства экологически чистой овощной продукции в условиях техногенно загрязненной природной среды мегаполисов. Экология мегаполиса: фундаментальные основы и инновационные технологии: материалы конф. / Судаков В.Л. и др. Москва, 21–25 ноября, 2011. 136 с.

#### REFERENCES

1. Kysljachenko, M.F. (2010). Znyzhenja vytrat energoresursiv v ovochivnyctvi zakrytogo g'runtu [Reduction of energy consumption in indoor vegetable growing]. Produktivnist' agropromyslovogo vyrobnyctva. Ekonomichni nauky [Productivity of agro-industrial production. Economic sciences], no. 16, pp. 39–43.
2. Ivanenko, V.F. (2011). Efektyvnist' vprovadzhenja energozberigajuchykh tehnologij v ovochivnyctvi zakrytogo

g'runtu [The effectiveness of the introduction of energy-saving technologies in indoor vegetable growing]. *Produktyvnist' agropromyslovogo vyrobnyctva. Ekonomichni nauky* [Productivity of agro-industrial production. Economic sciences], no. 18, pp. 101–107.

3. Bilokon', T.M. (2012). Ekonomichni aspekty vprovadzhenja energozberigajuchyh tehnologij na pidprijemstvah zakrytogo g'runtu [Economic aspects of introduction of energy saving technologies at the enterprises of the closed ground]. *Zbirnyk naukovyh prac' VNAU* [Collection of scientific works of VNAU], no. 1, (56), Vol. 2, pp. 146–151.

4. Roberto, K. (2000). *How-to Hydroponics*. Futuregarden, Inc. New York. 72 p.

5. Ermakov, E.Y. (2002). Regulyruemaja agroekosystema v agrofyzike y rastenyevodstve [Regulated agroecosystem in agrophysics and crop production]. *Agrofizika ot A.F. Ioffe do nashih dnei* [Agrophysics by A.F. Ioffe to this day], pp. 122–140.

6. Panova, G.G., Zheltov, Ju.Y., Sudakov, V.L., Chernousov, Y.N., Dragavcev, V.A., Kanash, E.V., Karmanov, Y.V., Anykyna, L.M., Udalova, O.R. (2010). Byotehnologicheskye komplekxy po kruglogodychnomu yntensyvnomu resursosberigajushhemu proyzvodstvu vysokokachestvennoj rastytel'noj produkcyy: osnovy sozdanya y perspektyvy: materialy koordinacionnogo soveshhanija AFI [Biotechnological complexes on year-round intensive resource-saving production of high-quality plant products: bases of creation and prospects: Proceedings of the API Coordination Meeting]. St. Petersburg, pp. 77–85.

7. Anykyna, L.M. (1994). Organycheskoe veshhestvo korneobytemyh sred pry yntensyvnom vyrashhyvany rastenyj v regulyruemyh uslovyjah [Organic matter of root habitats in intensive plant cultivation under controlled conditions]. *Voprosy agrofiziki pri vosproizvodstve plodorodija procvh: tezisy dokladov Vseros. konferencii* [Questions of agrophysics in the reproduction of fertility: abstracts of reports conferences]. St. Petersburg, pp. 12–16.

8. Davtjan, G.S. (1964). Kul'tura rastenyj bez pochvy y perspektyvy razvytija gidroponyky [Plant culture without soil and prospects for the development of hydroponics]. *Agrohimija* [Agrochemistry], pp. 31–35.

9. Udalova, O.R. (2014). Tehnologicheskye osnovy kul'tyvyrovanya rastenyj tomata v uslovyjah regulyruemoj agroekostymy: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk [Technological bases of cultivation of tomato plants in the conditions of regulated agroecosystem: author's ref. dissertation cand. agriculture science]. St. Petersburg, 18 p.

10. Targonja, V. (2010). Perspektyvy vykorystannja biotehnologichnyh al'ternatyv dlja vyroshhuvannja biologichnoi' produkcii' v gidroponnyh ustanovkah [Prospects for the use of biotechnological alternatives for growing biological products in hydroponic plants]. *Tehnika i tehnologii' APK* [Machinery and technologies of agro-industrial complex], no. 8 (11), pp. 4–6.

11. Ermakov, E.Y., Anykyna, L.M., Muhomorov, V.K. (1990). Soderzhanye nytratov v produkcyy zernovyh y ovoshhnyh kul'tur v zavysymosti ot organycheskogo veshhestva v korneobytaemyh sredah [Nitrate content in cereals and vegetables depending on organic matter in root habitats]. *Doklad VASHNIL* [Report VASHNIL], no. 11, pp. 14–17.

12. Ermakov, E.Y., Udalova, O.R., Zheltov, Ju.Y., Anykyna, L.M., Panova, G.G. (2009). Resursosberigajushhaja sistema kul'tyvyrovanya rastenyj v regulyruemyh uslovyjah – panoponika: preimushhestva i perspektyvy: trudy Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem [Resource-saving system of plant cultivation in controlled conditions – panonics: advantages and prospects: Proceedings of the All-Russian Conference with International Participation]. St. Petersburg, pp. 75–77.

13. Geissler, T. (1979). Proyzvodstvo ovoshhej pod steklom i plenkoj [Production of vegetables under glass and film]. Moscow, Kolos, 312 p.

14. Ivanenko, P.P., Prylipka, O.V. (2001). *Zakrytyj g'runt* [Closed ground]. Kyiv, Harvest, 362 p.

15. Grakhova, V.P., Boyko, E.N., Zaimenko, N.V. (2011). Bioproby i biotesty (nezakonchennyye rukopisi akademika A.M. Grodzinskogo) [Bioassays and biotests (unfinished manuscripts of Academician A.M. Grodzinsky)]. Kyiv, 364 p.

16. Dubovy, V.I., Tkalych, V.V., Dubovy, O.V. (2014). Agroekologichne obg'runtuvannja kul'turozminy v g'runtovyh teplycjah ta oranzherejah [Agroecological substantiation of crop rotation in soil greenhouses and hothouses]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannja* [Balanced nature management], no. 3, pp. 64–69.

17. Ivan'ko, O.O., Kalynychenko, A.P., Shmat, M.A. (1997). *Sonjachnyj vegetarij* [Sunny vegetarian]. Dim, sad, gorod [House, garden, vegetable garden], no. 4, pp. 10–11.

18. Mogylova, O.M., Muravjov, V.O., Rud', V.P., Ter'ohina, L.A. (2016). Rozvytok organichnogo vyrobnyctva ovochiv [Development of organic vegetable production]. *Ovochivnyctvo i bashtannyctvo* [Vegetable and melon growing], no. 63, pp. 7–16.

19. Viter, A.V. (2016). Aktualni pitannya obminu rechovin v ekosystemi [Current issues of metabolism in the ecosystem]. Kyiv, 240 p.

20. Bedernichek, T.Yu., Gamkalo, Z.G. (2014). Labilna organichna rechovina gruntu: teoriya, metodologiya, indikatorna rol [Labile organic matter of soil: theory, methodology, indicator role]. Kyiv, 180 p.

21. Sudakov, V.L., Anykyna, L.M., Udalova, O.R., Zheltov, Ju.Y. (2011). Ynnovacionnyye tehnologyy kruglogodychnogo proyzvodstva jekologichesky chystoj ovoshhnoj produkcyy v uslovyjah tehnogenno zagrijaznennoj pryrodnoj sredy megapolysov [Innovative technologies of year-round production of ecologically clean vegetable products in the conditions of technogenic polluted natural environment of megacities]. *Jekologija megapolisa: fundamental'nye osnovy i innovacionnyye tehnologii: materialy konf.* [Ecology of the metropolis: fundamentals and innovative technologies: conference materials]. Moscow, 136 p.

#### **Эколого-экономические особенности субстратов для выращивания растений в условиях закрытой почвы**

**Дубовой В.И., Адамович И.В., Дубовой О.В.**

Отмечается, что гидропонные технологии выращивания овощных культур нуждаются в тщательном выполнении всех необходимых технологических операций. Сбой в работе одной из них ставит под угрозу получение максимально возможной продуктивности растений соответствующего качества. Обслуживание всей системы обеспечения качественного гидропонного режима

выращивания овощных культур экономически затратно. Однако даже при таких условиях выращивания овощные культуры находятся не в оптимальных условиях.

Многочисленное использование искусственных субстратов способствует накоплению в них фитопатогенных веществ фенольной природы и, как следствие, снижается урожайность выращиваемых культур. Эти субстраты недостаточно образуют  $\text{CO}_2$ , и растения нуждаются в нем.

Доказано, что основная функция почвы как в полевых условиях, так и в теплицах и оранжереях сводится к способности аккумулировать органические кислоты, синтезирующие растениями, так как эти вещества губительно действуют на само растение. Следующим этапом является взаимодействие органических кислот с почвой, которые она адсорбирует. Коллоидная фракция почвы и органические соединения от корневых систем создают новые компоненты, которые становятся доступными для растений после соответствующего периода взаимодействия с почвенным поглощательным комплексом.

Установлено, что достаточно вносить свежий навоз крупного рогатого скота в количестве 90–100 т/га через год. После окончания выращивания овощных культур осенью (огурец, томат) их стебли выносили и укладывали в котлованы стеллажной теплицы, где выращивали калифорнийских червей, с целью получения биогумуса. В освобожденных от зерновых культур теплицах высевали сидеральные культуры (масличную редьку, озимый рапс), предварительно обработав поверхностно почву. Почву теплиц и оранжерей можно использовать в течение длительного периода – 30 и более лет, используя при этом культурооборот из овощных, зерновых и лекарственных тропических культур, без затрат электроэнергии на поддержание свето-температурных условий в весенне-летне-осенние периоды.

**Ключевые слова:** гидропоника, почвенные теплицы, овощные, зерновые и лекарственные тропические культуры, культурооборот.

### Ecological and economic features of substrates for growing plants in greenhouses

Dubovy V., Adamovych I., Dubovy O.

It is noted that hydroponic technologies for growing vegetables require careful running of all necessary technological operations. Failure of one of them can result in failure to obtain the maximum possible productivity of plants of appropriate quality. Maintenance of the entire system of ensuring a high-quality hydroponic regime for growing vegetables is economically costly. However, even under such growing conditions, vegetable crops are far from optimal.

Repeated use of artificial substrates contributes to the accumulation of phytopathogenic substances of phenolic nature and, as a consequence, reduces the yield of crops. These substrates do not produce enough  $\text{CO}_2$  and plants need it.

It is shown that the main function of soil both in the field and especially in soil greenhouses and hothouses is reduced to its ability to accumulate organic acids produced by plants, as these substances have a detrimental effect on the plant itself. The next step is the interaction of organic acids with the soil, which it adsorbs. The colloidal fraction of the soil and organic compounds from the root systems create new components that become available to plants after a corresponding period of interaction with the soil absorption complex.

It is established that it is enough to apply fresh manure in cattle in the amount of 90–100 t/ha, but after a year. After growing vegetables in the fall (cucumber, tomato), their stems were removed and placed in the pit of a shelving greenhouse, where California worms were grown, in order to obtain compost. In greenhouses freed from grain crops, green manure crops (oil radish, winter rape) were sown, pre-treated surface soil. The soil of greenhouses and hothouses can be used for a long period of 30 years or more, using crop rotation from vegetable, grain and medicinal tropical crops without the cost of electricity to maintain light - temperature growing conditions in spring-summer-autumn periods.

**Key words:** hydroponics, soil greenhouses, vegetable, grain and medicinal tropical crops, cultural change of growing conditions in spring-summer-autumn periods.



Copyright: Дубовий В.І., Адамович І.В., Дубовий О.В © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:  
Дубовий В.І.  
Дубовий О.В.

<https://orcid.org/0000-0002-8637-0023>  
<https://orcid.org/0000-0003-1103-8840>






UDC 574.1:631.95

## Methodological approaches in the study of agroecosystems' biodiversity

Lavrov V. , Grabovska T. 

*Bila Tserkva National Agrarian University*

 Grabovska T. E-mail: grabovskatatiana@gmail.com



Lavrov V., Grabovska T. Methodological approaches in the study of agroecosystems' biodiversity. «Agrobiologia», 2021. no. 2, pp. 217–228.

Рукопис отримано: 17.10.2021 р.

Прийнято: 01.11.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-217-228

In agroecosystems, the structure and dynamics of taxonomic and functional biodiversity differs significantly from the local intact identical standard types of ecosystems and depends on the type and duration of management, the degree of environmental friendliness of the applied technologies. Agroecosystems significantly affect the biodiversity of the surrounding areas. To harmonize its preservation in agricultural landscapes with the aim of optimizing agriculture, it is necessary to improve the methods of its research. It is established that the choice of methodological bases (principles, criteria and methods) of biodiversity research depends on the purpose and hierarchical level of ecosystem analysis, scale of the researched question, as each group of living organisms selected according to a certain principle has its peculiarities, identification and characterization of which requires appropriate methods, necessary knowledge, special equipment and other resources of scientific research. It is advisable to apply a systematic approach, biotic and / or ecological criteria and indices for assessing / analyzing the diversity of biota, the ratio and characteristics of its ecological groups, indicator capacity of species, multifunctional relationships (within and between taxa and their environment) and other ecological indicators describing the state of integrity of the agroecosystem, its functional diversity and dynamics. Gradient analysis by changing the values of determining factors is appropriate for zoning the distribution in space of different levels of agroecosystem transformation and its biodiversity. Retrospective analysis makes it possible to identify the causes, characterize the dynamics of changes in biodiversity in the past and future and justify the directions of its conservation.

**Key words:** diversity of living organisms, agriculture, research methods, ecosystem, connections, ecological factors.

**Problem statement and analysis of recent research.** Biodiversity is the totality of all life forms in all its manifestations, i.e. the diversity of species with their set of genes, their interactions in communities with other species and interactions between communities, the diversity of their functions and relationships, and ecosystems [1–4]. For people, biodiversity has economic, recreational, cultural, environmental and other values [1, 2]. Therefore, it is an important component of a number of basic action plans of the UN and its international institutions, their environmental policies and programs (IUCN, UNESCO, WWF, GEF) to implement the tasks of sustainable nature management, including in the agricultural sector (Rio-92; Sofia, 1995; Nagoya, 2010). International projects

related to biodiversity and ecosystem services are being implemented – TEEB, ESMEALDA, IP-BES, ORERAs, BDTF SEE. Ukraine is actively participating in international cooperation on these issues, ratifying the basic principles of the relationship to biotic and landscape diversity.

Biodiversity is considered at the genetic, species and ecosystem levels. Genetic diversity describes the total number of genetic characteristics that occur in a population or species. All the genetic diversity of species, consisting of all genotypes of populations, is united in the concept of the gene pool of the planet [1, 5]. The set of gene pools and genotypes of all populations and individuals that are part of the ecosystems of a particular area, Golubets calls a genoplast [6, 7].

Species diversity covers all species of living organisms. The more species in the biocenosis, the richer and more stable it is. Species diversity of biocenoses depends on the diversity of habitats and ecological niches in which different ecological groups of species and their adaptations are formed. Species and coenotic diversity of biota are closely related to the conservation of certain types of natural or semi-natural habitats [8]. Of particular importance are relict and endemic species, as well as rare and endangered species, which are included in the relevant lists of international conventions, the Red Book of Ukraine and other lists of regional and local levels. According to the IUCN Red List [9], there are about 37,400 endangered species in the world.

The diversity of communities and ecosystems includes phyto-, zoo-, microbiocenosis, as well as their biotopes. In addition, ecosystems have different sizes – micro-, meso-, macro-dimensions. The more different ecological systems exist in a given area, the less likely it is to disturb the balance in nature, and the more valuable this area for humans [10]. All components of the ecosystem support its functioning, sustainability and direction of succession development. The existence of biota significantly depends on environmental conditions (ecotope), while the biota of a particular ecosystem affects the direction and intensity/speed of its development. The current fragmentation of landscapes by anthropogenically transformed areas, changes in the habitats of flora and fauna causes significant difficulties for their migration, which leads to the extinction of some species and a sharp reduction in others [11]. Ecosystems that contain communities, species or habitats listed in the Green Book of Ukraine, in international conventions, agreements (in particular, Bern, Bonn, Washington (CITES), etc.) are especially valued [8].

According to Whittaker's classification of biodiversity, alpha, beta and gamma diversity are distinguished. The fewer common species in communities or at different points of the gradient, the higher the beta diversity. Delta diversity is the change in species diversity between landscapes, mainly along large climatic and physical-geographical gradients [12–15].

Biodiversity is a guarantee of sustainability of both individual ecosystems and the biosphere as a whole [16]. The more the structure of biodiversity of a certain ecosystem corresponds to the potential and diversity of ecological niches of a given ecotope, the more stable this ecosystem is. This system of mechanisms for maintaining balance is formed during the evolution of ecosystems; it is multidimensional and dynamic. However, as a result of long-term human use of nature, this formed

correspondence of "biocenosis-ecotope" of natural (indigenous) types of ecosystems is significantly violated. Therefore, to maintain their sustainability, productivity and sustainable development until the target resource (yield or ecosystem service/function) a person must contribute the necessary energy in the form of various care systems for cultural (target) species, communities and/or their protection, etc. In this sense, agroecosystems deserve special attention, as they are a typical example of replacing natural ecosystems with cultural agrocenoses from bred new varieties/species, and therefore are unstable, subsidized ecosystems. In contrast to natural ecosystems, agrosystems are characterized by low closedness of the cycle of substances, constant extraction of organic anthropogenic energy from the outside, short trophic chains, strong soil erosion, insignificant biological diversity, and as a consequence – instability [17], loss of homeostasis and unbalancing the existing links between the components of the agroecosystem [18]. In addition, the traditionally complete concentration of farmers on the crop, its harvest causes their lack of attention to other species of biota, which do not have a significant impact on the productivity of this agroecosystem (the yield of this crop).

Intensification of agriculture remains one of the main causes of biodiversity loss and ecosystem degradation not only in Ukraine but in Europe in general [10, 19]. Excessive or untimely application of agrochemicals, non-compliance with storage requirements, systematic use of high doses of mineral fertilizers lead to contamination of soils, reservoirs and other components of the environment, to violation of homeostasis and simplification/change of the ecosystem biodiversity structure [1, 10, 20–23].

Over the long period of the paradigm of intensive agriculture due to the use of pesticides for agricultural plants protection, the chemistry of the natural environment of agricultural and adjacent landscapes and even remote areas, as well as the structure and dynamics of their biodiversity significantly changed. Modern agrolandscapes have an anthropogenically transformed mosaic structure, where field protective and other forest belts, other phytocenoses not involved in management are elements of the ecological network. They provide some restoration of biota, animal migration, serve as habitat for certain species of wildlife [16, 10]. Rich biodiversity in agricultural ecosystems contributes to the sustainability and productivity of agriculture [19]. However, the transformation of natural complexes into artificial cultivation of crops, change of plantations, use of pesticides, soil degradation lead to the filling of new ecological

niches with other types of biota. New species are formed, populations of certain resistant species (including pests) grow, and species more sensitive to anthropogenic interference, on the contrary, reduce their numbers [25–28]. Many species have disappeared at all or are on this border and need protection. And the biota diversity of agrolandscapes has acquired specific features that are significantly different from the local standard (undisturbed) identical types of ecosystems. It depends on: the type and duration of management, the technologies used, the degree of their environmental friendliness (or the degree of compliance with current environmental regulations).

The part of biodiversity that depends on agriculture or is under its influence is considered to be agrobiodiversity – the diversity of wild species associated with agricultural ecosystems and the diversity of economically feasible, domesticated animals, plants [1, 29, 30], other biota, that supports the most important functions of agroecosystems. The condition for creating an effective agroecosystem is the maintenance of a stable and controlled agrobiocenosis. To do this, agroecosystems additionally receive extraneous energy from machine fuel, organic and mineral fertilizers, seeds, human and animal labor. The bioproduction process in them is supported by man so as not only to obtain but also to extract the maximum valuable in economic terms biomass [30]. Stable, cost-effective and environmentally friendly development of agroecosystems depends on the success of the combination of ecological component (approach to the natural ecosystem), economic (profit) and social (level of consciousness [16]).

In Ukraine, biodiversity management is carried out by the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources. The main documents dealing with the maintenance of biodiversity of agricultural landscapes are the Law of Ukraine "On Environmental Protection" [31], the Law of Ukraine "On the Ecological Network of Ukraine" [32] and the Order of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine "On Approval of the Concept of Sustainable Development in Ukraine for the period up to 2025" [33]. One of the principles of environmental protection is to preserve the spatial and species diversity and integrity of natural objects and complexes [31]. Moreover, the protection of both individuals and ecosystems is provided [34]. It is recognized that threats to biodiversity are due to landscape fragmentation and pollution caused by agricultural production [35]. Therefore, the preservation of biological and landscape diversity is one of the priorities of the state environmental policy of Ukraine until 2030 [36]. This is an important component of our country's international

cooperation with the EU in the context of the Biodiversity Strategy until 2030 [37]. In the EU, it is planned to reduce the use of pesticides by 2030 and increase the degree of landscape diversity of agricultural land by 10 %. This is expected to increase the resilience of the agricultural sector to climate change, environmental risks and socio-economic shocks. For this, 25 % of EU agricultural land tends to be cultivated using organic technologies. These and other environmental objectives are to some extent reflected in the Sustainable Development Goals of Ukraine for 2015–2030. There are information centers: Internet resource Data Center for Biodiversity of Ukraine [38], Global Biodiversity Information Facility [39].

It should be noted that there is a conflict between human interests, which is manifested in the need to use the area for various purposes, raw materials or food, and natural processes aimed at preserving ecosystems and biodiversity, i.e. between pragmatic technocratic attitude to natural resources and environmental goals [17, 40–42]. In modern agricultural production, economic priorities prevail over environmental ones. In Ukraine, this is evidenced by the high percentage of plowed land (57 % of the country), loss of soil fertility, and violation of scientific crop rotations, the use of intensive technologies, disregard for the basic laws of agriculture and ecology [18].

The transition to artificial phytocenosis with the cultivation of a number of agricultural plants provokes the spread of certain weed species that compete with cultivated plants for water, nutrients and living space, contribute to pests and diseases, complicate tillage, crop care and harvesting [22]. However, weeds are natural components of agrophytocenoses, a kind of indicator of biodiversity. They play a significant role in stabilizing the soil, preserving its moisture and preventing erosion, they are often mycorrhizal, increase the activity of microorganisms, and are a source of nectar and pollen for bees [22, 43]. This encourages ecologists to consider wild plants as an important component of agroecosystems, the protection of the gene pool of which is an essential part of the conservation of biological diversity on Earth [44]. They are certain analogues of phytocenoses at the stages of secondary successions and due to their explicit strategy, complete eradication of weeds from agrophytocenoses is practically impossible and ecologically impractical [22]. From the standpoint of phytocenology, the complete destruction of weeds can lead to the loss of many useful (or potentially useful) species of plants, insects and other organisms, is a threat to biodiversity. These ideas are supported by biodynamic agriculture [45]. In some countries of South America, the

presence of a significant species diversity of weeds contributes to the yield of cultivated plants [46, 47]. In order to reduce the risk of weeds, cultivated plants need to be controlled to minimize their harmfulness. The use of herbicides in crop fields significantly reduces their numbers, while natural phytocenoses bordering the field are experiencing significant expansion of these species [48]. Depletion of species biodiversity creates conditions for penetration of new species into the communities. Such "enrichment" of flora or fauna is not always useful for humans [2]. As for biota, it is considered biological pollution. Invasive species reduce the biodiversity of agrophytocenosis by a gradient of increasing the presence of this species, such as ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) due to increased antifungal activity and phytotoxicity [49]. More and more species are on the verge of extinction as a result of their displacement by invasive alien plants [19], especially in those regions where the natural vegetation is quite fragmented [50]. According to the Secretariat of the Convention on Biological Diversity [19], by 2050 the projected growth of international shipping will increase the risk of invasions of alien species by 3–20 times compared to the current level. To some extent, a scientific structure of sown areas on the basis of polyculture provides the preservation of biodiversity in the system of agrobiocenosis [43].

For animals of most species, the best lands are those that are most similar to natural indigenous ecosystems, provided that there is no factor of concern and the threat of direct destruction of organisms [51]. Therefore, agroecosystems should be formed as close as possible to natural analogues, taking into account the current climate change or other conditions [52, 53]. Organic farming provides significant prospects for preserving biodiversity and improving the ecological safety of products [16, 19, 54, 55]. Increasing the productivity of modern agricultural is impossible without the formation of sustainable agroecosystems and the wider use of innovative agricultural technologies based on ecological principles [18]. Farms with a greater variety of crops are always more economically and environmentally stable.

In general, there is still no accepted systematic approach to the selection of best methods for studying the biodiversity of agroecosystems. It should be recognized that most of the "white spots", unresolved issues still exist on the implementation of the principles of ecologically and economically balanced use of the biotic component of agroecosystems. In particular, the ecological potential of "beneficial" organisms is still insufficiently taken into account in the integrated management not only of plant protection (with activation of biolog-

ical methods), but also in general in the strategy of transition to sustainable agricultural development, which should ensure the systematic harmonization of interests – social, economic and environmental (especially – norms of ecological safety and nature protection) [42, 55]. This is probably due to the long-term dominance of applied research goals in solving agricultural problems, the difficulties of transition from intensive and conventional management principles to environmentally friendly methods, as well as the frequent change of plant crops in certain areas due to crop rotation and other reasons. It is still unclear what ecological role functional agrobiodiversity plays in the agroecosystem, what and under what conditions it is able to provide expected agroecosystem services, etc. [56, 57]. It is difficult to assess biodiversity in agroecosystems, as it is necessary to take into account the type of agroecosystem (field, garden, farm, greenhouse), changes in space and time, biota structure and features of its constituent species, respond to anthropogenic negative impacts, micro-, mesoclimate, which is formed in different subsystems, changes in the habitat of species by phenological phases and more.

**The aim of the research** is to generalize the tested methods of biodiversity research, to justify their choice for use in agroecosystems, taking into account the identified methodological problems.

**Material and methods of research** are theoretical methods of system and comparative analysis, interdisciplinary, ecosystem approaches.

**Research results and discussion.** It is advisable to start the analysis with the levels of the hierarchy of the living organization. *Genetic diversity* is necessary for any species to maintain reproductive activity, resistance to disease, the ability to adapt to changing conditions. Genetic variability can be manifested both at the level of the species and at the level of varieties or local populations. To identify genetic differences between individuals, populations and species there are methods: studying the sequence of nucleotides in DNA, RNA; determining the sequence of aminoacids in proteins; immunological and electrophoretic comparisons of proteins and others [1]. To maintain diversity in agroecosystems, an *in situ* approach is used, comparing the results with identical natural standart systems (as a control) or with *ex situ* (gene banks). To preserve agrobiodiversity, genetic banks of agricultural crops have been established, in particular the National Center for Plant Genetic Resources of the Institute of Plant Breeding named after Yuriev (Kharkiv, Ukraine). These methodological approaches allow using modern experimental approaches, such as methods of plant biotechnology [5, 40, 58].

*Species diversity* is characterized by species richness and species evenness [59]. It is well known that the main object of biodiversity is the population of living organisms. As the population structure of most species is insufficiently studied, at the present stage florists and faunists assess biodiversity mainly at the species level. All species in agrolandscapes are of some importance for the stable functioning of agroecosystems and the maintenance of their balance. However, the difficulty of determining the diversity of living organisms and their role in the agroecosystem is the constant change of animals groups (insects, birds, rodents), plants (vegetative reproduction of perennials), fungi and microorganisms (spread of diseases at a certain stage of development) depending on vegetation. Therefore, it is desirable to assess biodiversity in the dynamics, taking into account the peculiarities of distribution and activity of each species. Changes in plant phenophase, weather conditions, and the presence of predators/prey determine the quantitative and qualitative change in the species composition of biota. In addition, as a result of crop rotation, systemic links between the phytocenosis subsystem of a particular crop and the soil subsystem, especially its biotic component, are often interrupted and mostly re-formed annually. To some extent, this restructuring is likely to affect the links between the subsystems of all levels of the hierarchy in the agroecosystem, in general – its structural and functional organization. Currently, there are proven methods for studying species diversity in the field of biology.

At the level of communities, selected by biological and ecological features and functional role in the agroecosystem, their spatial location, there is a wide arsenal of methods. The integrity of the ecosystem significantly depends on the links (trophic, foric, topic, fabric and others) between these groups of organisms in the biocenosis. It is known that these issues are much less covered.

Quantitative, comparative and comprehensive assessment of biodiversity is widespread in research. For quantitatively assessment the number of species (or other taxa) for a given sample is used; and biodiversity is characterized at the appropriate level. Menhinick's index, Margalef's index, Berger-Parker dominance index, Shannon-Wiener's index and others are used to calculate diversity [60, 61]. However, they do not allow establishing the dependence of diversity on the functional purpose, productivity and sustainability of ecosystems on the organization of communities of living organisms [60]. Therefore, it is advisable to detail the information to the level of ecological groups, taking into account the limiting factors of the agroecosystem. For example, the distribution

for the entomocomplex should be characterized by food specialization (entomophages, phytophages, predators, parasites, and saprophages) [55, 62].

Comparative assessment of biodiversity is based on the study of the dynamics of indicators, which gives an idea about changes in ecosystems, allows you to partially predict their further development [60]. That is why it is desirable to compare agroecosystems that differ in a certain determining factor (or several factors) of impact on biota. Thus, it is possible to identify the effect of new technology or substance, the location of the agroecosystem in the agro-landscape on the diversity of living organisms. Elements of crop technology (selection of predecessor, timing and type of measures, norms of chemicals application, etc.), distance from adjacent ecosystems and their characteristics (forest, field, road, and city), relief, soil and climatic conditions and other factors affect  $\beta$ -diversity. The most informative results are given by a comparative assessment on the gradient of change of determining factors (on the ecotone, ecoprofile, transect). In particular, the structural and functional biodiversity in agroecosystems changes with the abandonment of chemical plant protection products. In organic agriculture, the number of families of plants, insects, and birds is growing, and the ratio of functional groups of organisms is changing [62–64].

Comprehensive assessment (landscape-ecological approach) allows understanding the degree of ecosystem resilience, the level of anthropogenic action and response of the ecosystem to it, the role and place of rare and vulnerable species of plants and animals in this ecosystem, allows approaching the problems of biodiversity conservation [24, 65]. In our opinion, compared to comprehensive (complex) or other approaches, the system approach more adequately reflects the structure and dynamics of biodiversity, as it takes into account the hierarchy of ecosystems, stages of development and life cycles of biota, features of each cluster (group) of living organisms and their contribution to the overall agroecosystem. Systematic, especially synecological analysis of the ecological situation in the agro-landscape allows adequately identify the sources of the main factors influencing agroecosystems and their biodiversity, to characterize the mechanisms and assess the consequences of their action in space and time. In particular, on the ecotone of different ecosystems of the landscape it is possible to detect unidirectional and multidirectional migrations of certain species, features of the dynamics of taxon biodiversity, as well as their ecological functions. This contributes to a deeper understanding of the anthropogenic transformation of the structural and functional

organization of the agro-landscape, assessing the quantity and quality of ecosystem services of certain diversity taxa (food chains, network/diversity of habitats and statios, interspecific relationships, crop pollination, etc.). These data are needed to determine ways to optimize management on the basis of integrated management, harmonization of economic and environmental goals [42, 55, 66].

It is expedient to monitor the state of biodiversity in the following stages: preliminary camera stage (identification of objects, research areas, expedition routes); reconnaissance – selection of areas/sites for field research (determination of research areas in nature); detailed route (conducting descriptions of certain research areas, selection of material, recording the main indicators of the diversity spread in the research areas); the final stage of the processing (analysis and generalization of the results) [48]. Species composition can be detected by expedition-route method. However, in species diversity it is important to: (i) take into account the regularity of the species presence or life stage in the habitat; (ii) to determine whether it is involved in the metabolism of the ecosystem, as the number of members of the group is limited and not all species living in the region belong to the same group. The elementary mechanisms of the evolution of the biocenosis, the restructuring of existing and the formation of new relationships between species and their functional blocks, the evolution of the community start from this [21]. The relationship between ecosystem state and biodiversity can be explored through biophysical assessment of ecosystem services. Remote sensing data of the Earth make it possible to track changes in the parameters of the natural environment and the state of ecosystems [67].

There are inventory (diversity within the biosystem, assessment of the diversity of ecosystems of different scales as a whole, description of certain fauna and communities) and differential diversity (detection and evaluation of spatial changes of the group (diversity trends) along the gradient of ecological conditions) [14, 15]. Tsaryk et al. [25] found that an integrated approach (detection of all the diversity of living things in a given area) can be problematic for a number of reasons – successive changes in groups, imperfections in research methods, significant financial and scientific costs, and so on. Researchers consider a differential approach to be more accepted, which includes several methodological approaches, among them the study of key species – environmental, conservation, economic, social. Konishchuk [40] emphasizes the ecocentric approach to the formation of the geoverse, in contrast to the paradigms of anthropo- and biocentrism, as well as the integrated

approach (landscape protection, bio- and geodiversity conservation) in contrast to the differentiated (monitoring of soil, water, air) sanitary and hygienic control, radiation monitoring, etc.).

Spatial trends in biodiversity are studied on different scales: global, regional, local and biogeocenotic. There are two scientific approaches to the study of these issues: individualistic and typological [68]. The first is used in the study of flora and fauna (biota), and the second – biomes, ecosystems and communities. Accordingly, zonal, specific and coenotic fauna are a component of zonal and local biota and communities within the biogeocenosis [12].

Both research and ways to conserve biodiversity are based on different approaches: conservation of nature standards in general; preservation of the dynamics of natural phenomena, processes, changes; conservation of biodiversity in quasi-natural ecosystems (ponds, recreational lakes, regulated meadows, protective forest belts, etc.) [69]. Criteria for determining the value of biodiversity are divided into groups: biotic, social, environmental, economic [1]. By Taylor et al. [70], biodiversity assessment can be based on economic, ecological-economic and biological criteria. The first is a system of cost indicators that characterize the economic results caused by changes in biodiversity. The economic assessment is complicated by the impossibility of covering the whole set of interconnected living organisms in a given area. Physiological, social, economic, ecological functions of biodiversity are most fully characterized by ecological-economic indicators. Biological assessment is specific and most inherent to biodiversity.

*Specifics of the microorganism's diversity study.* Identification of microorganisms requires special equipment, they are difficult to identify and display in all their completeness [51]. At the same time, using classical methods of soil microbiology, it is possible to take into account no more than 10% of soil microorganisms [20]. The endogenous heterotrophic succession first increases the diversity of soil microorganisms, then the phylogenetic diversity decreases and almost does not change. Regarding exogenous heterotrophic successions, the phylogenetic diversity of microorganisms increases in the middle and late stages [71]. An informative way to study soil microorganisms is to apply a set of molecular methods using molecular-genetic indicators, which can be used to obtain the most complete knowledge about the diversity, condition and activity of microbial communities [72]. Important indicators of the state of soil microbiocenosis are the ratio of the number of certain ecological-trophic groups of microorganisms, which reflect the direction of mi-

crobiological processes. Species diversity of microbial communities is assessed using ecological indices. The ability of an ecosystem to maintain a state of dynamic equilibrium depends on the complexity of multifunctional relationships and species diversity of soil microorganisms [73].

*Specifics of the plants' diversity study.* It is informative to find out the dynamics of the horizontal and vertical structure of the vegetation of the agrolandscape cover under the influence of certain factors. In modern phytocenology there are two approaches to the classification of vegetation: ecological-phytocenotic (dominant) and ecological-floristic (Brown-Blanke method). In the first one community is considered as a synusia of the phytocenosis (an element of its horizontal structure), named after the dominant species and determined by the same or similar life forms. In the second approach, communities are considered both as components of phytocenoses and as independent objects. The criterion for establishing a community is a group of common species (floral nucleus), which are called diagnostic [74].

Assessment of phytobiota of agrocenoses is mainly carried out by indicators: species richness, frequency of occurrence, abundance (according to Whittaker). Taxonomic and typological analyzes of phytobiota of agrocenoses are carried out, which makes it possible to predict changes in it and propose the necessary measures for their control [44]. According to the tiers of vegetation, it is necessary to establish a change in the ratio of ecological groups, biomorphs, ecomorphs and life forms in the phytocenosis. Life forms are determined by the method of Raunkiaer [75], biomorphological structure – by Serebryakov [76], ecomorphic analysis – by the method of Tarasova [77]. Changes in ecological conditions should be detected by the ecological structure of the grass tier, using the appropriate scales [78]. To characterize the condition, indication the factors of impact and forecast the dynamics of the phytocenosis, it is advisable to analyze its structure according to the ecological strategies of plants (competitors (violets, C-strategists), ruderals (experts, R-strategists), stress tolerants (patients, S-strategists)) by method of Ramensky-Grime [79, 80]. The degree of adventization of the grass cover should be determined by Burda [81]. To identify mechanisms for regulating the penetration and spread of unwanted plants, the characteristics of the phytocenosis by ecological valence of species and tolerance index are promising [82].

Weeds in agrophytocenoses are distinguished by botanical grouping (division into springs dicotyledonous, wintering dicotyledonous, perennials dicotyledonous, annuals), other biological groups

(annual and biennial – ephemeral, spring late and early, wintering, winter, biennial; perennial – rhizome-root, rhizomatous and so on), by economic use (medicinal, fodder, honey, ornamental, food and others) and by the way of feeding (parasites, semi-parasites, non-parasites). Depending on the place of growth, weeds are divided into groups (segetal, ruderal, meadow and their variations). They are usually determined by quantitative, weight or quantitative-weight methods.

*Specifics of the animals' diversity study.* The structure of the species, genetic composition of animal complexes, as well as their diversity depends on the dominance of producers [83], the determinants of consortium relations. The consequences of anthropogenic intervention in agroecosystems should be assessed by the ornitho-, entomo-, theriofauna of agro-landscapes. To study the diversity within these groups, the degree of dominance of certain taxa (eudominants, dominants, subdominants, recedents, subrecedents) is determined by the share of species. The most common field methods of studying animals in agroecosystems are trapping (insects, arachnids, and rodents), analysis of pellets (birds), and trap lines (small mammals). The sex and age structure of animal populations, as well as the features and causes of the distribution of species in the area, frequency and number of finds are found out. Set the total number, the proportions of species in the sample, the abundance score are established. In addition, it is advisable to identify species that are subject to protection in accordance with the lists of international conventions, the Red Book of Ukraine, regional and local lists, as well as the share and origin of alien (invasive) species. The diversity of animal groups is determined by the relevant ecological groups.

Mammals, in particular, are classified according to the level of their adaptation to anthropogenic transformation of the environment [84]: anthropophobes, synanthropes (semi-synanthropes, synanthropes, and supersynanthropes), urbophiles (semi-urbophiles, urbophiles, and superurbophiles), and anthropophiles. The distribution of life forms into different groups: terrestrial overground, constant-water (marine), waterfowl, flying, underground – geobionts, digging, burrowing mammals. In entomocomplex, diversity is determined separately by the life forms of insects: geophiles – geobionts and herpetobionts (inhabit the soil and its surface) and phytophiles – hortobionts and dendrobionts (inhabit the grass cover, trees and shrubs) [85]. The diversity of avifauna is characterized by the share of ecological guilds of the community depending on the microstatis occupied by them for the arrangement of the nest.

That is, the methodological emphasis of biodiversity research depends on the goal and hierarchical level of ecosystems analyzes, spatial measurements of the research question, as well as selected criteria for determining the values of biodiversity (biotic, social, environmental or economic). Each group of living groups has its own characteristics, the identification of which requires appropriate methods, necessary knowledge, special equipment or other resources, etc.

**Conclusions.** To study the agroecosystem and their biodiversity, it is advisable to use a systematic approach, as it more accurately and fully reflects the nature, structure and dynamics of the ecosystem. In ecological studies, biotic and/or ecological classes are adequate for biodiversity assessment. The most complete information on biodiversity, status and dynamics can be maintained using complex of methods, diversity indices, data on the ratio of certain ecological groups of biota and their characteristics (number, abundance, occurrence, density, mass, etc.), indicator capacity and other environmental indices. The state of agroecosystem integrity and functional diversity in it should be reflected through multifunctional connections (inside taxa and between them, as well as with the environment). For zoning of different levels of agroecosystem transformation and its biodiversity distribution in space, it is informative to use gradient analysis on change of values of the certain factors. The retrospective provides answers to the reasons and dynamics in the time of the detected changes and the basis for forecasting their development taking into account the current situation.

**Acknowledgments.** The authors are thankful for the Czech government support provided by the Ministry of Foreign Affairs of the Czech Republic, which allowed this scientific cooperation to start within the project «AgriSciences Platform for Scientific Enhancement of HEIs in Ukraine».

#### REFERENCES

1. Yakymchuk, A.Iu. (2016). Orhanizatsiino-ekonomichniy mekhanizm zberzhennia bioriznomanittia Ukrainy u konteksti staloho rozvytku: dys. ... d. e. n.: 08.00.06 [Organizational and economic mechanism of biodiversity conservation in Ukraine in the context of sustainable development: dis. Doctor of Economics: 08.00.06]. Lviv, 495 p.
2. Hrodzinskiy, D.M. (2010). Zberzhennia bioriznomanittia Ukrainy i svitu – neodminna osnova stabilnogo rozvytku tsyvilizatsii [Preservation of biodiversity of Ukraine and the world is an indispensable basis for the stable development of civilization]. Nauka ta naukoznavstvo [Science and Science], no. 3, pp. 3–11.
3. Holubets, M.A. (2003). Biotychna riznomanitnist i naukovi pidkhody do yii zberzhennia [Biodiversity and scientific approaches to its conservation]. Lviv, LigaPress, 33 p.
4. Blinkova, O.I. (2021). Synekolohichni osnovy diahnostyky antropohennoi transformatsii lisovykh ekosystem: avtoref. dys. ... d. b. n.: 03.00.16 [Synecological bases of diagnostics of anthropogenic transformation of forest ecosystems: author's ref. dis. Ph.D: 03.00.16]. Kyiv, 48 p.
5. Belokurova, V.B. (2010). Metody biotekhnolohii v systemi zakhodiv zi zberzhennia bioriznomanittia roslyn [Methods of biotechnology in the system of measures for the conservation of plant biodiversity]. Tsytolohiya y henetyka [Cytology and genetics], no. 3, pp. 58–72.
6. Holubets, M.A. (2006). Ekosystema. Entsyklopediia Suchasnoi Ukrainy [Ecosystem. Encyclopedia of Modern Ukraine]. Kyiv, Institute of Encyclopedic Research of the National Academy of Sciences of Ukraine. Available at: [https://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=18806](https://esu.com.ua/search_articles.php?id=18806).
7. Holubets, M.A. Ekolohiia: sut, struktura, naukovi problemy, prykladni zavdannia. [Ecology: essence, structure, scientific problems, applied tasks]. Zbirnyk materialiv MNPk "Pershyi Vseukrainskyi zizd ekolohiv". Internet-spilnota «Promyslova ekolohiia» [Collection of materials of the First All-Ukrainian Congress of Ecologists. Internet community "Industrial Ecology"]. Available at: [http://eco.com.ua/sites/eco.com.ua/files/lib1/konf/1vze/zb\\_m/0001\\_zb\\_m\\_1VZE.pdf](http://eco.com.ua/sites/eco.com.ua/files/lib1/konf/1vze/zb_m/0001_zb_m_1VZE.pdf).
8. Kahalo, O., Protsenko, L., Bondaruk, H., Skrylnikov, D. (2015). Rozrobka kliuchovykh zakonodavchykh aktiv shchodo okhorony bioriznomanittia v lisakh: adaptatsiia ukrainskoho zakonodavstva do vymoh Yes (proekt) (programma FLEG II) [Development of key legislation on biodiversity protection in forests: adaptation of Ukrainian legislation to EU requirements (project) (FLEG II program)], 77 p. Available at: [www.fleg.org.ua/docs/1084](http://www.fleg.org.ua/docs/1084).
9. IUCN Red List of threatened species. Available at: <https://www.iucnredlist.org/>.
10. Smoliar, N.O., Kozhevnikova, T.Ie. (2012). Ekolohichni problemy v systemi «Sil'ske hospodarstvo – pryrodne bioriznomanittia» [Environmental problems in the system "Agriculture – natural biodiversity"]. Problemy vidtvozenia ta okhorony bioriznomanittia Ukrainy: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii [Problems of reproduction and protection of biodiversity of Ukraine: Proceedings of the All-Ukrainian scientific-practical conference]. Poltava, Astraya, pp. 160–162.
11. Voloshyn, O.H., Voloshyna, N.O. (2017). Bioriznomanittia parazytychnykh vydiv v umovakh zminy klimatu [Biodiversity of parasitic species in the context of climate change]. Aktualni problemy doslidzhennia dovkillia: zbirnyk naukovykh prats (za materialamy VII Mizhnarodnoi naukovo konferentsii, prysviachenoi 80-richchii z dnia zasnuvannia Botanichnogo sadu Sumskoho derzhavnogo pedahohichnogo universytetu imeni A.S. Makarenka) [Current issues of environmental research: Collection of scientific works (based on the materials of the VII International Scientific Conference dedicated to the 80th anniversary of the Botanical Garden of Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko)]. Sumy, FOP Tsyoma SP, pp. 18–20.
12. Kaprus, I.Ia. (2018). Khorolohiia riznomanittia gruntovykh tvaryn – aktualnyi napriam doslidzhen bioheohrafii ta synekolohii [Chorology of soil animal diversity is a topical area of research in biogeography and synecology]. Zhurnal ahrobiolohii ta ekolohii [Journal of Agrobiology and Ecology]. Vol. 5, no. 1, pp. 14–31.



13. Maslikova, K.P. (2018). Ekomorfichna struktura uhrupovan herpetobiontnykh bezkhibetnykh tekhnoszemiv Nikopolskoho marhantsevorudnogo baseinu [Ecomorphic structure of groups of herpetobiont invertebrate techno-soils of the Nikopol manganese ore basin]. *Naukovi dopovidi NU-BiP Ukrainy* [Scientific reports of NULES of Ukraine], no. 2 (72), 13 p.
14. Whittaker, R.H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*. no. 21, pp. 213–251.
15. Whittaker, R.H. (1977). Evolution of species diversity in land communities. *Evolutionary Biology*. Vol. 10, pp. 1–67.
16. Musiienko, M.M., Batsmanova, L.M., Voitsekhivska, O.V. (2017). Hlobalni zminy klimatu ta kontseptualni osnovy staloho rozvytku ahroekosystem. [Global climate change and conceptual foundations of sustainable agroecosystem development]. *Ahroekologichnyi zhurnal* [Agroecological journal], no. 2, pp. 21–30. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog\\_2017\\_2\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2017_2_5).
17. Zinovchuk, N.V. (2015). Zberezhenia bioriznomanittia yak imperativ zbalansovanoho rozvytku Ukrainy [Conservation of biodiversity as an imperative for balanced development of Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia* [Balanced nature management], no. 3, pp. 9–12.
18. Mostoviyak, I.I. (2020). Intehrovana sistema zakhystu roslyn u formuvanni zbalansovanykh ahroekosystem [Integrated plant protection system in the formation of balanced agroecosystems]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia* [Balanced nature management], no. 1, pp. 77–86. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2020.203932>
19. Globalnaya perspektiva v oblasti bioraznoobrazia [Global Biodiversity Outlook]. Montreal, Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 212 p.
20. Patyka, M.V., Tanchyk, S.P., Kolodiaznyi, O.Iu., Ivaniuk, M.F., Kruhlov, Yu.V., Melnychuk, M.D., Patyka, T.I. (2012). Formuvannia bioriznomanittia ta filotypovoi struktury eubakterialnogo kompleksu chornozemu typovoho pry vyroshchuvanni pshenytsi ozymoi [Formation of biodiversity and phylotypic structure of eubacterial complex of typical chernozem during winter wheat cultivation]. *Dopovidi Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy* [Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine], no. 11, pp. 163–171.
21. Zahorodniuk, I., Rizun, V. (2012). Dynamika bioriznomanittia yak kontsept (do 20-richchia Konventsii pro bioriznomanittia) [Dynamics of biodiversity as a concept (to the 20th anniversary of the Convention on Biological Diversity)]. *Dynamika bioriznomanittia 2012: zbirnyk naukovykh prats*. Luhansk: Vyd-vo DZ LNU imeni Tarasa Shevchenka) [Biodiversity dynamics 2012: a collection of scientific papers]. Luhansk, Taras Shevchenko Lviv National University Publishing House, pp. 12–17.
22. Morderer, Ye.Iu., Huralchuk, Zh.Z., Morhun, V.V. (2018). Problema kontroliuvannia sehetalnoi roslynnosti v ahrofitotsenozakh u konteksti zberezhenia bioriznomanittia: ukr. bot. zhurn [The problem of control of segetal vegetation in agrophytocenoses in the context of biodiversity conservation: ukr. bot. magazine], 75 (6), pp. 552–563.
23. Chaika, V.M., Lisovyi, M.M., Mukhammed, M.Z. (2018). Osnovni ekolohichni chynnyky zbidnennia pryrodnoho bioriznomanittia Ukrainy: ahroekologichnyi zhurnal [The main ecological factors of impoverishment of natural biodiversity of Ukraine: agroecological journal], no. 3, pp. 66–69.
24. Furdychko, O.I., Tymochko, I.Ia. (2020). Metodolohichni osnovy kontseptsii stvorennia stabilnogo ekolohichno stiikoho prostoru ahrolandshaftakh [Methodological bases of the concept of creation of stable ecologically steady space in agrolandscapes]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia* [Balanced nature management], no. 2, pp. 60–66. DOI: [10.33730/2310-4678.2.2020.208809](https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2020.208809).
25. Tsaryk, Y.V., Reshetylo, O.S., Tsaryk, I.I. (2019). Kliuchovi vydy yak osередky formuvannia bioriznomanittia [Key species as centers of biodiversity formation]. *Biologichni Studii* [Biological Studies]. Vol. 13, no. 1, pp. 161–168. DOI: [10.30970/sbi.1301.590](https://doi.org/10.30970/sbi.1301.590).
26. Grabovska, T.O. (2021). Bdzholy (Hymenoptera: Anthophila) v orhanichnomu ahrolandshafti: zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi naukovy-praktychnoi konferentsii «Naukovi doslidzhennia dlia orhanichnogo biznesu» v ramkakh V Mizhnarodnogo Konhresu Orhanichna Ukraina. Transformuiemosia. Syl'nishi. Razom [Bees (Hymenoptera: Anthophila) in the organic agro-landscape: proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Scientific Research for Organic Business" in the framework of the V International Congress of Organic Ukraine. We are transforming. Stronger. Together]. Kyiv, Organic Ukraine Publishing House, pp. 56–59.
27. Grabovska, T. (2019). Superfamily *Apoidea* in organic agrolandscapes of winter wheat. Book of Abstracts of the 4<sup>th</sup> International Scientific Conference Agrobiodiversity for Improve the Nutrition, Health and Quality of Human and Bees Life. 11–13 September 2019. Nitra, Slovakia, 169 p.
28. Yashchenko, S.A., Dyman, T.M. (2011). Vplyv riznykh system ahromenedzhmentu na bioriznomanitnist [Impact of different agro-management systems on biodiversity]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnogo ahroekologichnogo universytetu: zbirnyk nauk. prats* [Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University: a collection of scientific works]. Vol. 1, pp. 378–383.
29. Ahrobioriznomanittia Ukrainy: teoriia, metodolohiia, indykatory, pryklady [Agrobiodiversity of Ukraine: theory, methodology, indicators, examples]. Kyiv, CJSC Nichlava, 2005, 384 p.
30. Snitynskyi, V.V., Hnativ, P.S., Zyniuk, O.D., Korinets, Yu.Ia., Khirivskyi, P.R. (2018). Ahroekosystemolohiia i systemnyi analiz ahrolandshaftu [Agroecosystemology and system analysis of agrolandscape]. *Zhurnal ahrobiolohii ta ekolohii* [Journal of Agrobiological and Ecology]. Vol. 5, no. 1, pp. 7–13.
31. Zakon Ukrainy «Pro okhoronu navkolyshnogo sere-dovyshcha». Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy, 25.06.91 [Law of Ukraine "On Environmental Protection". Information of the Verkhovna Rada of Ukraine], no. 41, 546 p.
32. Zakon Ukrainy «Pro ekolohichnu merezhu Ukrainy». Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy [Law of Ukraine "On the ecological network of Ukraine". Information of the Verkhovna Rada of Ukraine], 2004, no. 45, 502 p.
33. Kontseptsia zbalansovanoho (staloho) rozvytku ahroekosystem v Ukraini na period do 2025 roku. Ministerstvo ahrrarnoi polityky Ukrainy, 20.08.2003. Nakaz № 280 [The concept of balanced (sustainable) development of agroecosystems in Ukraine for the period up to 2025. Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, August 20, 2003 Order № 280].
34. Kontseptsia zberezhenia biologichnogo riznomanittia Ukrainy. Postanova KMU vid 12.05.97, № 439 [The

concept of conservation of biological diversity of Ukraine. Resolution of the Cabinet of Ministers of 12.05.97, № 439].

35. Kontsepsiia zahalnodержavnoi prohramy zberzhennia bioriznomanittia na 2005-2025 roky. Rozporiadzhenia KMU vid 22.09.2004, № 675-r [The concept of the national program for biodiversity conservation for 2005-2025. Order of the Cabinet of Ministers of 22.09.2004, № 675-r].

36. Zakon Ukrainy «Pro Osnovni zasady (stratēhiu) derzhavnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy na period do 2030 roku». Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy [Law of Ukraine "On the Basic Principles (Strategy) of the State Environmental Policy of Ukraine for the period up to 2030". Information of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 2019, no. 16, 70 p.

37. Stratēhiia YeS shchodo bioriznomanittia do 2030 r. (m. Briussel, 20.05.2020 COM (2020) 380 final [EU Biodiversity Strategy to 2030 Brussels, 20.05.2020 COM (2020) 380 final]. Available at: <https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2020/10/Stratēhiia.pdf>.

38. Tsentri danykh Bioriznomanittia Ukrainy [Biodiversity Data Center of Ukraine]. Available at: <https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2020/10/Stratēhiia.pdf>.

39. Global Biodiversity Information Facility. Available at: <https://www.gbif.org/>.

40. Konishchuk, V.V. (2017). Ontolohiia stanovlennia ekosozolohichnoho ta invironmentolohichnoho napriamiv: ahroekolohichni zhurnal [Ontology of formation of ecosoological and environmental trends: agroecological journal], no. 2, pp. 49–58. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog\\_2017\\_2\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2017_2_9).

41. Ivashchenko, O.O. (2014). Ahrame vyrobnytstvo i problemy bioriznomanittia [Agricultural production and biodiversity issues]. Zakhyst i karantyn roslyn [Plant protection and quarantine]. Vol. 60, pp. 113–119.

42. Lavrov, V., Grabovska, T., Ternowyi, Yu. (2019). Methodology, mechanisms and tools for substantiation of socio-ecological and economic benefits from the implementation of organic production. Monografia viacerých autorov: Geo-management in organic agriculture. Vydavateľ: Európsky inštitút ďalšieho vzdelávania. Podhajska, Slovensko, pp. 125–149.

43. Pysarenko, V.M., Pysarenko, P.V. (2018). Zakhyst i karantyn roslyn. 2018. Orhanichne zemlerobstvo – zemlerobstvo XXI stolittia [Plant protection and quarantine. 2018. Organic farming – agriculture of the XXI century]. Vol. 64, pp. 134–142.

44. Shavrina, V.I. (2018). Sehetalna fitobiota osnovnykh ahrotsenoziv tsentralnoho lisostepu Ukrainy: ahroekolohichni zhurnal [Segetal phytobiota of the main agrocenoses of the central forest-steppe of Ukraine: agroecological journal], no. 1, pp. 150–154.

45. Sonko, S.P. (2016). Ekolohichni problemy suchasnoho silskoho gospodarstva ta shliakhy yikh vyrishennia [Ecological problems of modern agriculture and ways to solve them]. Ahroelita: vseukrainskyi ahraryi zhurnal [Agroelita: all-Ukrainian agrarian magazine], no. 1 (36), pp. 52–53.

46. Cierjacks, A., Pommeranz, M., Schulz, K., Jarcilene, Almeida-Cortez. (2016). Is crop yield related to weed species diversity and biomass in coconut and banana fields of north-eastern Brazil? Agriculture, Ecosystems & Environment. Vol. 220, pp. 175–183. DOI: 10.1016/j.agee.2016.01.006

47. Kieck, J.S., Katharina, L.M., Zug, H.A. (2016). Human Yupunqui, R.Gómez Aliaga, Arne Cierjacks. Plant diversity effects on crop yield, pathogen incidence, and secondary metabolism on cacao farms in Peruvian Amazonia. Vol. 222, pp. 223–234. DOI: 10.1016/j.agee.2016.02.006

48. Titarenko, O.M. (2018). Osoblyvosti vplyvu ahraryo sektora Skhidnopodilskoho rehionu na suchasnyi stan bioriznomanittia ta zminy ahrofitotsenoziv unaslidok zastosuvannia herbicydiv [Features of the impact of the agricultural sector of the East Podolsk region on the current state of biodiversity and changes in agrophytocenoses due to the use of herbicides]. Zbalansovane pryrodokorystuvannia [Balanced nature management], no. 4, pp. 12–19.

49. Sherstoboieva, O.V., Mariushkina, V.Ia., Podberezhko, I.M. (2012). Bioriznomanittia fitosenozu i biolohichna aktyvnist mikroflory ryzosfery ambrozii polynolystoi: ahroekolohichni zhurnal [Biodiversity of phytocenosis and biological activity of microflora of rhizosphere of ragweed: agroecological journal], no. 2, pp. 70–76.

50. Kapusta, Yu.S. (2015). Zmenschennia bioriznomanittia. Problemy vidtvorennia ta okhorony bioriznomanittia Ukrainy: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii [Biodiversity reduction. Problems of reproduction and protection of biodiversity of Ukraine: proceedings of the All-Ukrainian scientific-practical conference]. Poltava, Astraya, pp. 93–94.

51. Polianska, K., Sahaidak, A. (2015). Zberzhennia bioriznomanittia i mozhlyvosti dyversyfikatsii bioty na terytorii Livoberezhnoho Polissia [Conservation of biodiversity and possibilities of biodiversity diversification on the territory of Left-Bank Polissya]. Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Heohrafiia [Scientific notes of Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatyuk. Geography]. Vol. 2 (39), pp. 221–229.

52. Korzhyk, V.P. (2014). Istoryko-heohrafichni aspekty zavadan zberzhennia bioriznomanittia [Historical and geographical aspects of biodiversity conservation tasks]. Rehionalni aspekty florystychnykh i faunistychnykh doslidzhen: materialy Pershoi mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii [Regional aspects of floristic and faunal research: materials of the First International Scientific and Practical Conference]. Chernivtsi, Druk Art, pp. 275–277.

53. Hyrenko, I.V. (2014). Pravovi zasady zberzhennia bioriznomanittia roslynnoho svitu Ukrainy [Legal bases of preservation of biodiversity of flora of Ukraine]. Derzhava i pravo [State and law]. Vol. 63, pp. 180–185.

54. Kurhak, V., Karbivska, U., Panasiuk, S., Havrysh, Ya. (2019). Naukovi ta tekhnolohichni osnovy orhanichnoho lukivnytstva [Scientific and technological bases of organic onion growing]. Visnyk ahraryi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. Vol. 97, no. 11, pp. 28–33.

55. Grabovska, T., Lavrov, V., Putchkov, O. (2021). Diversity of entomofauna in organic versus conventionally managed soybean fields protected by forest shelter belts in Ukraine. Org. Agr. DOI: 10.1007/s13165-021-00368-w.

56. Costanzo, A., Barberi, P. (2016). Field scale functional agrobiodiversity in organic wheat: Effects on weed reduction, disease susceptibility and yield. European Journal of Agronomy. 76, pp. 1–16. DOI: 10.1016/j.eja.2016.01.012.

57. Pffner, L., Cahenzli, F., Steinemann, B., Jamar, L., Bjørn, M.C., Porcel, M., Tasin, M., Telfser, J., Kelderer, M., Lisek, J., Sigsgaard, L. (2019). Design, implementation and management of perennial flower strips to promote functional agrobiodiversity in organic apple orchards: A pan-European study. Agriculture, Ecosystems & Environment. 278, pp. 61–71.

58. Fedotov, O.V., Chaika, O.V., Voloshko, T.Ie., Velyhodska, A.K. (2012). Kolektsiia kultur shapynkovykh hrybiv – osnova mikolohichnykh doslidzhen ta stratēhi

zberezhennia bioriznomanittia bazydiomitsetiv [The collection of mushrooms is the basis of mycological research and strategies for preserving the biodiversity of basidiomycetes]. *Visnyk Donetskoho natsionalnoho universytetu. Pryrodnychi nauky* [Bulletin of Donetsk National University. Natural sciences], no. 1, pp. 209–213.

59. Miniailo, A.A. (2013). Bioriznomanittia ahrolland-shaftiv: faunistychni doslidzhennia [Biodiversity of agrolandscapes: faunal studies]. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy* [Bulletin of the Institute of Agriculture of the steppe zone of NAAS of Ukraine], no. 4, pp. 139–142. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg\\_2013\\_4\\_37](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2013_4_37).

60. Zhukov, O.V., Kunah, O.M., Dubinina, Y.Y., Ganzha, D.S. (2017). Diversity and phytoindication ability of plant community. *Ukrainian Journal of Ecology*. 7(4), pp. 81–99. DOI: 10.15421/2017\_90.

61. Thukral, A.K. (2017). A review on measurement of alpha diversity in biology. *Agric Res J*. 54 (1), pp. 1–10. DOI: 10.5958/2395-146X.2017.00001.1

62. Grabovska, T., Lavrov, V., Rozputnii, O., Grabovskyi, M., Mazur, T., Polishchuk, Z., Priszajzhnjuk, N., Bogatyr, L. (2020). Effect of organic farming on insect diversity. *Ukrainian Journal of Ecology*. 10(4), pp. 96–101. DOI: 10.15421/2020\_174.

63. Grabovska, T.O. (2021). Porivnialnyi analiz entomoriznomanittia u posivakh soi za orhanichnoi ta tradytsiinoi tekhnolohii [Comparative analysis of entomodiversity in soybean crops by organic and traditional technologies]. *Tavriskiyi naukovyi visnyk* [Taurian Scientific Bulletin], 117, pp. 301–308. DOI 10.32851/2226-0099.2021.117.40.

64. Miroshnyk, N.V., Lavrov, V.V., Hrabovskyi, M.B., Hrabovska, T.O., Teslenko, I.K. (2020). Porivnialnyi analiz ekolohichnoi struktury fitoriznomanittia polezakhysnykh lisosmuh na poliakh orhanichnoho ta tradytsiinoho vyrobnytstva [Comparative analysis of the ecological structure of phytodiversity of field protective forest belts in fields of organic and traditional production]. *Ekolohichni nauky* [Environmental sciences]. Vol. 3 (30), pp. 64–72. DOI: 10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.11.

65. Nestoriak, Yu.Iu. (2010). Metodychni zasady obliku ta otsinky stanu bioriznomanittia v lisakh [Methodical bases of accounting and assessment of the state of biodiversity in forests]. *Ekonomika APK* [Economics of agro-industrial complex], no. 6, pp. 53–56.

66. Lavrov, V.V., Miroshnyk, N.V., Grabovska, T.O., Shupova, T.V. (2021). Forest shelter belts in organic agricultural landscape: structure of biodiversity and their ecological role. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*. Vol. 63 (1), pp. 48–64. DOI: 10.2478/ffp-2021-0005.

67. Furdychko, O.I., Drebot, O.I., Kuchma, T.L., Iliencko, T.V. (2019). Otsiniuvannia ekosystemnykh posluh lisiv za danymy dystantsiinoho zonduvannia Zemli: ahroekolohichni zhurnal [Evaluation of forest ecosystem services according to remote sensing of the Earth: agroecological journal], no. 4, pp. 6–16.

68. Penev, L. (1996). Large-scale variation in carabid assemblages, with special reference to the local fauna concept. *Annales Zoologici Fennici*. no. 33, pp. 49–63.

69. Dubrovskiy, Yu.V. (2020). Osnovnye puty sokhraneniya zhyvoi pryrody na sovremennom urovne [The main ways to preserve wildlife at the present level]. *Monitorynh ta okhorona bioriznomanittia v Ukraini: Prykladni aspekty monitorynhu ta okhorony bioriznomanittia*. *Conservation Biology in Ukraine* [Monitoring and protection of

biodiversity in Ukraine: Applied aspects of monitoring and protection of biodiversity. *Conservation Biology in Ukraine*]. Vol. 16/3, pp. 343–350.

70. Kravets, P.V., Nestoriak, Yu.Iu. (2012). Osoblyvosti formuvannia teoretyko-metodolohichnykh zasad ekonomichnoi otsinky bioriznomanittia [Features of formation of theoretical and methodological bases of economic assessment of biodiversity]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ekonomika i menedzhment* [Bulletin of Sumy National Agrarian University. Economics and Management], Issue 3 (51), pp. 162–167.

71. Symochko, L.Iu. (2020). Suktsesiina kontsepsiia mikrobiomu gruntu: ahroekolohichni zhurnal [Succession concept of soil microbiome: agroecological journal], no. 1, pp. 39–46. DOI: 10.33730/2077-4893.1.2020.201267.

72. Sherstoboieva, O.V., Demianiuk, O.S., Chabaniuk, Ya.V. (2017). Biodiagnostyka i biobezpeka gruntiv ahroekosystem: ahroekolohichni zhurnal [Biodiagnostics and biosafety of soils of agroecosystems: agroecological journal], no. 2, pp. 142–148.

73. Dem'ianiuk, O.S., Symochko, L.Iu., Tertychna, O.V. (2017). Suchasni metodychni pidkhody do otsiniuvannia ekolohichnoho stanu gruntu za aktyvnistiu mikrobiotsenozu [Modern methodological approaches to assessing the ecological condition of the soil by the activity of the microbiocenosis]. *Pytannia bioindykatsii ta ekolohii* [Issues of bioindication and ecology]. Vol. 22, no. 1, pp. 127–142.

74. Hapon, S.V. (2020). Vykorystannia ekoloho-fitotsetnotychnoi ta ekoloho-florystychnoi klasyfikatsii pry vyvchenni bioriznomanittia ta mokhovoї roslynnosti. Bioriznomanittia: teoriia, praktyka, formuvannia zdoroviazberezhualnoi kompetentnosti u shkolariv ta metodychni aspekty vyvchenni u zakladakh osvity: materialy Vseukr. nauk.-prakt. onlain-konf. [Use of ecological-phytocenotic and ecological-floristic classifications in the study of biodiversity and moss vegetation. Biodiversity: theory, practice, formation of health-preserving competence in schoolchildren and methodological aspects of studying in educational institutions: materials All-Ukrainian scientific-practical online conf.], pp. 51–54.

75. Raunkiaer, C. (1934). *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. London, Oxford University Press, 632 p.

76. Serebryakov, I.G. (1962). *Ekologicheskaya morfologiya rasteniy. Zhiznennyye formy pokrytosemennykh i hvoynih* [Ecological morphology of plants. Life forms of angiosperms and conifers]. Moscow, Higher school, 378 p.

77. Tarasov, V.V. (2005). *Flora Dnipropetrovskoi ta Zaporizkoi oblasti. Sudynni roslyny. Biolohe-ekolohichna kharakterystyka vydiv: monohrafiia* [Flora of Dnipropetrovsk and Zaporizhia regions. Vascular plants. Biological and ecological characteristics of species]. Dnipropetrovsk, DNU Publishing House, 276 p.

78. Didukh, Ya.P., Pliuta, P.H., Protopopova, V.V., Yermolenko, V.M., Korotchenko, I.A., Burda, R.I., Karkutsiiev, H.M. (2000). *Ekoflora Ukrainy* [Ecoflora of Ukraine]. Kyiv, Phytosocial Center, 284 p.

79. Ramenskiy, L.G. (1938). *Vvedenie v kompleksnoe pochvenno-geobotanicheskoe issledovanie zemel* [Introduction to integrated soil-geobotanical research of lands]. Moscow, Selkhozgiz, 620 p.

80. Grime, J.P. (1977). Evidence for the Existence of Three Primary Strategies in Plants and Its Relevance to Ecological and Evolutionary Theory. *The American Naturalist*. Vol. 111, no. 982, pp. 1169–1194. Available at: <https://www.jstor.org/stable/2460262>.

81. Burda, R.I. (2006). Tendentsii zmin riznomanitnosti fitobioty v silskohospodarskykh landshaftakh rivnynnoi Ukrainy [Trends in changes in phytobiota diversity in agricultural landscapes of plain Ukraine]. *Nauk. visn. Nats. ahran. un-tu* [Scientific Bulletin of the National Agrarian University]. Vol. 93, pp. 242–256.

82. Zhukova, L.A., Dorogova, Yu.A., Turmuhametova, N.V. (2010). *Ekologicheskie shkaly i metody analiza ekologicheskogo raznoobraziya rasteniy* [Ecological scales and methods of analysis of the ecological diversity of plants]. Yoshkar-Ola, Mari State University, 368 p.

83. Lisovyi, M.M., Chaika, V.M. (2017). Kontseptualni pidkhody doslidzhen entomolohichnoho riznomanittia ahrotsenoziv Ukrainy: ahroekolohichnyi zhurnal [Conceptual approaches to research of entomological diversity of agrocenoses of Ukraine: agroecological journal], no. 2, pp. 188–194.

84. Gulay, V.I. (1994). *Sovremennyye ohotniche-promyslovyye zhivotnyye Ukrainyi: avtoref. dis. ... dokt. habilitat. biol. nauk* [Modern hunting and game animals of Ukraine: author's abstract. dis. doc. habilitate biol. Sciences]. Chisinau, 53 p.

85. Lisovyi, M.M., Chaika, V.M., Miniailo, A.A., Mukhammed, M.Z. (2019). Znyzhennia bioriznomanittia entomokompleksiv u ahrolandshaftakh Ukrainy: ahroekolohichnyi zhurnal [Reduction of biodiversity of entomocomplexes in agrolandscapes of Ukraine: agroecological journal], no. 2, pp. 72–76.

#### Методологічні підходи у дослідженні біорізноманіття в агроекосистемах

Лавров В.В., Грабовська Т.О.

В агроекосистемах структура і динаміка таксономічного і функціонального біорізноманіття значно відрізняються від місцевих непорушених ідентичних еталонних типів екосистем та залежать від типу і тривалості господарювання, ступеня екологічності застосованих технологій. Агроекосистеми істотно впливають на біорізноманіття навколишніх територій. Для гармонізації його збереження в агроландшафтах з метою оптимізації сільського господарства необхідне удосконалення методів дослідження. Встановлено, що вибір методологічних основ (принципів, критеріїв і методів) дослідження біорізноманіття залежить від мети та ієрархічного рівня аналізу екосистеми, масштабу досліджуваного питання, оскільки кожна виділена за певним принципом група живих організмів має свої особливості, виявлення і характеристика яких потребує відповідних методів, необхідних знань, спеціального обладнання та інших ресурсів наукового пошуку. Доцільно застосовувати системний підхід, біотичні та/або екологічні критерії і індекси оцінювання/аналізу різноманітності біоти, співвідношення і характеристики її екологічних груп, індикаторної здатності видів, поліфункціональних зв'язків (всередині таксонів та

між ними, а також з їх середовищем) та інші екологічні показники, що описують стан цілісності агроекосистеми, її функціонального різноманіття і динаміки. Градієнтний аналіз за зміною значень визначальних чинників доцільний для зонування розподілу у просторі різних рівнів трансформації агроекосистеми та її біорізноманіття. Ретроспективний аналіз дає змогу виявити причини, охарактеризувати динаміку змін біорізноманіття у минулому і майбутньому та обґрунтувати напрями його збереження.

**Ключові слова:** різноманіття живих організмів, сільське господарство, методи дослідження, екосистема, зв'язки, екологічні чинники.

#### Методологические подходы в исследовании биоразнообразия в агроэкосистемах

Лавров В.В., Грабовская Т.А.

В агроэкосистемах структура и динамика таксономического и функционального биоразнообразия значительно отличаются от местных ненарушенных идентичных эталонных типов экосистем и зависят от типа и продолжительности хозяйствования, степени экологичности применяемых технологий. Агроэкосистемы существенно влияют на биоразнообразие окружающих территорий. Для гармонизации его сохранения в агроландшафтах с целью оптимизации сельского хозяйства необходимо усовершенствование методов исследования. Установлено, что выбор методологических основ (принципов, критериев и методов) исследования биоразнообразия зависит от цели и иерархического уровня анализа экосистемы, масштаба изучаемого вопроса, поскольку каждая выделенная по определенному принципу группа живых организмов имеет свои особенности, выявление и характеристика которых требует соответствующих методов, необходимых знаний, специального оборудования и других ресурсов научного поиска. Целесообразно применять системный подход, биотические и/или экологические критерии и индексы оценки/анализа разнообразия биоты, соотношение и характеристики ее экологических групп, индикаторной способности видов, полифункциональных связей (внутри таксонов и между ними, а также с их средой) и другие экологические показатели, описывающие состояние целостности агроэкосистемы, ее функционального разнообразия и динамики. Градиентный анализ по изменению значений определяющих факторов целесообразен для зонирования распределения в пространстве различных уровней трансформации агроэкосистемы и ее биоразнообразия. Ретроспективный анализ позволяет выявить причины, охарактеризовать динамику изменений биоразнообразия в прошлом и будущем и обосновать направления его сохранения.

**Ключевые слова:** многообразие живых организмов, сельское хозяйство, методы исследования, экосистема, связи, экологические факторы.



Copyright: Lavrov V., Grabovska T. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:  
Lavrov V.  
Grabovska T.

<https://orcid.org/0000-0003-1990-4563>  
<https://orcid.org/0000-0001-6995-9314>

*Наукове видання*

**АГРОБІОЛОГІЯ**

*Збірник наукових праць*

**№ 2 (167) 2021**

*Редактор І.М. Вергелес  
Комп'ютерне верстання: В.С. Мельник*

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

**КВ № 15168-3740Р** від 03.03.2009 р.

Формат 60<sup>1</sup>/<sub>8</sub>, Ум.др.арк. 27,0. Зам. 70189. Тираж 300.

Підписано до друку 09.12.2021 р.

Видавець і виготовлювач:

Білоцерківський національний аграрний університет,  
09117, Біла Церква, Соборна площа, 8/1, тел. 33-11-01,  
e-mail: redakciaviddil@ukr.net

Свідоцтво внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру  
видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції

№ 3984 ДК від 17.02.2011 р.