

# **АГРОБІОЛОГІЯ**

*Збірник наукових праць*

**Виходить 2 рази на рік  
Заснований 03.2009 року**

**№ 2 (153) 2019**

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

Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ  
(Протокол № 15 від 11 грудня 2019 р.)

Збірник наукових праць «Агробіологія» є фаховим виданням із сільськогосподарських наук (постанова Президії ВАК України від 29.12.2014 р. № 1528) 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*, РІНЦ.

**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, асист., 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  
**Броун Р.**, д-р наук, Університетський коледж Writtle, Ессекс, Великобританія  
**Вахній С.П.**, 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  
**Іващенко О.О.**, д-р с.-г. наук, проф., академік НААН, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Київ, 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  
**Ніколсон С.**, д-р філософії, ст. викладач, Університетський коледж Writtle, Ессекс, Великобританія  
**Примак І.Д.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Сич З.Д.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Стасев Г.**, д-р наук, проф., Державний аграрний університет, Кишинів, Молдова  
**Террі С.**, д-р філософії, Університетський коледж Writtle, Ессекс, Великобританія  
**Ткаченко Н.**, д-р філософії, Університет Варвіка, Ковентрі, Великобританія  
**Хахула В.С.**, канд. с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна  
**Шароглазова Г.О.**, канд. техн. наук, доц., Полоцький державний університет, Полоцьк, Білорусь  
**Шмідке К.**, д-р наук, проф., Дрезденський університет прикладних наук, Дрезден, Німеччина

**Editorial board:**

Editor-in-Chief – **Karpuk L.M.**, D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine  
Deputy Editor-in-Chief – **Ezerkovska L.V.**, PhD, 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.**, D. habil., Prof., Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic  
**Browne R.**, PhD, Writtle University College, Essex, United Kingdom  
**Demydas' G.I.**, D.Sc., Prof., National University of Life and Environmental Sciences, Kyiv, Ukraine  
**Ivachenko O.O.**, D.Sc., Prof., Academician of NAAS, Institute of bioenergy crops and sugar beet NAAS, Kyiv, Ukraine  
**Khakhula V.S.**, PhD, Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine  
**Lavrov V.V.**, D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

**Litvinenko M.A.**, D.Sc., Prof., Academician of NAAS, Breeding and Genetic Institute of the National Center for Seed Science and Variety Research, Odessa, Ukraine

**Lobachova S.V.**, Senior Lecturer, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

**Nicholson S.**, PhD, Senior Lecturer, Writtle University College, Essex, United Kingdom

**Prymak I.D.**, D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

**Schmidtke K.**, D.Sc., Prof., University of Applied Sciences, Dresden, Germany

**Sharoglazova G.O.**, PhD, Ass. Prof., Polotsk State University, Polotsk, Belarus

**Stasyev G.**, D.Sc., Prof., National Agricultural University of Moldova, Kyshyniv, Moldova

**Sych Z.D.**, D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

**Terry S.**, PhD, Writtle University College, Essex, United Kingdom

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

**Vakhniy S.P.**, D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, 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, ассист., Белоцерковский НАУ, Белая Церковь, Украина

#### **Члены редакционной коллегии:**

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

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

**Брун Р.**, д-р наук, Университетский колледж Writtle, Ессекс, Великобритания

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

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

**Иващенко А.А.**, д-р с.-х. наук, проф., академик НААН, Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН, Киев, Украина

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

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

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

**Николсон С.**, д-р философии, ст. преподаватель, Университетский колледж Writtle, Ессекс, Великобритания

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

**Стасев Г.**, д-р наук, проф., Государственный аграрный университет, Кишинев, Молдавия

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

**Терри С.**, д-р философии, Университетский колледж Writtle, Ессекс, Великобритания

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

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

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

**Шмидке К.**, д-р наук, проф., Дрезденский университет прикладных наук, Дрезден, Германия

Адреса редакції: Білоцерківський національний аграрний університет, Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, 09117, Україна, тел. +38(0456)33-11-01, e-mail: redakciaviddil@ukr.net.

## ЗМІСТ

## АГРОНОМІЯ

<b>Глеваський В.І., Рибак В.О., Куянов В.В., Шаповаленко Р.М.</b> Продуктивність коренеплодів цукрових буряків різних гібридів.....	6
<b>Кротюк Л.А., Дубчак О.В., Андрєєва Л.С., Корнєєва М.О.</b> Селекція з удосконалення форми коренеплоду цукрових буряків.....	13
<b>Медведєв Е.Б.</b> Поживний режим чорнозему звичайного залежно від способів його обробітку і добрив в умовах Північного Степу України .....	21
<b>Сабадин В.Я.</b> Джерела цінних господарських ознак сортів колекції ячменю ярого для селекції у Центральному Лісостепу України.....	33
<b>Примак І.Д., Левандовська С.М., Панченко О.Б., Панченко І.А., Войтовик М.В., Карпенко В.Г., Мартинюк І.В.</b> Біологічна активність чорнозему типового за різних систем основного обробітку та удобрення культур короткоротаційної сівозміни .....	43
<b>Дрига В.В.</b> Якість пилку проса прутоподібного залежно від умов його вирощування та сортових особливостей .....	59
<b>Карпук Л.М., Єрмолаєв М.М., Павліченко А.А., Караульна В.М., Єзерковська Л.В., Поляков В.І.</b> Вплив глибини основного обробітку ґрунту на урожайність буряків кормових в умовах НВЦ Білоцерківського НАУ .....	66
<b>Трегуб М.І., Демешук В.А., Василенко О.С.</b> Малоенерговитратні технології вирощування та використання енергетичних рослин .....	75
<b>Василишина О.В.</b> Зміни якісних показників заморожених плодів вишні з післязбиральною обробкою розчином альгінату Натрію.....	82

## ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО

<b>Юхновський В. Ю., Урлюк Ю.С., Хрик В.М., Левандовська С.М.</b> Санітарний стан водоохоронних соснових насаджень межиріччя Дніпра і Десни ( <i>англ. мова</i> ) .....	88
---	----

## CONTENT

## AGRONOMY

<b>Hlevasky V., Rybak V., Kuyanov V., Shapovalenko R.</b> Sugar beets root crops productivity in different hybrids .....	6
<b>Krotiyuk L., Dubchak O., Andriieva L., Kornieieva M.</b> Selection on improvement of the sugar beet root form.....	13
<b>Medvedev E.</b> The nutritional regime of ordinary chernozem depending on the methods of its processing and fertilizers in the Northern Steppe of Ukraine .....	21
<b>Sabadyn V.</b> Sources of valuable crop features of spring barley varieties for breeding in the central forest-steppe of Ukraine.....	33
<b>Prymak I., Levandovska S., Panchenko O., Panchenko I., Voitovyk M., Karpenko V., Martyniuk I.</b> Biological activity of typical chernozemic soil under different systems of main tillage and crops fertilisation of a short crop rotation .....	43
<b>Dryha V.</b> Millet pollen quality depending on the growing conditions and varietal characteristics.....	59
<b>Karpuk L., Ermolayev N., Pavlichenko A., Karaulnaya V., Ezerkovska L., Polyakov V.</b> The influence of the basic treatment depth on the feed beets yield in the conditions of Bila Tserkva NAU TPC.....	66
<b>Trehub M., Demeshchuk V., Vasylenko O.</b> Low energy technologies for energy plants growing and using .....	75
<b>Vasylyshyna O.</b> Changes in quality indices of frozen cherry fruits under their surface treatment with sodium alginate solution .....	82

## FORESTRY

<b>Yukhnovskiy V., Urliuk Yu., Khryk V., Levandovska S.</b> Sanitary state of water-protection pine plantations in the interfluvium of Dniper and Desna .....	88
---	----

## ОГЛАВЛЕНИЕ

## АГРОНОМИЯ

<b>Глеваский В.И., Рыбак В.А., Куянов В.В., Шаповаленко Р.М.</b> Продуктивность корнеплодов сахарной свеклы разных гибридов .....	6
<b>Кротюк Л.А., Дубчак О.В., Андреева Л.С., Корнеева М.О.</b> Селекция по усовершенствованию формы корнеплода сахарной свеклы .....	13
<b>Медведев Э.Б.</b> Питательный режим чернозема обыкновенного в зависимости от способов его обработки и удобрений в условиях Северной Степи Украины .....	21
<b>Сабадин В.Я.</b> Источники ценных хозяйственных признаков сортов коллекции ячменя ярового для селекции в Центральной Лесостепи Украины .....	33
<b>Прымак И.Д., Левандовская С.Н., Панченко А.Б., Панченко И.А., Войтовик М.В., Карпенко В.Г., Мартынюк И.В.</b> Биологическая активность чернозема типичного при разных системах основной обработки и удобрения культур короткоротационных севооборотов.....	43
<b>Дрыга В.В.</b> Качество пыльцы проса прутopodobного в зависимости от условий его выращивания и сортовых особенностей .....	59
<b>Карпук Л.М., Ермолаев Н.Н., Павличенко А.А., Караульная В.Н., Езерковская Л.В., Поляков В.И.</b> Влияние глубины основной обработки почвы на урожайность свеклы кормовой в условиях УПЦ Белоцерковского НАУ .....	66
<b>Трегуб Н.И., Демещук В.А., Василенко А.С.</b> Малоэнергозатратные технологии выращивания и использования энергетических растений.....	75
<b>Василишина Е.В.</b> Изменение качественных показателей замороженных плодов вишни с послеуборочной обработкой раствором альгината натрия.....	82

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<b>Юхновский В.Ю., Урлюк Ю.С., Хрык В.М., Левандовская С.Н.</b> Санитарное состояние водоохраных сосновых насаждений междуречья Днестра и Десны .....	88
---	----

## АГРОНОМІЯ

УДК 633.63.631.531.12

**ГЛЕВАСЬКИЙ В.І.**

*Білоцерківський національний аграрний університет*

**РИБАК В.О.**

*Білоцерківська дослідно-селекційна станція ІБКіЦБ*

**КУЯНОВ В.В.**

*Інститут післядипломної освіти НУХТ*

**ШАПОВАЛЕНКО Р.М.**

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України*

### **ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ РІЗНИХ ГІБРИДІВ**

Сучасні гібриди цукрових буряків мають потенційну врожайність коренеплодів вище 50,0 т/га і цукристості – 16,1–18,5 %. При цьому використовують насіння зі схожістю не нижче 90 %, застосовуючи високоефективні енергоощадні технології, які ґрунтуються на використанні агротехнічних заходів (сівозміна, система удобрення, система обробітку ґрунту, сівба на кінцеву густоту), захист від шкідників та хвороб, способі збирання коренеплодів.

Продуктивність гібрида цукрових буряків значною мірою визначає генетична інформація, що закладена в насінні, і умови середовища, в якому рослини виростають.

Метою досліджень було вивчити сортові особливості росту, розвитку та продуктивності цукрових буряків в умовах центральної частини Правобережного Лісостепу України. Для сівби використовували такі гібриди цукрових буряків: Ольжич, Етюд, Злука, Константа і Анічка, фракція: 3,5–4,5 мм, лабораторна схожість – 85–90 %.

Ріст та розвиток рослин цукрових буряків різних гібридів відрізнялися між собою. Відмічено тенденцію до більш дружнього проростання насіння та забезпечення більш повної густоти сходів у гібрида Константа.

Продуктивність коренеплодів цукрових буряків визначається урожайністю, цукристістю та збором цукру. Урожайність чоловічостерильних гібридів в середньому за три роки досліджень становила від 46,4 до 55,6 т/га, цукристість – 15,6–17,0 % і збір цукру – 7,4–9,5 т/га.

До умов центральної частини Правобережного Лісостепу України найбільш адаптованими виявилися гібриди Злука і Константа. Так, гібрид Злука мав середню за три роки врожайність 55,6 т/га, цукристість коренеплодів – 16,1 %, збір цукру – 9,0 т/га, а гібрид Константа мав урожайність 55,1 т/га, цукристість коренеплодів – 16,2 %, збір цукру – 8,1 т/га.

**Ключові слова:** цукрові буряки, гібриди, польова схожість насіння, цукристість, збір цукру.

**doi:** 10.33245/2310-9270-2019-153-2-6-12

**Постановка проблеми.** Упровадження нових технологій вирощування цукрових буряків досягають за умови використання якісного насіння. Воно є носієм продуктивності буряків. Якість насіння – це комплекс генетичних ознак, які формуються селекціонерами при застосуванні агротехнологічних умов вирощування та способами післязбиральної та передпосівної підготовки насіння. Основними показниками якості є енергія проростання, схожість, вирівняність. Від цих показників залежить урожайність і якість цукрових буряків [1].

Ґрунтово-кліматичні умови центральної частини Правобережного Лісостепу України відповідають біологічним властивостям буряків, проте весняний дефіцит вологи в окремі роки стримує схожість насіння, що негативно позначається на продуктивності та зборі цукру з гектара. Тому потрібно максимально використати осінньо-зимові запаси вологи, що позитивно впливають на ріст і розвиток буряків [2].

Технології, які використовують при вирощуванні цукрових буряків, незважаючи на постійне вдосконалення їх елементів, залишаються недостатньо адаптованими до існуючих змін ґрунтово-кліматичних умов. Успішне вдосконалення сортових енергозберігаючих технологій неможливе без розробки точного формування посівів буряків [3].

**Аналіз останніх досліджень.** Високу продуктивність можна одержати тільки при сівбі високоякісним насінням. Насіння високої якості – це насіння, здатне сформувати високопродуктивні

рослини, які забезпечать одержання високого врожаю з доброю якістю продукції. Якість насіння визначається його сортовими, господарськими (посівними) та врожайними властивостями [4].

Вплив якості насіння на врожайність відбувається через густоту рослин, тобто число рослин на одиницю площі перед збиранням, яке залежить від польової схожості насіння та виживання рослин у період вегетації (за правильно підібраної норми висіву) та через продуктивність рослин, тобто кількість продукції, одержаної з однієї рослини.

Сортові (генотипові) властивості насіння впливають на врожай, переважно через зміну продуктивності рослин, а посівні та врожайні властивості впливають на польову схожість, виживання та продуктивність рослин [5].

Сортові властивості насіння визначаються генотипом сорту, до якого воно відноситься. Вони характеризуються ступенем чистосортності, яка визначається у відсотках. Законом України «Про насіння і садивний матеріал» [6] визначені такі категорії сортової чистоти:

- добазове насіння – насіння первинних ланок насінництва, яке використовують для подальшого його розмноження і отримання базового насіння;
- базове насіння – насіння, отримане від послідовного розмноження добазового насіння;
- сертифіковане насіння – насіння, отримане від послідовного розмноження базового насіння.

Державним стандартом України [7] встановлені мінімальні вимоги до схожості, чистоти, вологості, забур'яненості, зараження хворобами та заселення шкідниками для кожної категорії. Якщо хоч один із цих показників буде гіршим, ніж вимагає стандарт, насіння є некондиційним і до сівби не рекомендується. Використання для сівби некондиційного насіння призводить до прямих втрат насінневого матеріалу та зниження врожайності.

Урожайність, і особливо якість насіння, залежить від біологічного стану, умов вирощування (метеорологічні умови, агротехніка, родючість ґрунтів), зберігання і підготовки насіння до сівби. На жаль, зараз немає такого показника, який дозволив би швидко і надійно характеризувати врожайні властивості насіння в лабораторії. Різні врожаї одного і того ж гібриду в однакових умовах можуть досягти 80–100 % за рахунок різниці в насінні. Тому виникає необхідність пошуків лабораторних способів визначення врожайних властивостей насіння.

Академік М.М. Кулешов називав насіння найвдячнішим для різнобічних біологічних досліджень об'єктом [8]. Він вважав, що межі насінництва повинні бути значно розширені: воно повинно охоплювати процес розвитку насіння на материнській рослині від запліднення насінневого зачатка до досягання.

Для успішного вирощування сільськогосподарських культур у різних кліматичних зонах необхідні широкі можливості культури до адаптації. Вони визначаються наявністю диференційованих сортів за декількома генетичними системами, і фенотипово реалізують здатність ефективно використовувати органічні речовини з вуглекислоти повітря, води, елементів мінерального живлення за рахунок сонячної енергії [9, 10, 11].

Сівба насіння на задану густоту стояння повинна гарантувати отримання близької до розрахункової кількості рослин на 1 м рядка. Тому насіння повинне мати високу лабораторну та польову схожість, а сходи мають бути пристосовані до несприятливих умов весни [12].

**Мета, матеріал і методи дослідження.** Метою дослідження було вивчити сортові особливості росту, розвитку та продуктивності цукрових буряків в умовах центральної частини Правобережного Лісостепу України. Досліди проводили у 2016–2018 рр. на дослідному полі НВЦ БНАУ. У польових дослідах облікова площа ділянки становила 25 м<sup>2</sup>, повторність – чотириразова.

Для сівби використовували такі гібриди цукрових буряків: урожайно-цукристий однонасінний триплоїдний гібрид на стерильній основі Ольжич, урожайно-цукристий однонасінний триплоїдний гібрид на стерильній основі Етюд, урожайно-цукристий однонасінний триплоїдний гібрид на стерильній основі Злука, урожайно-цукристий однонасінний триплоїдний гібрид на стерильній основі Константа і урожайно-цукристий однонасінний диплоїдний гібрид на стерильній основі Анічка. Використовували фракцію насіння 3,5–4,5 мм з лабораторною схожістю 85–90 %.

Посівні якості насіння, польову схожість, динаміку появи сходів, оцінку росту та розвитку рослин, густоту рослин, урожайність коренеплодів, цукристість визначали згідно з методикою

досліджень по цукровим бурякам ЩБіБК та ДСТУ2292-93, ДСТУ2293-93, ДСТУ 2723:1994, ДСТУ 4982-2008 [7,13–15].

**Результати дослідження.** Погодні умови в період вирощування цукрових буряків у 2016–2018 рр. були досить мінливими як у період сівби, так і в період росту і розвитку.

Найбільш посушливим був 2018 р. У період вегетації рослин ГТК становив 0,72. У 2017 р. ГТК склав 0,91.

Кількість опадів за весь період вегетації у 2016 р. – 408 мм, найменша їх кількість була в 2017 році – 236 мм, у 2018 р. випало 261 мм опадів.

Ріст та розвиток рослин цукрових буряків різних гібридів відрізнялися між собою. Фази розвитку гібридів Константа і Анічка наступали на 2–3 доби раніше, ніж в інших гібридів (табл. 1).

Таблиця 1 – Фази розвитку рослин різних гібридів цукрових буряків

Роки	Гібрид	Строки		Фази розвитку			
		сівби	появи сходів	Справжніх листків		Змикання	
				перша пара	друга пара	у рядку	у міжрядді
2016	Ольжич	10.04	20.04	27.04	05.05	23.06	26.07
	Етюд	10.04	20.04	27.04	05.05	23.06	26.07
	Злука	10.04	20.04	27.04	05.05	23.06	26.07
	Константа	10.04	19.04	26.04	04.05	21.06	24.07
	Анічка	10.04	19.04	26.04	04.05	21.06	24.07
2017	Ольжич	06.04	16.04	24.04	03.05	21.06	21.07
	Етюд	06.04	16.04	24.04	03.05	21.06	21.07
	Злука	06.04	16.04	24.04	03.05	21.06	21.07
	Константа	06.04	14.04	23.04	01.05	19.06	20.07
	Анічка	06.04	14.04	23.04	01.05	19.06	20.07
2018	Ольжич	20.04	30.04	12.05	20.05	30.06	30.07
	Етюд	20.04	30.04	12.05	20.05	30.06	30.07
	Злука	20.04	30.04	12.05	20.05	30.06	30.07
	Константа	20.04	29.04	10.05	17.05	27.06	27.07
	Анічка	20.04	29.04	10.05	17.05	27.06	27.07

У 2016 р. фази розвитку гібридів Константа і Анічка наступали раніше, ніж в інших. Друга пара справжніх листків у гібридів Константа і Анічка відмічена 04.05, а в Ольжич, Етюд і Злука – 05.05.

У наступних фазах (змикання в рядку, міжрядді) ця різниця зберігалася. Цю закономірність спостерігали і у 2017–2018 рр. Отже, гібриди Константа і Анічка цукрових буряків на 2–3 доби відрізняються за строками фенофаз від гібридів Ольжич, Етюд і Злука у період вегетації. Це дає змогу більш ефективно використовувати гідротермічні умови вегетаційного періоду.

Польова схожість насіння в різних гібридів у середньому за три роки досліджень становила: у гібридів Ольжич, Етюд і Злука – 69–70 %, у гібридів Анічка і Константа – 72–73 %. Тобто помітно тенденцію до підвищення схожості в останніх гібридів (табл. 2).

Таблиця 2 – Агробіологічна характеристика сходів цукрових буряків (2016–2018 рр.)

Гібрид	Польова схожість насіння, %	Сходів, шт./м	Маса 100 рослин, г	Ураженість коренієм, %
Ольжич	69	5,1	68,2	7,5
Етюд	70	5,2	69,5	7,4
Злука	70	5,2	69,7	7,5
Константа	73	5,4	72,0	7,4
Анічка	72	5,3	71,5	7,4
НІР <sub>05</sub>	4,1	-	6,4	-



Як видно з таблиць 1 і 2, вища польова схожість насіння гібридів Анічка і Константа мала більшу густоту стояння рослин перед збиранням. У гібридів Анічка і Константа сходів на одному метрі рядка в середньому за три роки було 5,3–5,4 шт., а у гібридів Ольжич, Етюд і Злука – 5,1–5,2 шт. Ріст рослин на початку вегетації у різних гібридів був неоднаковим. Маса 100 рослин у середньому за три роки у гібрида Ольжич була на 1,3–3,8 г меншою, ніж в інших гібридів. Найбільша маса 100 рослин була у гібрида Константа – 72,0 г. Менше уражалися коренеюдом рослини у гібридів Анічка, Етюд і Константа, порівняно з гібридом Ольжич.

Отже, сортові особливості у різних гібридів (стосовно росту і розвитку рослин) певною мірою спостерігаються вже на ранніх етапах онтогенезу. Диплоїдні гібриди Анічка і Константа мають більш вигідний стартовий потенціал, ніж триплоїдний гібрид Ольжич.

Продуктивність коренеплодів цукрових буряків визначається урожайністю, цукристістю та збором цукру. Урожайність чоловічостерильних гібридів в середньому за три роки досліджень становила від 46,4 до 55,6 т/га, цукристість – 15,6–17,0 % і збір цукру – понад 7,4 т/га (табл. 3).

Гібриди мали найменшу врожайність коренеплодів у 2017 році, де густота стояння рослин перед збиранням була 87–90 тис. шт./га. Найменша цукристість була в 2016 р., де густота стояння рослин перед збиранням становила 87–91 тис. шт./га.

Таблиця 3 – Продуктивність гібридів цукрових буряків

Гібрид	Рік	Густота стояння перед збиранням, тис. шт./га	Урожайність коренеплодів, т/га	Цукристість, %	Збір цукру, т/га
Ольжич	2016	87	52,1	15,8	8,2
	2017	87	49,1	16,7	8,2
	2018	89	53,8	16,0	8,6
	Середнє	88	51,6	16,2	8,3
Етюд	2016	88	53,1	15,9	8,4
	2017	89	51,6	16,6	8,6
	2018	91	54,0	16,0	8,6
	Середнє	89	52,9	16,2	8,5
Злука	2016	89	57,1	15,6	8,9
	2017	90	55,8	17,0	9,5
	2018	91	54,0	15,9	8,6
	Середнє	89	55,6	16,1	9,0
Константа	2016	89	51,1	15,8	8,1
	2017	90	48,3	16,7	8,1
	2018	92	51,0	16,1	8,2
	Середнє	90	55,1	16,2	8,1
Анічка	2016	90	47,5	15,7	7,4
	2017	90	45,9	16,5	7,6
	2018	91	45,7	16,2	7,4
	Середнє	91	46,4	16,1	7,5
НІР <sub>0,05</sub>	2016	-	2,2	0,3	-
	2017	-	1,5	0,4	-
	2018	-	1,3	0,2	-

Найбільш продуктивними із гібридів виявилися Злука, де середня врожайність становила 55,6 т/га, цукристість коренеплодів – 16,1 %, збір цукру – 9,0 т/га, і Константа, де врожайність була 55,1 т/га, цукристість коренеплодів – 16,2 %, збір цукру – 8,1 т/га. У гібридів Ольжич і Етюд ці показники були нижчі. Найменша продуктивність була у гібрида Анічка, де середня врожайність становила 46,4 т/га, цукристість – 16,1 %, збір цукру – 7,5 т/га.

**Обговорення.** Багаторічні дослідження і аналіз інформації щодо продуктивності цукрових буряків у ретроспективі показують, що на динаміку врожайності і цукристості коренеплодів впливає комплекс умов, частина з яких некерована на високому рівні агробіологічних і технічних можливостей людського суспільства. Цей комплекс чинників має діалектично складні причини спадкових зв'язків, механізм яких ще невідомий [8].

Із погодних умов часто вирішальне значення мають запаси продуктивної вологи в ґрунті, кількість і розподіл опадів у період вегетації цукрових буряків, гідротермічний коефіцієнт.

Для того, щоб реалізувати селекційно-генетичні можливості, необхідно впроваджувати у виробництво гібриди нового покоління, адаптовані до місцевих ґрунтово-кліматичних умов.

Для реалізації біологічного потенціалу гібридів цукрових буряків важливою складовою є максимальне використання природного чинника. Так, на розвиток і продуктивність рослин впливають два чинники: природа організму і природа діючих умов. Тому при вирощуванні цукрових буряків потрібно акцентувати увагу на гібриді і насінні, технології вирощування, густоті посіву, наявності бур'янів, шкідників і хвороб та погодних умовах вегетаційного періоду.

**Висновки.** 1. Ріст і розвиток рослин у різних гібридів цукрових буряків у вегетаційний період був неоднаковим. Відмічено тенденцію до більш дружнього проростання насіння та забезпечення більш повної густоти сходів у гібрида Константа.

2. За час досліджень, найбільш продуктивними із гібридів виявилися Злука, де середня врожайність становила 55,6 т/га, цукристість коренеплодів – 16,1 %, збір цукру – 9,0 т/га, і Константа, де врожайність була 55,1 т/га, цукристість коренеплодів – 16,2 %, збір цукру – 8,1 т/га. У гібридів Ольжич і Етюд ці показники були нижчі. Найнижча продуктивність була у гібрида Анічка, де середня врожайність становила 46,4 т/га, цукристість – 16,1 %, збір цукру – 7,5 т/га.

3. У всіх гібридів, найменшу врожайність коренеплодів відмічено в 2017 р. за густоти стояння рослин перед збиранням 87–90 тис. шт./га. Найменшу цукристість відмічено в 2016 р. за густоти стояння 87–91 тис. шт./га.

4. Оптимальними для формування високопродуктивних посівів цукрових буряків слід вважати кількість опадів за весь період вегетації 380–410 мм та ГТК відповідно 0,9–1,5. За таких умов відбувається найбільш повне використання потенціалу вирощування гібридів для формування високопродуктивних посівів.

5. Рекомендуємо в зоні бурякосіяння кожного заводу оптимізувати набір гібридів таким чином, щоб вони були найкраще адаптовані до певного регіону, мали різний період досягання, і щоб на період пуску мати 20 % технічно стиглих буряків.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Конкурентоздатні вітчизняні гібриди / Роїк М.В. та ін. Цукрові буряки. 2004. № 3. С. 18–20.
2. Глеваський І.В. Основы оптимизации агротехнических условий формирования урожая коренеплодов сахарной свеклы: автореф. дис... д-ра с.-х. наук: 06.01.09. 1991. 50 с.
3. Глеваський В.І., Рибак В.О., Шаповаленко Р.М. Взаємозв'язок між розміром насіння і продуктивністю буряків цукрових. Агробіологія: зб. наук. праць. БНАУ. Біла Церква. 2017. С. 71–76.
4. Мацебера А.Г., Маласай В.М., Цибулькін П.Д., Глеваський В.І. Насіннезнавство: Теорія і практика буряківництва. Ніжин: ТОВ «Видавництво Аспект – Поліграф», 2008. 332 с.
5. Глеваський В.І. Агробіологічні особливості та продуктивні властивості цукрових буряків. Lap Lambert Academic Publishind. 2018. 74 с.
6. Про насіння і садивний матеріал: Закон України від 08.12.2015 р. № 864-VIII. 85 с. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/411-15>
7. ДСТУ 2292-93. Насіння цукрових буряків. Метод визначення схожості, одноростковості та доброякісності. Взамін ГОСТ 22617.2-77; Введ. 01.01.1996. Київ: Держстандарт України, 1995. 8 с.
8. Сидорчук В.І., Глеваський В.І. Як використати природний добір в селекції рослин: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф. Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енерго-зберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: 15 листопада 2018 р. Дніпро. С. 81–82.
9. Hernandez A.C., Dominguez P.A., Cruz O.A., Caballo C.A., Zepeda B.R. Laser in agriculture. International Agrophysics. 2010. Vol. 24. No 4. P. 407–422.
10. Probsa-Bialczyk U., Szajsner H., Grzys E., Demczuk A., Sacala E., Bak K. Effect of seed stimulation on germination and sugar beet yield. International Agrophysics. 2013. Vol. 27. No 2. P. 195–201. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10247-012-0085-8>
11. Khal M., Khauss N. Langzeitlagerung von Zuckerrubensaatgut nach Saatgutbehandlung. Qualitätssatgut – Prod, Ertragsbeeinfluss, Halle (Salle). 2008. Vol. 3. P. 592–599.
12. Доронін В.А., Карпук Л.М., Черната Д.М. Продуктивність цукрових буряків залежно від способів підготовки насіння. Цукрові буряки. 2008. №1. С.8–10.
13. Методика исследований по сахарной свекле. К.: ВНИС, 1986. 292 с.
14. ДСТУ 2723-94. Насіння цукрових буряків. Метод визначення сили росту. 24 с.
15. ДСТУ 4982:2008. Буряки цукрові. Методи визначання густоти стояння рослин та врожайності. 7 с.

## REFERENCES

1. Royik, M.V., Yakovets, V.A., Litvinyuk, V.V. (2004). Konkurentozdatni vitchiznyani gibridi [Competitive domestic hybrids]. Tsukrovi buryaki [Sugar beet], no. 3, pp. 18–20.
2. Hlevaskiy, I.V. (1991). Osnovy optimizatsii agrotehnicheskikh usloviy formirovaniya urozhaya koreneplovod saharnoy svekly: avtoref. dis... d-ra s.-h. nauk [Fundamentals of optimizing agrotechnical conditions for the formation of sugar beet root crops: abstract of the dissertation of a doctor of agricultural sciences], 50 p.
3. Hlevaskiy, V.I., Ribak, V.O., Shapovalenko, R.M. (2017). Vzaemozv'yazok mizh rozmirom nasinnya i produktivnistyu buryakiv tsukrovih [Relationship between seed size and sugar beet productivity]. Agrobiologiya: Zb. nauk. prats. BNAU [Collected works «Agrobiology»]. Bila Tserkva, pp. 71–76.
4. Matsebera, A.G., Malasay, V.M., Tsibulkin, P.D., Hlevaskiy, V.I. (2008). Nasinneznavstvo: Teoriya i praktika buryakivnitstva [Seed Science: The Theory and Practice of Beetroot]. Nizhin, Publishing house «Aspekt – Poligraf», 332 p.
5. Hlevaskiy, V.I. (2018). Agrobiologichni osoblivosti ta produktivni vlastivosti tsukrovih buryakiv [Agrobiological features and productive properties of sugar beets]. Lap Lambert Academic Publishind, 74 p.
6. Pro nasinnya i sadivniy material: Zakon Ukrayini [On seeds and planting material: Law of Ukraine], 2016, 85 p. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/411-15>
7. DSTU 2292-93. Nasinnya tsukrovih buryakiv. Metod viznachennya shozhosti, odnorostkovosti ta dobroyakisnosti [Sugar beet seeds. A method for determining similarity, uniformity and good quality]. Kyiv, Derzhstandart Ukraine, 1995, 8 p.
8. Sydorчук, V.I., Hlevaskiy, V.I. (2018). Yak vikoristati prirodniy dobir v selektsiyi roslin [How to use natural selection in plant breeding]. Stan i perspektivi rozrobki ta vprovadzhennya resursooschadnih, energo – zberigayuchih tehnologiy viroshchuvannya silskogospodarskih kultur : zbirnik tez dopovidey mizhnarodnoyi naukovu-praktichnoyi konferentsii [Proceedings of the reports of the 3rd International Scientific and Practical Conference "Status and Prospects of Development and Implementation of Resource-Saving, Energy-Saving Technologies for Crop Cultivation"]. Dnipro, pp. 81–82.
9. Hernandez, A.C., Dominguez, P.A., Cruz, O.A., Caballo, C.A., Zepeda, B.R. (2010). Laser in agriculture. International Agrophysics. Vol. 24, no. 4, pp. 407–422.
10. Prosha-Bialczyk, U., Szajsner, H., Grzys, E., Demczuk, A., Sacala, E., Bak, K. (2013). Effect of seed stimulation on germination and sugar beet yield. International Agrophysics. Vol. 27, no. 2, pp. 195–201. Available at: <https://doi.org/10.2478/v10247-012-0085-8>
11. Khal, M., Khauss, N. (2008). Langzeitlagerung von Zuckerrubensaatgut nach Saatgutbehandlung. Qualitätssatgut – Prod, Ertragsbeeinfluss, Halle (Salle). Vol. 3, pp. 592–599.
12. Doronin, V.A., Karpuk, L.M., Chernata, D.M. (2008). Produktivnist tsukrovih buryakiv zalezho vid sposobiv pidgotovki nasinnya [Sugar beet productivity, depending on the method of seed preparation]. Tsukrovi buryaki [Sugar beet], no.1, pp. 8–10.
13. Metodika issledovaniy po saharnoy svekle [Sugar beet research methodology]. Kyiv, VNIS, 1986, 292 p.
14. DSTU 2723-94. Nasinnya tsukrovih buryakiv. Metod viznachennya sili rostu [Sugar beet seeds. The method of determining the strength of growth], 24 p.
15. DSTU 4982:2008. Buryaki tsukrovi. Metodi viznachennya gustoti stoyannya roslin ta vrozhaynosti [Sugar beet. Methods for determining plant density and yield], 7 p.

**Продуктивность корнеплодов сахарной свеклы разных гибридов****Глеваский В.И., Рыбак В.А., Куянов В.В., Шаповаленко Р.М.**

Современные гибриды сахарной свеклы имеют потенциальную урожайность корнеплодов выше 50,0 т/га и сахаристость – 16,1–18,5 %. При этом используют семена со всхожестью не ниже 90 %, применяя высокоэффективные энерго-сберегающие технологии, основанные на использовании агротехнических мероприятий (севооборот, система удобрения, система обработки почвы, сев на конечную густоту), защите от вредителей и болезней, способе уборки корнеплодов.

Производительность гибрида сахарной свеклы в значительной степени определяет генетическая информация, заложена в семенах, и условия среды, в которой растения вырастают.

Целью исследований было изучить сортовые особенности роста, развития и продуктивности сахарной свеклы в условиях центральной части Правобережной Лесостепи Украины. Для сева использовали такие гибриды сахарной свеклы: Ольжич, Этюд, Злука, Константа и Анечка, фракция: 3,5–4,5 мм, лабораторная всхожесть – 85–90 %.

Рост и развитие растений сахарной свеклы различных гибридов отличались между собой. Отмечена тенденция к более интенсивному прорастанию семян и обеспечения более полной густоты всходов у гибрида Константа.

Производительность корнеплодов сахарной свеклы определяется урожайностью, сахаристостью и сбором сахара. Урожайность мужскостерильных гибридов в среднем за три года исследований составляла от 46,4 до 55,6 т/га, сахаристость – 15,6–17,0 % и сбор сахара – 7,4–9,5 т/га.

К условиям центральной части Правобережной Лесостепи Украины наиболее адаптированными оказались гибриды Злука и Константа. Так, гибрид Злука имел среднюю за три года урожайность – 55,6 т/га, сахаристость корнеплодов – 16,1 %, сбор сахара – 9,0 т/га, а гибрид Константа имел урожайность 55,1 т/га, сахаристость корнеплодов – 16,2 %, сбор сахара – 8,1 т/га.

**Ключевые слова:** сахарная свекла, гибриды, полевая всхожесть семян, сахаристость, сбор сахара.

**Sugar beets root crops productivity in different hybrids****Hlevaskiy V., Rybak V., Kuyanov V., Shapovalenko R.**

Modern sugar beet hybrids have a potential root crop capacity of above 50.0 t/ha and sugar content of 16.1–18.5 %. Seeds with a germination rate of not less than 90 % are being used in this case, highly efficient energy-saving technologies based on the use of agricultural techniques (crop rotation, fertilization system, soil tillage system, sowing at the final density), protection against pests and diseases, the method of harvesting root crops are used.

The performance of the sugar beet hybrid is mainly determined by the genetic information contained in the seeds and the conditions in which the plants grow.

The purpose of the research was to investigate the varietal features of growth, development and productivity of sugar beet in the conditions of the central part of the Right-bank forest-steppe of Ukraine. The following sugar beet hybrids were used for sowing: Olzhych, Etude, Zluka, Constanta and Anichka with the fraction of 3.5–4.5 mm and laboratory germination of 85–90 %.

The growth and development of sugar beet plants of different hybrids differed. There was a tendency for more positive germination of seeds and a more complete density of seedlings in the hybrid Constanta.

The productivity of the sugar beet root crops is determined by the yield, sugar content and sugar harvest. Crop capacity of the male sterile hybrids studied averaged from 46.4 to 55.6 t/ha over the three years of studies, sugar content – 15.6–17.0 % and sugar yield – 7.4–9.5 t/ha.

Hybrids Zluka and Constanta appeared to be the most adapted to the conditions of the central part of the right-bank forest-steppe of Ukraine. Thus, over three years, the Zluka hybrid had an average crop capacity of 55.6 t/ha, the sugar content of the roots was 16.1 %, the sugar harvest was 9.0 t/ha, and the hybrid Constant had a yield of 55.1 t/ha, the sugar content of the roots – 16.2 %, sugar yield – 8.1 t/ha.

**Key words:** sugar beets, hybrids, field germination of seeds, sugar content, sugar yield.

*Надійшла 20.09.2019 р.*



ГЛЕВАСЬКИЙ В.І., <https://orcid.org/0000-0002-3939-7215>

УДК 633.63:631.52:575.125

**КРОТЮК Л.А.****ДУБЧАК О.В.****АНДРЕЄВА Л.С.***Верхняцька дослідно-селекційна станція ІБК і ЦБ НААН України***КОРНЄЄВА М.О.***Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України***СЕЛЕКЦІЯ З УДОСКОНАЛЕННЯ ФОРМИ  
КОРЕНЕПЛОДУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

Метою дослідження було створення нових вихідних матеріалів буряків із покращеною овально-конічною формою коренеплоду, більшою масою та вмістом цукру для формування високоврожайних гібридів. За результатами досліджень з покращення форми коренеплодів шляхом гібридизації цукрових буряків з кормовими доведено, що кормові за однакових агрокліматичних умов можуть удвічі перевищувати цукрові за врожайністю. Для передачі ознаки «форма коренеплоду» недостатньо одного схрещування з рослинами-носіями генів, що контролюють округлість форми, оскільки добір рослин в  $F_2$  не перевищує 3 %, тому необхідно проводити додаткові бекросні схрещування. Наведено оцінку вихідних форм буряків за елементами продуктивності для гібридизації: урожайність зразків-реципієнтів цукрових буряків становила 39,7–51,1 т/га, донора сорту кормових буряків – 60,5 т/га. У гібридних потомствах коренеплоди за формою варіювали від веретеноподібної до овально-конічної. Відібрано коренеплоди гібридних зразків овально- і ширококонічної форми, які переважали за продуктивністю вихідні форми: за урожайністю – на 3,2–20,8 %, за цукристістю – на 1,0–3,5 %. Зважаючи на те, що різні форми коренеплодів буряків відрізняються між собою за продуктивністю, є необхідність передати схрещуваннями форму коренеплодів від кормових як більш урожайних до цукрових буряків. Відмічено, що зразок В11360-68 /Біамяра  $F_2$  з найвищою масою коренеплоду (780 г) мав найвищу площу листової поверхні – 1,2 м<sup>2</sup>. Урожайність становила 104,8 і 103,5 % за вмістом цукру від вихідної форми. У другому поколінні отримано 45,5–59,0 % коренеплодів буряків з овально- і ширококонічною формою та підвищеною на 3,2–20,8 % урожайністю порівняно з вихідними формами. Колекцію селекційних матеріалів Верхняцької ДСС поповнено гібридним зразком овально-конічної і трьома зразками ширококонічної форми з гладенькою поверхнею коренеплодів, що мали менше виражену ортостиху і характеризувалися високою масою коренеплодів.

**Ключові слова:** цукровий буряк, кормовий буряк, урожайність, форма коренеплоду, схрещування, добір.

**doi:** 10.33245/2310-9270-2019-153-2-13-20

**Постановка проблеми.** Сучасні гібриди цукрових буряків вітчизняної і зарубіжної селекції при високому потенційному рівні продуктивності ще не повною мірою відповідають вимогам виробництва. Однією з важливих еколого-селекційних ознак, якою повинні характеризуватися коренеплоди, є форма коренеплоду. Селекційні роботи з її удосконалення входять у сучасні програми досліджень Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків та його мережі [1]. Селекційно привабливим модельним коренеплодом у сучасних гібридів цукрових буряків має бути коренеплід з генетично детермінованими великою масою та високою цукристістю, який характеризується удосконаленою формою – неглибокою борозенкою (ортостихою). Численні бокові корінці, що розташовані в ній, щільно утримують грудочки землі, і це впливає на виніс ґрунту із полів при збиранні урожаю [2]. Тому модель сучасного гібрида, крім продуктивних властивостей і адаптивної здатності, передбачає поліпшену форму коренеплоду з неглибокою ортостихою, що запобігатиме деградації ґрунтів та сприятиме збереженню орних земель України [3].

**Аналіз останніх досліджень.** Відомо, що успіх селекційної роботи значною мірою залежить від теоретичних знань про генетичну обумовленість тієї чи іншої господарсько цінної ознаки.

Успадкування господарсько цінних ознак урожайності та форми коренеплодів є складним механізмом. На сьогодні він досліджений недостатньо, тому потребує ретельного довготривалого вивчення і створення селекційних матеріалів з бажаними ознаками [4, 5]. Дослідженнями встановлено, що форма коренеплоду контролюється не менше, ніж чотири генами, два з яких визначають довжину коренеплоду: у домінантному стані – овально-циліндричну або конусоподібну, у рецесивному – округлу або плоску округлу форму. Інша пара генів контролює або туповерхність, або загострену форму коренеплоду [6, 7].

Вітчизняні вчені провели дослідження з покращення форми коренеплодів шляхом гібридизації цукрових буряків з кормовими. Останні за однакових агрокліматичних умов можуть удвічі перевищувати цукрові за врожайністю. Майже дві третини коренеплоду в таких зразків розташовані над поверхнею ґрунту, що полегшує їх викопування і суттєво зменшує винос ґрунту з поля родючого шару [8, 9]. Для передачі ознаки «форма коренеплоду» недостатньо одного схрещування з рослинами-носіями генів, що контролюють округлість форми, оскільки добір рослин у  $F_2$  (біла поверхня й індекс форми 0,8) не перевищує 3 %, тому необхідно проводити додаткові бекросні схрещування [10]. На проміжний характер успадкування форми коренеплодів у гібридів першого покоління від схрещування цукрових і кормових буряків вказували Буренін В.И., Пивоваров В.Ф. [11], а на необхідність ведення селекції на цю ознаку з використанням індексу форми (відношення максимального діаметра коренеплоду до його технічної довжини) – Даньков В.Я. [12]. Зважаючи на те, що різні форми коренеплодів буряків відрізняються за продуктивністю [13, 14], є необхідність передати схрещуваннями форму коренеплодів від кормових як більш урожайних до цукрових буряків.

**Метою** дослідження було на основі гібридизації і насичуючих схрещувань створити нові вихідні матеріали буряків із покращеною овально-конічною формою коренеплоду, більшою масою та вмістом цукру для формування високоврожайних гібридів.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили на Верхняцькій дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (ВДСС ІБКіЦБ) НААН України впродовж 2016–2018 рр. Використовували гібридизацію кращих ліній цукрових буряків В11824-<sub>68</sub>, В11302-<sub>68</sub>, В11360-<sub>68</sub> верхняцького та ЧС Ук-б уманського походження з кормовою формою Біамяра зарубіжної селекції. Основними методами селекційної роботи були: підбір та оцінка компонентів схрещування, створення нових вихідних матеріалів шляхом гібридизації різних форм буряків, оцінка потомств за комплексом господарсько цінних ознак.

Добір за бажаними ознаками виконували згідно з методикою досліджень на цукрових буряках [15]. Оцінюючи селекційний матеріал за формою коренеплодів, використали метод, який ґрунтується на вираженні форми коренеплодів через біометричні показники коренеплодів (ширина, довжина) та їх маси. Співвідношенням цих параметрів є математичне вираження форми коренеплоду. Тому для аналізу використовували методику, яка ґрунтується на індексації кожного коренеплоду за співвідношенням його метричних показників [10, 16, 17]. Для визначення індексу форми коренеплодів ( $\Phi$ ) використовували формулу:

$$\Phi = K \times D \times V / L \times d,$$

де  $\Phi$  – індекс форми коренеплоду,  $K$  – коефіцієнт, який виражається в абсолютних одиницях (визначається відношенням маси коренеплоду, яка ділиться на 1000);  $D$  – максимальний діаметр коренеплоду (за нерівномірних параметрів діаметра визначається найбільший і найменший його розмір та вираховується середній розмір діаметра  $(D_{\max} + D_{\min}) / 2$ , см);  $V$  – відстань від площини максимального діаметра коренеплоду до вершини головки, де починається формування гички, см;  $L$  – власне довжина коренеплоду, відстань від вершини головки до кінчика хвостової частини, см.

Якщо коренеплід має масу більше 200 г, то діаметр хвостової частини потрібно враховувати від 1 см, якщо коренеплід має масу меншу ніж 200 г, то такий діаметр визначається від розміру 0,3 см.

Виходячи з градації величини індексу ( $\Phi$ ), передбачено наступну класифікацію форми коренеплодів. Так, якщо показник  $\Phi$  коливається від 0,01 до 0,25 – веретеноподібна форма; від 0,26 до 0,50 – вузькоконічна; від 0,51 до 0,75 – конічна; від 0,76 до 1,00 – ширококонічна; від 1,01 до 1,50 – овальноконічна; від 1,51 до 2,50 – округлоконічна форма.

Попереднє сортовипробування експериментальних гібридів та їх вихідних форм проводили однофакторною схемою у триразовому повторенні [15]. Площа живлення рослин 45×22 см. Для визначення цукристості і маси коренеплоду отриманих зразків на дослідних ділянках відбирали 20-кореневі проби для аналізу на напівавтоматичній лінії «Венема».

**Результати дослідження.** Для схрещувань серед колекції селекційних матеріалів цукрових буряків відібрали три фертильні і одну стерильну цукристі лінії, у яких показники цукристості становили 16,3 – 16,9 % (абсолютне значення) проти 16,1 % у стандарті. Як донор бажаних

ознак для гібридизації було залучено продуктивний сорт кормових буряків Біамяра, який характеризувався поєднанням високої урожайності (60,5 т/га) (табл.1) і овальної форми коренеплоду із гладенькою поверхнею.

Таблиця 1 – Характеристика вихідного матеріалу цукрових буряків і сорту – донора кормових буряків за елементами продуктивності, 2016 р.

№ з/п	Походження матеріалу	Урожайність, т/га	Вміст цукру, %	Збір цукру, т/га
1	V11824- <sub>68</sub>	40,2	16,6	6,7
2	V11360- <sub>68</sub>	42,2	16,7	7,0
3	V11302- <sub>68</sub>	51,1	16,3	8,3
4	ЧС Ук-б	39,7	16,9	6,7
5	Біамяра	60,5	8,6	5,2
Груповий стандарт		41,1	16,1	6,6
НІР 05		2,3	0,3	0,7

Використовуючи насичуючі схрещування під парними ізоляторами, отримали можливість передати від кормових буряків цукровим ряд цінних ознак для суттєвого покращення останніх. Сорт Біамяра проявив себе як комбінаційно-здатний донор алелей, введення яких у цукрові буряки дозволило одержати селекційно цінний насіннєвий матеріал із високою продуктивністю насінників в умовах ізоляції. Проведено добір окремих елітних рослин за комплексом ознак: маса насіння, продуктивність насінника і його морфологічний тип, плідність клубочків та схожість насіння (табл. 2).

Таблиця 2 – Характеристика насінників (реципієнтів і донора Біамяра) у процесі насичуючих схрещувань, 2016 р.

№ з/п	Комбінація схрещування	Маса зібраного насіння, г	Продуктивність насінника, г	Схожість насіння, %	Тип насінника	Плідність
1	V11302- <sub>68</sub>	550	27	71	II	2.2.2
	Біамяра	651	32	69	III	3.2.2
2	V11824- <sub>68</sub>	722	36	74	II	2.2.2
	Біамяра	489	24	64	II	4.3.2
3	V11360- <sub>68</sub>	621	31	69	III	2.2.2
	Біамяра	565	28	68	III	4.3.2
4	ЧС Ук-б	582	29	65	I	2.2.2
	Біамяра	605	30	70	II	4.3.2

Аналіз результатів насичуючих схрещувань (табл. 2) показав, що найкращою за цими показниками виявилася комбінація V11824-<sub>68</sub>/ Біамяра. У цій комбінації на рослинах цукрових буряків була найвища схожість насіння (74 %) і найвища насіннєва продуктивність у перерахунку на один насінник. Окрім того, було відмічено високу фертильність рослин (98–100 %) та високий ступінь зав'язування насіння на 1 насіннику (не менше 200 плодів).

Одержаний гібридний матеріал та їх вихідні форми вивчали в попередньому випробуванні. Досліджувані потомства за вмістом цукру були в межах 15,27–16,26 % (груповий стандарт 15,02 %). За цим показником три гібридні комбінації перевищували вихідні форми на 1,3–8,1 %. Найбільш перспективним як за урожайністю, так і за вмістом цукру виявився гібрид V11302-<sub>68</sub>/ Біамяра (рис. 1). У цієї гібридної комбінації урожайність становила 51,5 т/га, цукристість – 16,26 %, і була найвищою у досліджуваній групі.

Використовуючи класифікацію згідно з індексом форми, було відмічено, що гібрид V11824-<sub>68</sub>/ Біамяра F<sub>1</sub> представлений трьома різними формами коренеплодів. У решти гібридних комбінацій спостерігали чотири різновидності: веретеноподібна, вузькоконічна, ширококонічна, овально-конічна. В усіх гібридних зразках домінувала ширококонічна форма коренеплодів, частка якої становила 45,5–59,0 % від загальної кількості коренеплодів.

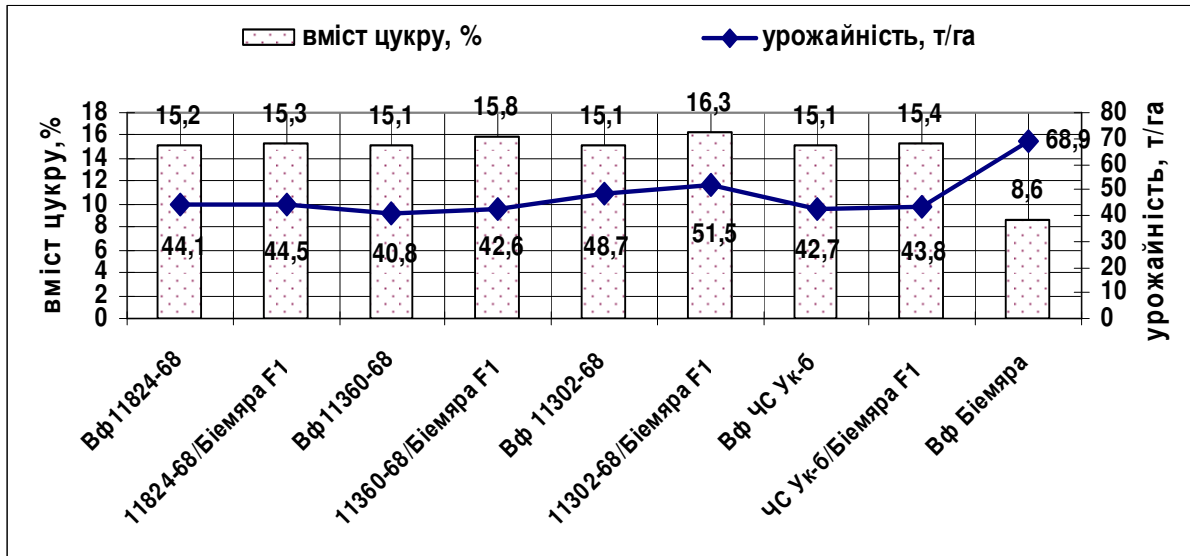


Рис. 1. Результати оцінки потомств  $F_1$  за елементами продуктивності (абсолютне значення), 2017 р.

Примітка: Вф\* – вихідна форма.

Отриманий кореневий матеріал  $F_1$  було згруповано за показниками продуктивності, формою коренеплоду, походженням і висаджено під груповими ізоляторами для отримання насіння  $F_2$  для зворотно-насичуючих схрещувань. У період вегетації насінників було проведено індивідуальні добори зразків, які поєднали в гібридному поколінні генетично обумовлені бажані властивості вихідних форм. Оцінку потомств  $F_1$ ,  $F_2$  за формою коренеплодів наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 – Характеристика цукрово-кормових потомств  $F_1$ ,  $F_2$  за формою коренеплоду, 2017 р.

Форма коренеплоду	Коренеплодів, шт.							
	В11824-68/Біямяра		В11360-68/Біямяра		В11302-68/Біямяра		ЧС Ук-б/Біямяра	
	$F_1$	$F_2$	$F_1$	$F_2$	$F_1$	$F_2$	$F_1$	$F_2$
веретеноподібна	-	-	35	5	15	8	41	10
вузькоконічна	75	9	41	21	72	29	68	35
ширококонічна	115	82	118	99	110	110	91	115
овально-конічна	10	109	6	75	3	53	5	40
загальна кількість коренеплодів, шт.	200	200	200	200	200	200	200	200

У потомстві  $F_2$  ліній В11302-68, В11360-68 та ЧС Ук-б коренеплоди за формою варіювали від веретеноподібної до овально-конічної. У рослин, одержаних за участю лінії В11824-68, виявлено три різновидності форми коренеплоду: вузькоконічна, ширококонічна та овально-конічна, причому у другому поколінні рослин овально-конічної форми було найбільше – 109 шт. із 119 (рис. 2).

У всіх інших досліджуваних зразках переважаючою часткою була ширококонічна форма коренеплодів, яка становила 45,5–59,0 % до їх загальної кількості. Отже, отримано широкий спектр матеріалів, удосконалених за формою та масою коренеплоду.

У сортовипробуванні 2018 р. вивчали потомства  $F_2$  та їх батьківські форми за продуктивністю. Відібрали генотипи з більш цінними показниками. За результатами вивчення гібридів другої генерації відмітили ряд комбінацій, які дали прибавку врожаю від 3,2–20,8 % до їх вихідних форм (табл. 4).

Завдяки селекційному опрацюванню колекційні зразки ВДСС поповнено новими експериментальними гібридами буряків овально- і ширококонічної форми з гладенькою поверхнею коренеплодів, що мали менше виражену ортостиху і характеризувалися високою масою коренеплодів.





Рис. 2. Ширококонічна форма коренеплоду з гібридного потомства F<sub>2</sub> В11824-<sub>68</sub>/Біамяра, 2017р.

Таблиця 4 – Показники продуктивності потомств F<sub>2</sub> та їх вихідних форм, 2018 р.

Селекційний номер	Походження матеріалу	Показники продуктивності			
		абсолютні		% до вихідної форми	
		вміст цукру, %	урожайність, т/га	вміст цукру	урожайність
853	В 11824- <sub>68</sub> вихідна форма	17,5	54,7	100,0	100,0
855	В1 <sub>Н14</sub> В 11824- <sub>68</sub> /Біамяра F <sub>2</sub>	17,7	66,1	101,0	120,8
859	В8 <sub>Н14</sub> В 11824- <sub>68</sub> /Біамяра F <sub>2</sub>	17,8	61,3	101,4	112,1
889	В 11360- <sub>68</sub> вихідна форма	18,0	61,9	100,0	100,0
880	В217 <sub>Н14</sub> В 11360- <sub>68</sub> /Біамяра F <sub>2</sub>	18,6	64,3	103,5	104,8
885	В102 <sub>Н14</sub> В 11360- <sub>68</sub> /Біамяра F <sub>2</sub>	18,6	63,9	103,4	103,2
925	В 11302/ <sub>68</sub> вихідна форма	18,5	57,3	100,0	100,0
895	В114 <sub>Н14</sub> В 11302- <sub>68</sub> /Біамяра F <sub>2</sub>	18,6	63,1	100,6	110,3
903	В127 <sub>Н14</sub> В 11302- <sub>68</sub> /Біамяра F <sub>2</sub>	18,5	61,9	100,1	108,2
881	ЧС Ук-б вихідна форма	18,1	54,7	100,0	100,0
738	ЧС Ук-б /Біамяра F <sub>2</sub>	18,3	59,5	101,1	108,8
825	Біамяра вихідна форма	12,4	70,2	—	—
НІР 05		0,3	2,2		

Одночасно з вивченням маси коренеплодів зазначені вище гібриди характеризували за площею листового апарату. В окремих гібридних потомств простежується тенденція, що чим більша площа листової поверхні, тим більша маса коренеплодів, що вказує на пряму залежність цих ознак (табл. 5).

Таблиця 5 – Оцінка цукрово-кормових зразків за масою коренеплодів і площею листової поверхні в F<sub>2</sub>, 2018 р.

№з/п	Гібридна форма	Маса коренеплодів, г			Площа листової поверхні, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>		
		Min	Max	X <sub>(сеп.)</sub>	Min	Max	X <sub>(сеп.)</sub>
1	В11824- <sub>68</sub> /Біамяра F <sub>2</sub>	574	851	703	0,6	1,6	1,0
2	В11360- <sub>68</sub> /Біамяра F <sub>2</sub>	637	901	780	0,8	1,8	1,2
3	В11302- <sub>68</sub> /Біамяра F <sub>2</sub>	606	871	728	0,7	1,7	1,1
4	ЧС Ук-б /Біамяра F <sub>2</sub>	587	881	732	0,6	1,7	1,0

Коренеплоди з найбільшою масою коренеплодів спостерігали у гібрида В11360-68 /Біам'яра F<sub>2</sub> (901г). Середня маса коренеплодів та площа листової поверхні у цього номера була також найбільшою і становила відповідно 780 г і 1,2 м<sup>2</sup>, порівняно з досліджуваними гібридами. Показник кореляції між цими показниками становив 0,83.

Коренеплоди створених цукрово-кормових буряків з гладенькою овально-конічною і ширококонічною формою коренеплоду при механізованому збиранні посівів випробування та розмноження менше травмувалися, а також менше виносили ґрунт із поля, оскільки грудочки землі в неглибоких борозенках легко осипалися з коренеплодів при проходженні їх по транспортерах бурякозбиральної техніки.

**Обговорення.** Дослідження з удосконалення форми коренеплоду та підвищення урожайності цукрових буряків проводили на Верхняцькій ДСС упродовж 2016–2018 рр. У таблиці 4 представлено показники продуктивності потомств F<sub>2</sub> та їх вихідних форм. Крім продуктивних властивостей і адаптивної здатності, нова модель передбачає поліпшену форму коренеплоду з неглибокою ортостихою, що сприятиме збереженню орних земель господарства. Завдяки селекційному опрацюванню колекційні зразки дослідної установи поповнено новими вихідними формами цукрових буряків з покращеною овально-конічною формою коренеплоду, більшою масою та вмістом цукру для формування високоврожайних гібридів.

**Висновки.** Підтверджено доцільність використання схрещувань між цукровими і кормовими буряками для удосконалення форми коренеплодів цукрових буряків. У другому поколінні отримано частку коренеплодів цукрових буряків (45,5–59,0 %) з овально- і ширококонічною формою та підвищеною на 3,2–20,8 % урожайністю порівняно з вихідними формами. Селекційні номери з високою масою коренеплоду в період вегетації характеризувалися високими показниками площі листової поверхні ( $r = 0,83$ ). Колекцію селекційних матеріалів Верхняцької дослідно-селекційної станції поповнено гібридним зразком овально-конічної і трьома зразками ширококонічної форми з гладенькою поверхнею коренеплодів, що мали менше виражену ортостиху і характеризувалися високою масою коренеплодів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Роїк М.В., Корнеєва М.О. Напрями, методи та стратегія розвитку селекції. Цукрові буряки. № 6, 2015. С. 7–9.
2. Royik M.V., Korneyeva M.O. Root shape as important ecological breeding character of sugar beet. International Workshop of Efficiency and Waste Management in Beet Sugar Production. Kyiv. 1994. P. 121–123.
3. Дубчак О.В., Андрєєва Л.С., Вакулєнко П.І., Корнеєва М.О. Створення цукрових буряків нового покоління. Зб. наук. пр. ІБКіЦБ, Вип. № 23. 2015. С. 90–96
4. Дубчак О.В. Створення експериментальних гібридів кормових буряків на стерильній основі та оцінка їх продуктивності. Зб. наук. праць. Біла Церква: БНАУ МАПУ, 2010. 3(74). С. 43–46.
5. Роїк М.В., Орлов С.Д., Джигіріс Л.А., Шараєнко О.С. Нові методи створення компонентів гібридів кормових буряків на ЧС основі. Зб. наук. праць ІЦБ. Київ: ІЦБ УААН, 2005. 8. С. 238–243.
6. Kajanus B. Uber die Vererbungsweise gewisser Varkmalle der Beta und Brassica-Ruben. Z. fur Pflanzenzuchtung. 1913. 2. P. 125–186.
7. Jadewing E., Ossenkop A., Gram N. Sorteneinfluss and den Erdanhang. Zuckerrube. 2005. 6. P. 309–311.
8. Перетяцько В.Г., Борівський І.М. Селекція на удосконалення форми і розмірів коренеплодів. Цукрові буряки. 2002. 3. С. 16–21.
9. Роїк М.В., Зуєв М.М., Борисюк В.О. Про морфологічні ознаки рослин цукрових буряків та їх вплив на продуктивність і якість механізованого збирання. Зб. наук. пр. ІЦБ. 2000. 2. Київ: Дума. С. 148–166.
10. Костоґриз Л.А. Успадкування форми коренеплодів у гібридних рослин буряків. Цукрові буряки. 2010. № 5. С. 5–6. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cb\\_2010\\_5\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cb_2010_5_3).
11. Буренин В.И., Пивоваров В.Ф. Свекла. СПб.: ВИР, 1998. 215 с.
12. Даньков В.Я. Морфологічні ознаки коренеплоду. Основи буряківництва та насінництва. Чернівці, 2004. С. 70–77.
13. Мазлумов А.Л. О форме корня сахарной свеклы. Бюллетень сахаротреста. 1926. 11. С. 8–42.
14. Корнеєва М.О., Тимчишин С.М., Тимчишин Л.С. Продуктивність і комбінаційна здатність компонентів цукрово-кормових гібридів, придатних для виробництва біопалива. Корми і кормовиробництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. № 86. Вінниця, 2018. С. 67–70.
15. Методика исследований по сахарной свекле. Киев: ВНИС, 1988. 292 с.
16. Дубровна О.В., Лялько І.І., Тищенко О.М. Генетика якісних ознак буряків. Київ: Лотос, 2010. 246 с.
17. Костоґриз Л.А. Добір за морфологічними ознаками для створення вихідних матеріалів цукрових буряків з округлою формою коренеплоду: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.05 / Ін-т біоенерг. культур і цукр. буряків НААН України. Київ, 2010. 19 с.

## REFERENCES

- Royik, M.V., Kornyeveva, M.O. (2015). Naprjamy, metody ta strategija rozvytku selekcii' [Directions, methods and strategy of breeding development]. Tsukrovi buryaky [Sugar beet], no. 6, pp. 7–9.
- Royik, M.V., Kornyeveva, M.O. (1994). Root shape as important ecological breeding character of sugar beet. International Workshop of Efficiency and Waste Management in Beet Sugar Production. Kyiv, pp. 121–123.
- Dubchak, O.V., Andryeyeva, L.S., Vakulenko, P.I., Kornyeveva, M.O. (2015). Stvorennja cukrovih burjakiv novogo pokolinnja [Creating a new generation of sugar beets]. Zb.nauk.pr. IBKiTsB [Scientific papers of the Institute of bioenergy crops and sugar beet], no. 23, pp. 90–96.
- Dubchak, O.V. (2010). Stvorennja eksperymental'nyh gibrydiv kormovyh burjakiv na steryl'nij osnovi ta ocinka i'h produktyvnosti [Creation of experimental fodder beet hybrids on a sterile basis and evaluation of their productivity]. Zb. nauk. prats. Bila Tserkva: BNAU MAPU [Collected works BNAU MAPU], no. 3(74), pp. 43–46.
- Roik, M.V., Orlov, S.D., Dzhyhiris, L.A., Sharaienko, O.S. (2005). Novi metody stvorennja komponentiv gibrydiv kormovyh burjakiv na ChS osnovi [New methods of creating components of fodder beet hybrids on a FM basis]. Zb. nauk. pr. IBKiTsB [Scientific papers of the Institute of bioenergy crops and sugar beet]. Kyiv, ITsB UAAN, no. 8, pp. 238–243.
- Kajanus, B. (1913). Uber die Vererbungsweise gewisser Varkmalle der Beta und Brassica-Ruben. Z. fur Pflanzenzuchtung. no. 2, pp. 125–186.
- Jadewing, E., Ossenkop, A., Gram, N. (2005). Sorteneinfluss and den Erdanhang. Zuckerrube. no. 6, pp. 309–311.
- Peretiatko, V.H., Borivskyi, I.M. (2002). Selekcija na udoskonalennja formy i rozmiriv koreneplodiv [Breeding for improving the shape and size of root crop]. Tsukrovi buryaky [Sugar beet], no. 3, pp. 16–21.
- Roik, M.V., Zuiev, M.M., Borysiuk, V.O. (2000). Pro morfologichni oznaky roslyn cukrovih burjakiv ta i'h vplyv na produktyvnist' i jakist' mehanizovanogo zbyrannja [On the morphological characteristics of sugar beet plants and their effect on the productivity and quality of mechanized harvesting]. Zb. nauk. pr. IBKiTsB [Scientific papers of the Institute of bioenergy crops and sugar beet]. Kyiv, no. 2, «Duma», pp. 148–166.
- Kostohryz, L.A. (2010). Uspadkovuvannja formy koreneplodu u gibrydnyh roslyn burjakiv [Inheritance of root crop shape in hybrid beet plants]. Tsukrovi buryaky [Sugar beet], no. 5, pp. 5–6. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cb\\_2010\\_5\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cb_2010_5_3).
- Burenyn, V.Y., Pyvovarov, V.F. (1998). Svekla [Beet]. St. Petersburg, VYR, 215 p.
- Dankov, V.Ia. (2004). Morfologichni oznaky koreneplodu [Morphological features of root crops]. Osnovy buriakivnytstva ta nasinnnytstva [The basics of beet and seed production]. Chernivtsi, pp. 70–77.
- Mazlumov, A.L. (1926). O forme kornja saharnoj svekly [On the shape of the root of sugar beets]. Biuletен сахаротреста [Sugar Trust Bulletin], no. 11, pp. 8–42.
- Dubrovna, O.V., Lialko, I.I., Tyshchenko O.M. (2018). Produktyvnist' i kombinacijna zdattist' komponentiv cukrovo-kormovyh gibrydiv, prydatnyh dlja vyrobnyctva biopalyva. Kormy i kormovyrobnyctvo [Productivity and combining ability of components of sugar-fodder hybrids suitable for biofuel production]. Kormy i kormovyrobnyctvo. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk [Feed and feed production. Interagency thematic scientific collection]. Vinnytsia, no. 86, pp. 67–70.
- Metodika issledovanij po saharnoj svekly [Research methodology for sugar beets]. Kyiv, VNIS, 1988, 292 p.
- Dubrovna, O.V., Lialko, I.I., Tyshchenko, O.M. (2010). Genetics of qualitative characteristics of beets [Genetics of qualitative characteristics of beets]. Kyiv, Lotos, 246 p.
- Kostohryz L.A. (2010). Dobir za morfologichniy oznakamy dlja stvorennja vyhidnyh materialiv cukrovih burjakiv z okrugloju formoju koreneplodu: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.01.05 [Selection of morphological features for the creation of raw materials of sugar beet with rounded root form: avtoref. diss. Cand. of Agricultural Sciences: 06.01.05]. Kyiv, 19 p.

**Селекция по усовершенствованию формы корнеплода сахарной свеклы****Кротюк Л.А., Дубчак О.В., Андреева Л.С., Корнеева М.О.**

Целью исследования было создание новых исходных материалов свеклы с улучшенной овально-конической формой корнеплода, большей массой и содержанием сахара для формирования высокоурожайных гибридов. По результатам исследований по улучшению формы корнеплодов путем гибридизации сахарной свеклы с кормовой доказано, что кормовая в одинаковых агроклиматических условиях может вдвое превышать сахарную по урожайности. Для передачи признака «форма корнеплода» недостаточно одного скрещивания с растениями-носителями генов, которые контролируют округлость формы, поскольку отбор растений в F<sub>2</sub> не превышает 3 %, поэтому необходимо проводить дополнительные бекросные скрещивания. Приведена оценка исходных форм свеклы по элементам продуктивности для гибридизации: урожайность образцов-реципиентов сахарной свеклы составляла 39,7–51,1 т/га, донора сорта кормовой свеклы – 60,5 т/га. У гибридных потомствах корнеплоды по форме варьировали от веретенообразной до овально-конической. Отобраны образцы овально- и ширококонической формы, которые превышали по продуктивности исходные формы: по урожайности на 3,2–20,8 %, по сахаристости – на 1,0–3,5 %. Обращая внимание на то, что разные формы корнеплодов свеклы отличаются между собой за продуктивностью, есть необходимость передать скрещиваниями форму корнеплодов от кормовой как более урожайной к сахарной свекле. Отмечено, что образец В11360<sub>68</sub>/Биамьяра F<sub>2</sub> с наивысшей массой корнеплода (780 г) имел наивысшую площадь листовой поверхности – 1,2 м<sup>2</sup>. Урожайность составила 104,8 и 103,5 % по содержанию сахара от исходной формы. Во втором поколении получено от 45,5 до 59,0 % корнеплодов свеклы с овально- и ширококонической формой и повышенной на 3,2–20,8 % урожайностью по сравнению с исходными формами. Коллекция селекционных материалов ВОСС пополнено гибридным образцом овально-конической и тремя образцами ширококонической формы с гладкой поверхностью корнеплодов, которые характеризовались менее выраженной ортоотстойкой и высокой массой корнеплодов.

**Ключевые слова:** сахарная свекла, кормовая свекла, урожайность, форма корнеплода, скрещивание, отбор.

**Selection on improvement of the sugar beet root form****Krotiyuk L., Dubchak O., Andrieieva L., Kornieieva M.**

The aim of the study was to create new starting materials of beets with improved oval conical root form, higher weight and sugar content to get high yielding hybrids. Based on the results of the research on root beet form improvement by hybridization of sugar beet root with fodder beet it was proven that the fodder beet can exceed sugar beet on productivity twice under identical agro climatic conditions. To transmit the root-shaped trait, it is not enough to have one crossing with the plants-carriers of the genes controlling the roundness of the form, since the selection of plants in F2 does not exceed 3 % and thus additional cross-breeding is necessary. The estimation of initial forms of beets according to the productivity elements for hybridization is given in the article (the yield of sugar beets recipients samples made 39.7–51.1 t/ha, that of donor of the feed beet variety made 60.5 t/ha). In the hybrid offspring, root crops varied in shape from a spindle-shaped to an oval-conical. Root crops of hybrid specimens of oval and wide-conical shapes were selected, which outweighed the initial forms by productivity: yields – by 3.2–20.8 %, sugar content – by 1.0–3.5 %. Due to the fact that different forms of beets root crops differ in productivity, it is necessary to transfer the form of root crops from fodder beet as more productive to sugar beet. It was noted that sample B11360-68 / Biamara F2 with the highest root mass (780 g) had the highest leaf area of 1.2 m<sup>2</sup>. The yields made 104.8 % and 103.5 %, respectively by sugar content of the original form. In the second generation we obtained 45.5–59.0 % of root beets with oval and wide-conical shapes and increased by 3.2–20.8 % yield compared to the original forms. The collection of breeding materials of Verkhnyatskiy RSS was supplemented by an oval-conical hybrid specimen and three broad-conical specimens with a smooth root surface that had a less pronounced orthostich and had a high root mass.

**Key words:** sugar beet, fodder beet, productivity, beet root form, crossing, selection.

*Надійшла 23.09.2019 р.*

УДК 631.512:631.452 (477.6)

МЕДВЕДСВ Е.Б.

*Луганський інститут агропромислового виробництва НААН України***ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ЧОРНОЗЕМУ ЗВИЧАЙНОГО  
ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ ЙОГО ОБРОБІТКУ І ДОБРІВ  
В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

Останнім часом в Україні набувають поширення негативні процеси, пов'язані з загостренням економічної ситуації, стрімким зростанням цін на мінеральні добрива і обмеженням їх використання, скороченням обсягів внесення традиційних органічних добрив, заміною енерговитратних традиційних систем обробітку ґрунту на безполіцеві та інші ресурсозберігаючі. Як наслідок відбувається втрата родючості ґрунту. До цього слід додати глобальні зміни клімату, які безпосередньо впливають на рослинність, ґрунтоутворні процеси і на умови вирощування сільськогосподарських культур.

Тому виникає необхідність у більш детальному вивченні впливу різних систем обробітку і добрив на родючість ґрунту для попередження негативних процесів у ньому і розробки заходів з адаптації землеробства відповідно до кліматичних і соціально-економічних реалій.

Метою досліджень було вивчення впливу способів основного обробітку та добрив на показники родючості чорнозему звичайного в ланці польової зерно-паро-просапної сівозміни: пшениця озима по кукурудзі МВС (молочно-воскова стиглість) – горох на зерно – пшениця озима в умовах Північного Степу України для попередження негативних явищ, пов'язаних із сучасними процесами ґрунтоутворення, і, в подальшому, розробки науково обґрунтованих рекомендацій по вирощуванню цих культур в нових соціально-економічних та кліматичних умовах.

Встановлено тенденцію до збільшення вмісту нітратного азоту, рухомого фосфору та обмінного калію у шарі ґрунту 0–30 см на варіантах із безполіцевим розпушуванням при застосуванні добрив у порівнянні з оранкою. Це пояснюється, імовірно, тим, що при такому обробітку складаються більш сприятливі умови для процесів мінералізації і збагачування ґрунту цими елементами в поверхневій частині орного шару, у якій зосереджуються рослинні рештки і добрива.

Способи обробітку ґрунту впливали на розподіл рухомого фосфору й обмінного калію по його профілю. За оранкою вони розподілялися більш рівномірно. При безполіцевому обробітку суттєва їх частина розташовувалась у верхній його частині. На розподіл поживних речовин в орному шарі ґрунту і досліджувані показники його родючості певним чином впливала фонові оранка під кукурудзу в сівозміні.

Добрива сприяли зростанню кількості нітратного азоту, рухомого фосфору й обмінного калію в орному шарі ґрунту.

На поживний режим чорнозему впливали посушливі умови років досліджень, які уповільнювали хімічні та мікробіологічні процеси в ньому.

За отриманими результатами слід зробити висновки, що досліджувані способи обробітку чорнозему звичайного важкосуглинкового в ланці польової зерно-паро-просапної сівозміни: пшениця озима по кукурудзі МВС – горох на зерно – пшениця озима на фоні поліцевої оранки під кукурудзу в умовах Північного Степу України по-різному впливають на його поживний режим.

Обробіток, заснований на безполіцевому розпушуванні, поліпшує агрохімічні показники орного шару, сприяє зростанню кількості нітратного азоту, рухомого фосфору й обмінного калію в шарі ґрунту 0–30 см у порівнянні з оранкою. Фонові оранка під кукурудзу в сівозміні зменшує різку диференціацію за елементами живлення по профілю ґрунту. Застосування мінеральних добрив (рекомендовані в регіоні: під горох –  $N_{45}P_{35}K_{15}$ , пшеницю озиму –  $N_{60}P_{60}K_{30}$ ; розраховані на запланований урожай відповідно –  $N_{50}P_{30}K_{20}$  і  $N_{90}P_{80}K_{70}$ ) сприяє зростанню вмісту нітратного азоту, рухомого фосфору та обмінного калію в шарі 0–30 см на досліджуваних варіантах і підвищенню продуктивності культур. Зміни агрохімічних показників ґрунту не зумовлювали появу суттєвої різниці в їх врожаї на варіантах обробітку.

**Ключові слова:** ґрунт, обробіток, добрива, нітратний азот, рухомий фосфор, обмінний калій, сівозміна.

**doi:** 10.33245/2310-9270-2019-153-2-21-32

**Постановка проблеми.** Обробіток ґрунту є суттєвими чинником, який впливає на розподіл елементів живлення у профілі оброблюваного шару. Різна позиція їх розміщення визначає відмінності у використанні сільськогосподарськими культурами [1].

В умовах недостатнього зволоження та значних змін клімату, загострення енергетичної ситуації в країні і заміни традиційних систем землеробства на менш енерговитратні, особливого значення набуває удосконалення елементів технології вирощування культур, зокрема обробітку ґрунту та добрив, які повинні бути направлені на накопичення і раціональне використання елементів живлення.

**Аналіз останніх досліджень.** Результати наукових досліджень у Степу України свідчать про неоднозначний вплив способів обробітку ґрунту та добрив на його поживний режим.

У деяких з них відмічається його покращення в орному шарі при застосуванні безполицевого обробітку в порівнянні з оранкою. Так, у дослідях Луганського державного аграрного університету на чорноземі звичайному важкосуглинковому малогумусному у 4-пільній польовій сівозміні безполицевий обробіток позитивно вплинув на його азотний режим [2].

В інших дослідях не виявлено різниці за показниками поживного режиму в ґрунті на варіантах полицевого і безполицевого обробітку. Про це свідчать науковці Кіровоградської сільськогосподарської дослідної станції [4], Таврійського державного АТУ [5], Луганського національного аграрного університету [6]. За даними наукових досліджень Запорізької державної сільськогосподарської дослідної станції [3], способи обробітку однаково впливали на азотний режим орного шару ґрунту. За даними Інституту сільського господарства степової зони НААН України [7], Інституту зернового господарства НААН України [8], Ізмаїльської дослідної станції [10] і даними інших дослідів Луганського НАУ [9], варіанти обробітку не відрізнялися за вмістом рухомих форм фосфору і калію.

Про перерозподіл рухомих форм фосфору і калію в орному шарі ґрунту при застосуванні безполицевого обробітку зі збільшенням їх у поверхневій його частині вказують М. І. Черячукін [4], В. М. Рибіна та ін. [6], нітратного азоту – О. А. Головань та ін. [3]. Відмічається також зростання цих елементів живлення в орному шарі від застосування туків [6, 7].

Є дослідження, у яких встановлено перевагу оранки над безполицевим обробітком ґрунту стосовно впливу на його азотний режим.

За даними Інституту зернового господарства Степу України, при оранці чистого пару в перші 63–80 діб парування вміст нітратного азоту був вище в порівнянні з безполицевим обробітком [8]. За дослідями Інституту сільського господарства степової зони НААН України [7], у посівах соняшника навесні вміст нітратного азоту був вище при застосуванні оранки завдяки зростанню мікробіологічної активності більш гомогенного за родючістю орного шару, збільшенню глибини локалізації туків та органічних речовин. Оранка сприяла посиленню мінералізації органічної речовини ґрунту і зростанню вмісту нітратного азоту також у дослідях Луганського національного аграрного університету [9] та Ізмаїльської дослідної станції, причому під впливом мінеральних добрив вміст нітратного азоту зростав, а його кількість з глибиною орного шару зменшувалася на всіх варіантах обробітку [10].

**Мета дослідження** – вивчення впливу способів основного обробітку та добрив на показники родючості чорнозему звичайного в ланці польової зерно-паро-просапної сівозміні: пшениця озима після кукурудзи МВС – горох на зерно – пшениця озима в умовах Північного Степу України для упередження негативних явищ, пов'язаних із сучасними процесами ґрунтоутворення, і, в подальшому, розробки науково обґрунтованих рекомендацій по вирощуванню цих культур відповідно до нових складних кліматичних та соціально-економічних умов.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили в лабораторії сівозмін і технології вирощування зернових культур Луганського інституту агропромислового виробництва НААН України (селище Металіст Луганської обл.) впродовж 2010–2012 років.

Польовий дослід закладали в 11-пільній польовій сівозміні: пар чорний – пшениця озима – кукурудза на зерно – ячмінь з підсівом еспарцету – еспарцет – пшениця озима – кукурудза МВС – пшениця озима – горох на зерно – пшениця озима – сояшник. Експериментальну частину роботи проводили в ланці: пшениця озима по кукурудзі МВС – горох – пшениця озима. Розміщення варіантів у дослідженнях – систематичне, повторність – триразова. Площа поля з варіантами обробітку ґрунту становила 0,34 га, з внесенням добрив – 187 і облікова – 119,6 м<sup>2</sup>.

Випробовували способи обробки ґрунту, засновані на полицевій оранці (варіант 1) і безполицевому розпушуванні (варіант 2) на фоні полицевої оранки під кукурудзу (табл. 1).

Під кукурудзу в обох варіантах обробітку проводили боронування БДТ-3,0 на 6–8 см і оранку на 25–27 см.

Дози добрив рекомендовані в умовах Луганської області: під горох – N<sub>45</sub>P<sub>35</sub>K<sub>15</sub>, пшеницю озиму – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub>; розраховані на запланований урожай – N<sub>50</sub>P<sub>30</sub>K<sub>20</sub> і N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>70</sub> відповідно. Дози на запланований урожай розраховували з урахуванням виносу поживних речовин

культурами і підвищення родючості ґрунту. Добрива вносили під основний обробіток розкідним способом.

Таблиця 1 – Системи основного обробітку ґрунту в досліді

Культура ланки сівозміни	Варіанти обробітку ґрунту	
	Варіант 1	Варіант 2
	Заходи обробітку і глибина	
Пшениця озима по кукурудзі МВС	Боронування БДТ-3,0 у два сліди на 6–8 і 8–10 см	Боронування БГ-3, культивация КПЕ-3,8 на 8–10 см
Горох	Боронування БДТ-3,0 на 6–8 см, оранка ПЛН-3-35 на 25–27 см	Боронування БГ-3, культивация КПЕ-3,8 на 8–10 см і КПГ-250 на 25–27 см
Пшениця озима по гороху	Боронування БДТ-3,0 на 6–8 см, оранка ПЛН-3-35 на 18–20 см	Боронування БГ-3, культивация КПГ-250 на 18–20 см

У ході досліджень спиралися на зональну агротехніку.

Досліди проводили відповідно до загальноприйнятої методики [11]. Показники родючості ґрунту визначали в Луганській зональній агрохімлабораторії: нітратний азот – методом Грандваль-Ляжу, рухомий фосфор та обмінний калій – по Мачигину [12].

Ґрунт дослідного поля – чорнозем звичайний слабоеродований важкосуглинковий на лесовидному суглинку з середнім умістом гумусу в шарі 0–30 см – 3,82 %.

Клімат району, де проводили дослідження, – континентальний, з частими вітрами східно-го напрямку і посушливо-суховійними явищами. Зими – нестійкі, з довгостроковими відлигами і мінливими температурами, літо – тепле, з нестійким зволоженням і посушливими періодами [13].

Погодні умови під час досліджень супроводжувалися несприятливими для сільськогосподарських культур явищами. Осінні періоди відзначалися теплим вереснем, потужними вітрами, нерівномірними і недостатніми опадами. Зими були вітряними, з чергуванням аномально холодних і теплих температур, з відлигами до повного відтавання ґрунту, нерівномірними опадами, що призводило до значного зменшення висоти снігового покриву і частої відсутності його на полях. Весняні періоди 2010–2012 рр. характеризувалися переважно низькими температурами на початку, з промерзанням ґрунту, іноді, до кінця квітня. Це призводило до того, що волога зі снігу й опадів майже не засвоювалася ґрунтом. Відмічали посушливі явища, які у 2010 р. стали проявлятися вже з кінця березня. Цьому сприяли нерівномірні, недостатні і часом короткотривалі опади, висока температура повітря, потужні вітри. Такі погодні явища були і в літні місяці, що істотно зменшувало ефективність опадів. Найбільш несприятливі погодні умови були в 2010 р., коли дефіцит вологи спостерігався впродовж усього періоду вегетації, а температура повітря у серпні підіймалася до позначки 42 °С (абсолютний максимум за останні 100 років).

**Результати дослідження та обговорення.** За результатами досліджень встановлено, що способи обробітку ґрунту і добрива впливали на його поживний режим. Відмічено тенденцію до збільшення вмісту нітратного азоту, рухомого фосфору та обмінного калію у шарі ґрунту 0–30 см на варіантах із безполицевим розпушуванням при застосуванні добрив у порівнянні з оранкою. Істотніше це спостерігалось навесні.

Різницю в кількості нітратного азоту на користь безполицевого обробітку спостерігали в посівах гороху і пшениці озимої по гороху майже у всі роки досліджень. Більшою вона була в посівах пшениці. Так, у середньому за роки досліджень вона складала навесні: варіант з рекомендованою нормою добрив – 0,67, з нормою на запланований урожай – 0,53 мг /100 г ґрунту, або, відповідно, 78 і 65 %. В цілому, по ланці сівозміни, в середньому за 2010–2012 роки, відповідно: 0,23 і 0,26 мг /100 г, або 28 і 28 % (табл. 2).

Збільшення кількості рухомого фосфору на варіантах із безполицевим обробітком у порівнянні з оранкою також встановлено у посівах цих двох культур і майже в ті ж самі терміни. Більш суттєво це спостерігалось на пшениці озимій по гороху. У середньому за роки досліджень різниця на користь безполицевого обробітку в посівах цієї культури навесні становила:

на варіанті з рекомендованою нормою добрив – 1,35, з нормою на запланований урожай – 2,15 мг /100 г, або, відповідно, 40 і 72 %, а в цілому по ланці сівозміни: 0,82 і 1,14 мг /100г, або 24 і 31 % відповідно (табл. 4).

Таблиця 2 – Вміст нітратного азоту у ґрунті навесні, мг /100 г

Варіант		Шар ґрунту, см	Пшениця озима по кукурудзі				Горох				Пшениця озима по гороху				Середнє по ланці
A*	B*		2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	
Полицевий	1*	0–10	1,8	0,5	0,03	0,78	0,9	0,7	0,4	0,67	1,0	0,6	0,2	0,60	0,68
		10–20	0,8	0,4	0,1	0,43	0,8	0,6	0,3	0,57	0,7	0,5	0,3	0,50	0,50
		20–30	0,6	0,4	0,04	0,35	0,8	0,5	0,4	0,57	0,5	0,4	0,3	0,40	0,44
		0–30	1,06	0,43	0,06	0,52	0,83	0,60	0,36	0,60	0,73	0,50	0,26	0,50	0,54
	2*	0–10	2,8	0,6	0,1	1,17	0,8	0,7	0,5	0,67	1,0	0,5	0,5	0,67	0,84
		10–20	1,2	0,6	0,1	0,63	0,7	1,2	1,2	1,03	1,6	0,5	0,3	0,80	0,82
		20–30	0,6	0,4	0,1	0,37	0,7	1,3	0,8	0,93	2,4	0,4	0,4	1,07	0,79
		0–30	1,53	0,53	0,1	0,72	0,73	1,06	0,83	0,88	1,66	0,46	0,40	0,84	0,82
	3*	0–10	1,8	1,0	0,7	1,17	1,0	0,8	1,2	1,00	1,3	0,6	0,07	0,66	0,94
		10–20	1,5	0,8	0,5	0,93	0,9	0,6	1,6	1,03	1,3	0,9	0,2	0,80	0,92
		20–30	0,9	0,4	1,0	0,77	0,6	0,5	1,8	0,97	0,7	1,0	1,3	1,00	0,91
		0–30	1,40	0,73	0,73	0,95	0,83	0,63	1,53	1,00	1,10	0,83	0,52	0,82	0,92
Безполицевий	1	0–10	0,7	0,5	0,2	0,47	0,6	0,6	0,5	0,57	0,9	0,8	0,2	0,63	0,56
		10–20	0,9	0,4	0,1	0,47	0,5	0,4	0,4	0,43	0,7	0,6	0,2	0,50	0,47
		20–30	0,7	0,3	0,1	0,37	0,5	0,4	0,4	0,43	0,4	0,9	0,1	0,47	0,42
		0–30	0,76	0,40	0,13	0,43	0,53	0,46	0,43	0,47	0,66	0,76	0,16	0,53	0,48
	2	0–10	2,3	0,5	0,1	0,97	0,5	1,2	0,7	0,80	2,8	0,9	0,4	1,37	1,05
		10–20	1,0	0,4	0,2	0,54	1,6	0,5	0,8	0,97	2,7	0,7	0,6	1,33	0,95
		20–30	0,9	0,3	0,7	0,63	0,6	0,4	2,0	1,00	3,4	0,6	1,5	1,83	1,15
		0–30	1,40	0,40	0,33	0,71	0,90	0,70	1,16	0,92	2,97	0,73	0,83	1,51	1,05
	3	0–10	1,4	2,5	0,3	1,40	2,1	0,6	1,2	1,30	1,6	1,4	0,3	1,10	1,27
		10–20	0,9	1,2	0,5	0,87	0,8	0,7	2,1	1,20	1,5	1,7	1,5	1,57	1,21
		20–30	0,5	0,6	1,2	0,77	0,9	0,6	1,6	1,03	0,7	1,0	2,4	1,37	1,06
		0–30	0,93	1,43	0,66	1,01	1,27	0,63	1,63	1,18	1,27	1,37	1,40	1,35	1,18

Примітки: А\* – обробіток ґрунту; Б\* – добрива;

1\* – без добрив; 2\* – з рекомендованою нормою; 3\* – з нормою на запланований урожай.

Перевагу в наявності обмінного калію на варіантах із безполицевим розпушуванням в шарі ґрунту 0–30 см спостерігали в посівах усіх культур ланки сівозміни майже у всі роки досліджень. Різниця на користь цього способу обробітку в порівнянні з оранкою у середньому за 2010–2012 роки становила навесні: озима пшениця по кукурудзі МВС: варіант із рекомендованою нормою добрив – 6,16, з нормою на запланований урожай – 9,76 мг /100 г, або, відповідно, 18 і 26 %; горох: 2,57 і 6,62 мг /100 г, або 8 і 22% відповідно; пшениця озима по гороху: 3,5 і 5,99 мг /100 г, або 10 і 17 % відповідно. По ланці сівозміни: відповідно 4,08 і 7,46 мг /100 г, або 12 і 22 % (табл. 6).

На варіантах без застосування добрив чіткої переваги того чи іншого способу обробітку ґрунту за вмістом вказаних елементів у шарі 0–30 см не встановлено.

Добрива сприяли зростанню кількості нітратного азоту, рухомого фосфору й обмінного калію в орному шарі в посівах усіх культур ланки сівозміни майже у всі роки досліджень, причому збільшення їх дози, зазвичай, зумовлювало підвищення вмісту цих елементів у ґрунті.

На поживний режим чорнозему впливали посушливі умови років досліджень, які уповільнювали хімічні і мікробіологічні процеси в ньому.



Таблиця 3 – Вміст нітратного азоту у ґрунті перед збиранням урожаю, мг /100 г

Варіант		Шар ґрунту, см	Пшениця озима по кукурудзі				Горох				Пшениця озима по гороху				Середнє по ланці
А*	Б*		2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	
Полицей	1*	0–10	0,8	0,2	0,3	0,43	0,9	0,6	0,7	0,73	0,6	0,2	0,7	0,50	0,55
		10–20	0,5	0,3	0,3	0,37	0,6	0,9	0,7	0,73	0,7	0,2	0,8	0,57	0,56
		20–30	0,2	0,3	0,3	0,27	0,6	0,5	0,6	0,57	0,2	0,4	0,8	0,47	0,44
		0–30	0,50	0,27	0,30	0,36	0,70	0,66	0,66	0,67	0,50	0,26	0,76	0,51	0,51
	2*	0–10	3,0	0,2	0,4	1,20	1,6	0,7	0,7	1,00	1,6	0,6	1,1	1,10	1,10
		10–20	2,0	0,4	0,4	0,93	0,8	1,0	0,9	0,90	1,5	0,2	0,8	0,83	0,89
		20–30	0,9	0,4	0,4	0,57	0,6	0,5	0,5	0,53	0,6	0,2	0,8	0,53	0,54
		0–30	1,97	0,33	0,40	0,90	1,00	0,73	0,70	0,81	1,23	0,33	0,90	0,82	0,84
	3*	0–10	1,6	0,5	1,2	1,10	1,6	0,9	0,7	1,07	1,3	0,2	1,2	0,90	1,02
		10–20	1,4	0,7	0,6	0,90	1,2	1,0	1,0	1,07	1,0	0,6	1,1	0,90	0,96
		20–30	0,5	0,8	0,6	0,63	0,4	0,6	0,9	0,63	0,2	0,2	0,9	0,43	0,56
		0–30	1,16	0,66	0,80	0,88	1,06	0,83	0,86	0,92	0,83	0,33	1,07	0,74	0,85
Безполицей	1	0–10	0,8	0,2	0,4	0,47	0,6	0,6	0,5	0,57	0,4	0,2	0,8	0,47	0,50
		10–20	0,4	0,4	0,6	0,47	0,5	1,0	0,4	0,63	0,4	0,7	0,8	0,63	0,58
		20–30	0,3	1,3	0,6	0,73	0,2	0,3	0,5	0,33	1,1	0,5	0,6	0,73	0,60
		0–30	0,50	0,63	0,53	0,55	0,43	0,63	0,46	0,51	0,63	0,47	0,73	0,61	0,56
	2	0–10	1,0	0,4	0,7	0,70	0,9	1,0	0,9	0,93	2,1	0,3	1,5	1,30	0,98
		10–20	0,8	0,6	0,8	0,73	1,2	0,8	0,5	0,83	1,5	0,2	1,1	0,93	0,83
		20–30	0,4	0,2	0,8	0,47	1,0	0,4	0,5	0,63	1,5	0,2	1,3	1,00	0,70
		0–30	0,73	0,40	0,76	0,63	1,03	0,73	0,63	0,80	1,70	0,23	1,30	1,08	0,84
	3	0–10	0,7	0,7	0,8	0,73	1,4	0,8	1,4	1,20	0,9	0,4	1,9	1,07	1,00
		10–20	1,0	0,8	1,2	1,00	1,0	1,0	1,1	1,03	1,0	0,3	1,3	0,87	0,97
		20–30	0,6	0,6	0,7	0,63	1,0	0,3	0,9	0,73	0,7	0,1	1,4	0,73	0,70
		0–30	0,76	0,70	0,90	0,79	1,13	0,70	1,13	0,99	0,87	0,27	1,53	0,89	0,89

Примітки: А\* – обробіток ґрунту; Б\* – добрива;

1\* – без добрив; 2\* – з рекомендованою нормою; 3\* – з нормою на запланований урожай.

Способи обробітку ґрунту впливали на розподіл рухомого фосфору й обмінного калію по його профілю. За оранкою вони розподілялися більш рівномірно. При безполицевому обробітку суттєва їх частина розташовувалась у верхній його частині. Чіткої різниці по розподілу нітратного азоту в шарі ґрунту 0–30 см на варіантах його обробітку не встановлено, що пояснюється здатністю нітратів до рухливості та денітрифікації [14].

На розподіл поживних речовин в орному шарі ґрунту і досліджувані показники його родючості певним чином впливала фонові оранка під кукурудзу в сівозміні і подальший поверхневий обробіток під пшеницю озиму на всіх варіантах досліджу.

Тенденцію до зростання кількості нітратного азоту, рухомого фосфору й обмінного калію навесні при безполицевому обробітку в порівнянні з оранкою можна пояснити тим, що на цей час склалися більш сприятливі умови для процесів мінералізації і збагачування ґрунту цими елементами в поверхневій частині орного шару, у якій були зосереджені рослинні рештки і добрива. На це вказують і інші дослідники [14, 15, 16, 17].

До збирання врожаю ця різниця на варіантах досліджу істотно зменшувалася, а за вмістом азоту практично нівелювалася, завдяки споживанню цих елементів рослинами і зниженню активності ґрунтових процесів у поверхневому шарі ґрунту протягом їх вегетації (табл. 3, 5, 7).

Таблиця 4 – Вміст рухомого фосфору у ґрунті навесні, мг /100 г

Варіант		Шар ґрунту, см	Пшениця озима по кукурудзі				Горох				Пшениця озима по гороху				Середнє по ланці
А*	Б*		2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	
Полицевий	1*	0–10	2,6	1,8	0,9	1,77	3,1	1,3	1,4	1,93	4,0	1,4	0,8	2,07	1,92
		10–20	1,7	1,8	0,7	1,40	4,0	1,6	1,4	2,33	6,1	1,2	0,7	2,67	2,13
		20–30	1,2	1,8	0,9	1,30	2,0	1,9	1,1	1,67	4,0	0,7	0,6	1,77	1,58
		0–30	1,83	1,80	0,83	1,49	3,03	1,60	1,30	1,98	4,70	1,10	0,70	2,17	1,88
	2*	0–10	6,1	2,7	3,7	4,17	2,9	2,6	2,9	2,80	3,1	3,2	3,4	3,23	3,40
		10–20	5,4	3,1	2,5	3,67	3,6	3,9	2,9	3,47	7,0	3,0	3,4	4,47	3,87
		20–30	5,0	1,6	2,3	2,97	2,2	3,8	2,4	2,80	3,1	1,5	3,1	2,57	2,78
		0–30	5,50	2,47	2,83	3,60	2,90	3,43	2,73	3,02	4,40	2,57	3,30	3,42	3,35
	3*	0–10	6,4	4,8	5,4	5,53	3,1	2,2	4,5	3,27	2,9	3,2	4,2	3,43	4,08
		10–20	5,4	4,3	4,9	4,87	4,0	2,9	4,2	3,70	2,5	1,7	3,3	2,50	3,69
		20–30	4,4	2,8	2,5	3,23	3,0	2,6	3,9	3,17	2,4	2,4	4,1	2,97	3,12
		0–30	5,40	3,97	4,27	4,54	3,37	2,57	4,20	3,38	2,60	2,43	3,87	2,97	3,63
Безполицевий	1	0–10	2,6	1,3	1,2	1,70	1,8	1,4	1,5	1,57	2,2	1,3	1,0	1,50	1,59
		10–20	2,4	2,4	1,0	1,93	2,0	1,3	1,4	1,57	2,3	1,3	1,0	1,53	1,68
		20–30	1,9	1,4	1,0	1,43	1,4	0,6	1,0	1,00	1,6	0,8	0,7	1,03	1,15
		0–30	2,30	1,70	1,07	1,69	1,73	1,10	1,30	1,38	2,03	1,13	0,9	1,35	1,47
	2	0–10	5,9	4,0	3,0	4,30	6,8	3,0	2,7	4,17	7,6	4,2	4,2	5,33	4,60
		10–20	7,0	3,2	3,1	4,43	5,7	3,6	2,2	3,83	9,0	2,7	2,6	4,77	4,34
		20–30	6,5	2,0	4,5	4,33	2,9	2,4	1,1	2,13	7,6	1,2	3,8	4,20	3,55
		0–30	6,47	3,07	3,53	4,35	5,13	3,00	2,00	3,38	8,07	2,70	3,53	4,77	4,17
	3	0–10	6,1	5,7	4,3	5,37	6,6	5,9	6,5	6,33	7,8	4,8	5,3	5,97	5,89
		10–20	6,2	5,6	3,1	4,97	5,4	4,6	5,5	5,13	6,1	4,7	6,5	5,77	5,29
		20–30	2,9	3,5	2,0	2,80	2,9	3,4	2,5	2,93	2,8	5,0	3,1	3,63	3,12
		0–30	5,07	4,93	3,13	4,38	4,97	4,63	4,83	4,80	5,57	4,83	4,97	5,12	4,77

Примітки: А\* – обробіток ґрунту; Б\* – добрива;

1\* – без добрив; 2\* – з рекомендованою нормою; 3\* – з нормою на запланований урожай.

Таблиця 5 – Вміст рухомого фосфору у ґрунті перед збиранням урожаю, мг /100 г

Варіант		Шар ґрунту, см	Пшениця озима по кукурудзі				Горох				Пшениця озима по гороху				Середнє по ланці
А*	Б*		2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	
Полицевий	1*	0–10	2,4	1,5	0,8	1,57	2,0	1,2	1,0	1,40	2,9	0,6	0,6	1,37	1,45
		10–20	1,8	1,4	0,4	1,20	1,9	1,3	1,0	1,40	2,8	0,6	0,7	1,37	1,32
		20–30	1,6	0,7	0,4	0,90	1,2	1,0	1,0	1,07	1,6	0,3	1,1	1,00	0,99
		0–30	1,93	1,20	0,53	1,22	1,70	1,17	1,00	1,29	2,43	0,50	0,80	1,25	1,24
	2*	0–10	7,4	3,1	1,9	4,13	6,3	2,0	1,7	3,33	7,0	1,3	2,9	3,73	3,73
		10–20	6,2	3,4	3,1	4,27	7,0	2,8	2,3	4,03	7,0	1,3	2,1	3,47	3,92
		20–30	4,4	1,7	0,9	2,33	6,6	2,6	2,2	3,80	4,3	0,4	2,4	2,37	2,83
		0–30	6,00	2,73	1,97	3,57	6,63	2,47	2,07	3,72	6,10	1,00	2,47	3,19	3,49
	3*	0–10	10,0	3,5	4,3	5,93	3,8	3,0	3,0	3,27	5,9	1,9	6,5	4,77	4,66
		10–20	8,2	4,1	3,2	5,17	5,0	3,3	2,8	3,70	6,3	2,4	4,3	4,33	4,40
		20–30	6,1	3,3	2,6	4,00	4,2	3,7	2,0	3,30	4,6	1,2	4,0	3,27	3,52
		0–30	8,10	3,63	3,37	5,03	4,33	3,33	2,60	3,42	5,60	1,83	4,93	4,12	4,19
Безполицевий	1	0–10	2,8	1,7	0,7	1,73	2,8	2,1	1,1	2,00	2,6	0,6	1,1	1,43	1,72
		10–20	1,8	1,3	0,6	1,23	1,8	1,6	1,0	1,47	2,0	0,3	0,7	1,00	1,23
		20–30	1,9	0,7	0,6	1,07	1,2	1,4	0,9	1,17	1,4	0,3	0,7	0,80	1,01
		0–30	2,17	1,23	0,63	1,34	1,93	1,70	1,00	1,54	2,00	0,40	0,83	1,08	1,32
	2	0–10	5,7	3,6	3,6	4,30	5,2	4,0	5,0	4,73	7,6	3,6	5,1	5,43	4,82
		10–20	6,3	2,9	2,0	3,73	7,0	4,9	1,5	4,47	7,2	1,3	3,7	4,07	4,09
		20–30	4,2	0,6	1,7	2,17	3,4	2,5	1,3	2,40	3,8	0,4	3,6	2,60	2,39
		0–30	5,40	2,37	2,43	3,40	5,20	3,80	2,60	3,87	6,20	1,77	4,13	4,03	3,77
	3	0–10	7,2	4,1	3,2	4,83	6,4	3,4	2,6	4,13	7,8	5,5	5,3	6,20	5,05
		10–20	8,2	5,0	2,0	5,07	5,8	4,1	2,5	4,13	6,3	2,7	5,2	4,73	4,64
		20–30	5,9	2,5	3,1	3,83	3,4	1,8	2,4	2,53	5,2	0,8	5,1	3,70	3,35
		0–30	7,10	3,87	2,77	4,58	5,20	3,10	2,50	3,60	6,43	3,00	5,20	4,88	4,35

Примітки: А\* – обробіток ґрунту; Б\* – добрива;

1\* – без добрив; 2\* – з рекомендованою нормою; 3\* – з нормою на запланований урожай.

Таблиця 6 – Вміст обмінного калію у ґрунті навесні, мг /100 г

Варіант		Шар ґрунту, см	Пшениця озима по кукурудзі				Горох				Пшениця озима по гороху				Середнє по ланці
А*	Б*		2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	
Полицевий	1*	0–10	33,6	32,0	24,2	29,93	24,4	30,4	24,2	26,33	28,6	36,2	29,8	31,53	29,26
		10–20	36,0	34,0	24,2	31,40	27,4	32,0	26,0	28,47	33,2	35,6	29,8	32,87	30,91
		20–30	31,6	32,6	23,0	29,07	26,0	35,6	25,4	29,00	29,2	30,4	29,8	29,80	29,29
		0–30	33,73	32,87	23,80	30,13	25,93	32,67	25,20	27,93	30,33	34,07	29,80	31,40	29,82
	2*	0–10	30,8	38,8	30,5	33,37	24,4	36,2	24,8	28,47	30,8	39,2	37,6	35,87	32,57
		10–20	33,6	41,0	26,9	33,83	30,0	49,6	26,6	35,40	34,2	38,5	37,6	36,77	35,33
		20–30	37,8	36,8	27,2	33,93	25,8	46,6	25,1	32,50	36,6	31,1	36,3	34,67	33,70
		0–30	34,07	38,87	28,20	33,71	26,73	44,13	25,50	32,12	33,87	36,27	37,17	35,77	33,87
	3*	0–10	56,6	46,0	35,0	45,87	24,4	32,0	31,4	29,27	32,0	39,2	37,9	36,37	37,17
		10–20	37,0	42,5	34,4	37,97	27,2	33,0	31,8	30,67	35,0	42,2	33,7	36,97	35,20
		20–30	32,6	32,6	26,6	30,60	27,8	30,4	28,8	29,00	32,0	37,0	35,0	34,67	31,42
		0–30	42,07	40,37	32,00	38,15	26,47	31,80	30,67	29,65	33,00	39,47	35,53	36,00	34,60
Безполцевий	1	0–10	32,8	36,8	26,3	31,97	31,6	29,6	28,0	29,73	32,0	39,2	28,0	33,07	31,59
		10–20	34,2	31,0	25,4	30,20	32,6	29,3	27,2	29,70	31,6	37,0	29,1	32,57	30,82
		20–30	30,0	34,6	24,8	29,80	25,0	27,5	23,0	25,17	30,8	32,0	27,2	30,00	28,32
		0–30	32,33	34,13	25,50	30,65	29,73	28,80	26,07	28,20	31,47	36,07	28,10	31,88	30,24
	2	0–10	46,6	41,0	33,7	40,43	40,0	43,0	27,2	36,73	45,8	48,0	45,7	46,50	41,22
		10–20	44,0	41,8	35,0	40,27	40,0	42,6	27,2	36,60	40,4	34,8	40,0	38,40	38,42
		20–30	40,4	37,0	39,3	38,90	33,2	34,8	24,2	30,73	36,6	27,5	34,7	32,93	34,19
		0–30	43,67	39,93	36,00	39,87	37,73	40,13	26,20	34,69	40,93	36,77	40,13	39,28	37,95
	3	0–10	54,2	75,0	32,4	53,87	39,2	39,2	43,1	40,50	50,8	49,6	42,4	47,60	47,32
		10–20	27,4	80,0	31,8	46,40	36,6	35,6	37,6	36,60	42,4	46,6	43,4	44,13	42,38
		20–30	28,6	73,3	28,5	43,47	30,0	34,0	31,1	31,70	34,2	34,8	33,7	34,23	36,47
		0–30	36,73	76,10	30,90	47,91	35,27	36,27	37,27	36,27	42,47	43,67	39,83	41,99	42,06

Примітки: А\* – обробіток ґрунту; Б\* – добрива;

1\* – без добрив; 2\* – з рекомендованою нормою; 3\* – з нормою на запланований урожай.

Таблиця 7 – Вміст обмінного калію у ґрунті перед збиранням урожаю, мг /100 г

Варіант		Шар ґрунту, см	Пшениця озима по кукурудзі				Горох				Пшениця озима по гороху				Середнє по ланці
А*	Б*		2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	2010 рік	2011 рік	2012 рік	Середнє	
Полицевий	1*	0–10	36,0	31,0	25,7	30,9	33,6	29,0	27,0	29,87	34,2	31,0	30,0	31,73	30,83
		10–20	31,6	31,5	24,9	29,33	35,2	31,1	26,4	30,90	33,2	32,0	29,5	31,57	30,60
		20–30	32,0	27,0	24,5	27,83	27,4	29,0	27,6	28,00	28,6	28,8	31,6	29,67	28,50
		0–30	33,20	29,83	25,03	29,35	32,07	29,70	27,00	29,59	32,00	30,60	30,37	30,99	29,98
	2*	0–10	63,8	34,3	32,5	43,53	44,0	35,6	32,5	37,37	31,6	31,0	45,6	36,07	38,99
		10–20	44,0	41,0	33,8	39,60	42,8	39,2	32,5	38,17	32,6	34,0	35,6	34,07	37,28
		20–30	38,4	31,0	23,9	31,10	32,6	32,6	32,5	32,57	33,6	25,7	37,0	32,10	31,92
		0–30	48,73	35,43	30,07	38,08	39,80	35,80	32,50	36,03	32,60	30,23	39,40	34,08	36,06
	3*	0–10	46,6	38,1	37,0	40,57	28,6	35,6	36,2	33,47	35,2	30,4	51,3	38,97	37,67
		10–20	31,6	45,0	31,6	36,07	37,4	40,0	37,6	38,33	33,2	37,4	42,0	37,53	37,31
		20–30	38,4	41,0	36,2	38,53	32,0	37,6	31,6	33,73	28,6	29,8	36,4	31,60	34,62
		0–30	38,87	41,37	34,93	38,39	32,67	37,73	35,13	35,18	32,33	32,53	43,23	36,03	36,53
Безполицевий	1	0–10	32,0	41,0	24,5	32,50	32,0	32,0	30,8	31,60	32,0	34,0	31,6	32,53	32,21
		10–20	33,6	36,8	24,5	31,63	30,0	34,8	30,0	31,60	30,0	32,0	28,8	30,27	31,17
		20–30	30,0	32,0	24,9	28,97	27,4	31,1	28,1	28,87	26,0	28,4	37,5	30,63	29,49
		0–30	31,87	36,60	24,63	31,03	29,80	32,63	29,63	30,69	29,33	31,47	32,63	31,14	30,96
	2	0–10	35,0	34,0	32,0	33,67	46,0	49,2	45,0	46,73	39,2	42,6	55,5	45,77	42,06
		10–20	40,4	38,8	30,0	36,40	46,0	48,0	32,5	42,17	36,0	31,0	43,8	36,93	38,50
		20–30	35,2	28,4	30,0	31,20	37,0	34,0	29,5	33,50	30,0	28,4	45,0	34,47	33,06
		0–30	36,87	33,73	30,67	33,76	43,00	43,73	35,67	40,80	35,07	34,00	48,10	39,06	37,87
	3	0–10	39,2	42,9	40,0	40,70	47,8	39,2	49,4	45,47	36,6	69,0	56,4	54,00	46,72
		10–20	31,6	46,6	37,0	38,40	38,6	37,6	41,2	39,13	33,2	37,4	45,6	38,73	38,75
		20–30	32,0	37,5	38,1	35,87	27,4	26,8	36,3	30,17	30,0	28,4	42,0	33,47	33,17
		0–30	34,27	42,33	38,37	38,32	37,93	34,53	42,30	38,26	33,27	44,93	48,00	42,07	39,55

Примітки: А\* – обробіток ґрунту; Б\* – добрива;

1\* – без добрив; 2\* – з рекомендованою нормою; 3\* – з нормою на запланований урожай.

Зміни агрохімічних показників у ґрунті в посівах культур ланки сівозміни не зумовлювали суттєвої різниці в їх урожаї на варіантах обробітку. Натомість, зростання кількості поживних речовин під впливом застосовуваних у досліді добрив сприяло підвищенню продуктивності досліджуваних культур [18].

**Висновки.** Досліджувані способи обробітку чорнозему звичайного малогумусного важко-суглинкового в ланці зерно-паро-просапної сівозміни: пшениця озима по кукурудзі МВС – горох – пшениця озима на фоні полицевої оранки під кукурудзу в умовах Північного Степу України по-різному впливають на його поживний режим. Обробіток, заснований на безполицевому розпушуванні, поліпшує агрохімічні показники орного шару, сприяє зростанню кількості нітратного азоту, рухомого фосфору й обмінного калію в шарі ґрунту 0–30 см в порівнянні з оранкою. Фонова оранка під кукурудзу в сівозміні зменшувала різку диференціацію за елементами живлення по профілю ґрунту. Застосування мінеральних добрив сприяло зростанню вмісту елементів живлення в шарі 0–30 см на досліджуваних варіантах і підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур. Зміни агрохімічних показників ґрунту не зумовлювали появу суттєвої різниці в їх урожаї на варіантах обробітку.

Враховуючи те, що посушливі умови років досліджень уповільнювали хімічні та мікробіологічні процеси у ґрунті, для отримання інформації по впливу цих способів обробітку і добрив на його поживний режим у більш сприятливих погодних умовах дослідження слід продовжувати.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Малієнко А.М., Тараріко Н.М., Гаврилов С.О., Брухаль Ф.Й., Коломієць В.М. Методичні рекомендації і програма досліджень з обробітку ґрунту. Чабани, 2008. 86 с.
2. Денисенко А.И., Михайличенко Е.Н., Бережной А.Л. Влияние адаптивных почвозащитных технологий на плодородие почвы и качество урожая в почвозащитных севооборотах Донбасса. Вісник Дніпропетровського ДАУ. 2001. № 1. С. 54–56.
3. Головань О.А., Шубін В.П. Ефективність мульчування обробітку ґрунту під соняшник на чорноземах Степу. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів в Україні. (5–6 березня 2002 р.). Дніпропетровськ, 2002. С. 90–91.
4. Черячукін М.І. Ефективність мінімізації обробітку ґрунту в умовах Кіровоградської області. Агрехімія і ґрунтознавство. 2003. Вип. 64. С. 68–76.
5. Захарова В.О. Актуальні питання обробітку ґрунту в сівозмінах за умов південного Степу України. Вісник Дніпропетровського ДАУ. 2010. № 2. С. 48–50.
6. Рибіна В.М., Чижова М.С., Денисенко А.І., Матичак Г.П. Вплив безполицевого обробітку на поживний режим еродованого чорнозему. Таврійський науковий вісник. 2009. Вип. 62. С. 31–35.
7. Цилорик О.І., Судак В.М. Мульчувальний обробіток ґрунту під соняшник. Агроном. 2013. № 4 (42). С. 84–88.
8. Цилорик О.І. Ефективність чистого пару за різних способів обробітку в Степу України. Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. 2008. № 33–34. С. 77–81.
9. Дранішев М.І., Токаренко В.М., Барановський О.В., Тімошин М.М. Вплив способів основного обробітку ґрунту під чистий пар на поживний режим, якість зерна озимої пшениці та економічні показники. Збірник наукових праць Луганського НАУ. 2009. № 100. С. 60–63.
10. Медведь В.А., Кирчук И.С. Питательный режим почвы в зависимости от предшественников, способов ее обработки и удобрения под посевами озимой пшеницы. Вісник аграрної науки південного регіону. 2005. Вип. 6. С. 69–75.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
12. Радов А.С., Пустовой И.В., Корольков А.В. Практикум по агрохимии. М.: Агро-промиздат, 1985. 312 с.
13. Агрокліматичний довідник по Луганській області (1986–2005 р.р.). Луганськ: Віртуальна реальність. 2011. 216 с.
14. Агрехімія / сост. Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский, Х.К. Асаров, В.А. Демин, Б.П. Плешков, Н.В. Решетникова; под ред. Б.А. Ягодина. М.: Колос. 1982. 574 с.
15. Бойко М.В. Вміст основних елементів живлення у ґрунті під кукурудзою на силос залежно прийомів основного обробітку ґрунту і добрив. Корми і кормовиробництво. 2006. Вип. 56. С. 11–15.
16. Будьонний Ю.В., Попов С.І. Вплив способів основного обробітку ґрунту на умови формування урожаю озимої пшениці в східному Ліссостепу України. Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. 2007. № 30. С. 34–39.
17. Карабач К.С. Вплив систем обробітку ґрунту та удобрення на його фосфатні показники. Вісник аграрної науки. 2010. № 2. С. 63–65.
18. Медведев Е.Б. Вплив способів обробітку і добрив на родючість ґрунту та урожайність сільськогосподарських культур в умовах північної частини Донецького кряжу. Зернові культури. 2018. № 2. С. 314–323.

#### REFERENCES

1. Maliyenko, A.M., Tarariko, N.M., Havrylov, S.O., Brukhal', F.Y., Kolomiyets', V.M. (2008). Metodichni rekomendatsiyi i prohrama doslidzhen' z obrobittku hruntu [Methodical recommendations and program of research on tillage]. Chabany, 86 p.

2. Denisenko, A.I., Mikhaylichenko, Ye.N., Berezhnoy, A.L. (2001). Vliyanie adaptivnykh pochvozashchitnykh tekhnologiy na plodorodiye pochvy i kachestvo urozhaya v pochvozashchitnykh sevooborotakh Donbassa [Influence of adaptive soil-protective technologies on soil fertility and crop quality in soil-protective crop rotation in the Donbass]. Visnyk Dnipropetrovs'koho DAU [Bulletin of the Dnipropetrovsk SAU], no. 1, pp. 54–56.
3. Holovan', O.A., Shubin, V.P. (2002). Efektyvnist' mul'chuyuchoho obrobitku hruntu pid sonyashnyk na chornozemakh Stepu [Efficiency of mulch tillage on sunflower on the steppe chernozem]. Materialy vseukrayin's'koyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi molodykh vchenykh i spetsialistiv v Ukrayini [Proceedings of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists in Ukraine]. Dnipropetrovsk, pp. 90–91.
4. Cheryachukin, M.I. (2003). Efektyvnist' minimilizatsiyi obrobitku hruntu v umovakh Kirovohrads'koyi oblasti. [Efficiency of minimization of tillage in the conditions of the Kirovograd region]. Ahrokhimiya i hruntoznavstvo [Agrochemistry and soil science], Issue 64, pp. 68–76.
5. Zakharova, V.O. (2010). Aktual'ni pytannya obrobitku hruntu v sivozminakh za umov pivdennoho Stepu Ukrayiny [Topical issues of soil cultivation in crop rotation under conditions of the southern steppe of Ukraine]. Visnyk Dnipropetrovs'koho DAU [Bulletin of the Dnipropetrovsk SAU], no. 2, pp. 48–50.
6. Rybina, V.M., Chyzhova, M.S., Denysenko, A.I., Matychak, H.P. (2009). Vplyv bezpolytsevoho obrobitku na pozhyvnyy rezhym erodoanoho chonozemu [Impact of non-pollen cultivation on the nutrient regime of eroded chonosome]. Tavriys'kyy naukovyy visnyk [Taurian Scientific Bulletin], Issue 62, pp. 31–35.
7. Tsyl'yuryk, O.I., Sudak, V.M. (2013). Mul'chuval'nyy obrobitok hruntu pid sonyashnyk [Mulching tillage under sunflower]. Ahronom [Agronomist], no. 4 (42), pp. 84–88.
8. Tsyl'yuryk, O.I. (2008). Efektyvnist' chystoho paru za riznykh sposobiv obrobitku v Stepu Ukrayiny [Efficiency of Pure Steam for Different Processing Methods in the Steppe of Ukraine]. Byuleten' Instytutu zernovoho hospodarstva UAAN [Bulletin of Institute of grain farming of the UAAS], no. 33–34, pp. 77–81.
9. Dranishchev, M.I., Tokarenko, V.M., Baranovskyy, O.V., Timoshyn, M.M. (2009). Vplyv sposobiv osnovnoho obrobitku hruntu pid chystyy par na pozhyvnyy rezhym, yakist' zerna ozymoyi pshenytsi ta ekonomichni pokaznyky [Influence of methods of basic tillage under pure steam on the nutritional regime, quality of winter wheat grain and economic indicators]. Zbirnyk naukovykh prats' Luhans'koho NAU [Collection of scientific works of Lugansk NAU], no. 100, pp. 60–63.
10. Medved', V.A., Kirchuk, I.S. (2005). Pitatel'nyy rezhim pochvy v zavisimosti ot predshestvennikov, sposobov yeye obrabotki i udobreniy pod posevami ozimoy pshenytsy [Nutrient regime of the soil, depending on the predecessors, methods of its processing and fertilizers under crops of winter wheat]. Visnik agrarnoyi nauki pivdennoho regionu [Bulletin of agricultural science of the southern region], Issue 6, pp. 69–75.
11. Dospikhov, B.A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat, 351 p.
12. Radov, A.S., Pustovoy, I.V., Korol'kov, A.V. (1985). Praktikum po agrokhemii [Workshop on agrochemistry]. Moscow, Agropromizdat, 312 p.
13. Ahroklimatychnyy dovidnyk po Luhans'kiy oblasti (1986–2005 rr.). [Agro-climatic reference book on Lugansk region (1986–2005)] (2011). Lugansk, Virtual Reality, 216 p.
14. Yagodin, B.A., Smirnov, P.M., Peterburgskiy, A.V., Asarov, KH. K., Demin, V.A., Pleshkov, B.P., Reshetnikova, N.V. (1982). Agrokhemiya [Agricultural chemistry]. Moscow, Kolos, 574 p.
15. Boyko, M.V. (2006). Vmist osnovnykh elementiv zhyvlennya u hrunti pid kukurudzoyu na sylos zalezho pryymov osnovnoho obrobitku hruntu i dobryv [Content of basic nutrients in soil under corn on silage depending on the methods of basic tillage and fertilizers]. Kormy i kormovyrobnyts'tvo [Feed and feed production], Issue 56, pp. 11–15.
16. Bud'onnyy, YU.V., Popov, S.I. (2007). Vplyv sposobiv osnovnoho obrobitku hruntu na umovy formuvannya urozhayu ozymoyi pshenytsi v skhidnomu Lisostepu Ukrayiny [Influence of the methods of basic tillage on the conditions of winter wheat crop formation in the eastern forest-steppe of Ukraine]. Byuleten' Instytutu zernovoho hospodarstva UAAN [Bulletin of Institute of grain farming of the UAAS], no. 30, pp. 34–39.
17. Karabach, K.S. (2010). Vplyv system obrobitku hruntu ta udobrennya na yoho fosfatni pokaznyky [Influence of soil tillage systems and fertilizers on its phosphate parameters]. Visnyk ahrarynoi nauky [Bulletin of agrarian science], no. 2, pp. 63–65.
18. Medvedev, E.B. (2018). Vplyv sposobiv obrobitku i dobryv na rodyuchist' hruntu ta urozhaynist' sil'skohospodars'kykh kul'tur v umovakh pivnichnoyi chastyny Donets'koho kryazhu [Influence of cultivation methods and fertilizers on soil fertility and crop yield of crops in the conditions of the northern part of the Donetsk ridge]. Zernovi kul'tury [Grain crops], no. 2, pp. 314–323.

#### **Питательный режим чернозема обыкновенного в зависимости от способов его обработки и удобрений в условиях Северной Степи Украины**

**Медведев Э.Б.**

В последнее время в Украине распространяются негативные процессы, связанные с ухудшением экономической ситуации, стремительным ростом цен на минеральные удобрения и ограничением их использования, сокращением объемов внесения традиционных органических удобрений, заменой традиционных систем обработки почвы на безотвальные и другие ресурсосберегающие. Последствия этого – потеря плодородия почвы. К этому следует добавить глобальные изменения климата, которые непосредственно влияют на растительность и процессы почвообразования.

Следовательно, возникает необходимость в более детальном изучении влияния различных систем обработки и удобрений на плодородие почвы для предотвращения негативных процессов в ней и разработки мероприятий по адаптации земледелия к климатическим и социально-экономическим реалиям.

Целью исследования было изучение влияния способов основной обработки и удобрений на показатели плодородия чернозема обыкновенного в звене зерно-паро-пропашного севооборота: пшеница озимая по кукурузе МВС (мо-

лочно-восковая спелость) – горох – пшеница озимая в условиях Северной Степи Украины для предотвращения негативных явлений, связанных с современными процессами почвообразования, и, в дальнейшем, разработки научно обоснованных рекомендаций по выращиванию этих культур в новых социально-экономических и климатических условиях.

Установлена тенденция к увеличению содержания нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия в слое почвы 0–30 см на вариантах с безотвальным рыхлением при применении удобрений по сравнению со вспашкой. Это объясняется, возможно, тем, что при этом способе обработки складываются более благоприятные условия для процессов минерализации и обогащения почвы этими элементами в верхней части пахотного слоя, в которой сосредотачиваются растительные остатки и удобрения.

Способы обработки почвы влияли на распределение подвижного фосфора и обменного калия по его профилю. При вспашке они распределялись более равномерно. При безотвальной обработке существенная их часть располагалась в верхней ее части. На распределение питательных веществ в пахотном слое почвы и исследуемые показатели ее плодородия определенным образом влияла фоновая вспашка под кукурузу в севообороте.

Удобрения способствовали росту количества нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия в пахотном слое почвы.

На питательный режим чернозема влияли засушливые условия периода исследований, замедляя химические и микробиологические процессы в нем.

На основании полученных результатов можно сделать выводы, что исследуемые способы обработки чернозема обыкновенного тяжелосуглинистого в звене зерно-паро-пропашного севооборота: пшеница озимая по кукурузе МВС – горох – пшеница озимая на фоне отвальной вспашки под кукурузу в условиях Северной Степи Украины по-разному влияют на его питательный режим.

Обработка, основанная на безотвальном рыхлении, улучшает агрохимические показатели пахотного слоя, способствует увеличению количества нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия в слое почвы 0–30 см по сравнению со вспашкой. Фоновая вспашка под кукурузу в севообороте уменьшает резкую дифференциацию по элементам питания по профилю почвы. Применение минеральных удобрений (рекомендуемые в регионе: под горох –  $N_{45}P_{35}K_{15}$ , пшеницу озимую –  $N_{60}P_{60}K_{30}$ ; рассчитанные на запланированный урожай соответственно –  $N_{50}P_{30}K_{20}$  и  $N_{90}P_{80}K_{70}$ ) способствует росту содержания нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия в слое 0–30 см на исследуемых вариантах и повышению продуктивности культур. Изменения агрохимических показателей почвы не приводили к появлению существенной разницы в их урожае на вариантах обработки.

**Ключевые слова:** почва, обработка, удобрения, нитратный азот, подвижный фосфор, обменный калий, севооборот.

### **The nutritional regime of ordinary chernozem depending on the methods of its processing and fertilizers in the Northern Steppe of Ukraine**

**Medvedev E.**

Recently, negative processes have been spreading in Ukraine related to the deterioration of the economic situation, the rapid increase in the prices of mineral fertilizers and the limitation of their use, the reduction in the volume of traditional organic fertilizers, and the replacement of traditional tillage on systems with moldboard-free and other resource-saving ones. The consequences of this is loss of soil fertility. The global climate changes observed in Ukraine, which directly affect the vegetation and soil formation processes contributes to the consequences as well. Consequently, there is a need for further and more detailed study of the impact of various tillage systems and fertilizers on soil fertility to prevent negative processes in it and to develop measures for adapting agriculture in accordance with climatic and socio-economic realities.

Studying the influence of primary processing methods and fertilizers on the fertility indicators of common black soil in a field rotation link: winter wheat after corn MVR (milk-wax ripeness) – peas – winter wheat in the Northern Steppe of Ukraine to prevent negative phenomena associated with modern soil formation processes, and, in the future, the development of scientifically based recommendations on the cultivation of these crops in the new socio-economic and climatic conditions.

The studied methods for treating ordinary heavy loamy chernozem in the field rotation link: winter wheat on corn MVR – peas – winter wheat on the background of dump plowing for corn in the Northern Steppe of Ukraine have a different effect on its nutritional regime. The treatment, based on loosening without dump, improves the agrochemical parameters of the arable layer, contributes to an increase in the amount of nitrate nitrogen, mobile phosphorus and exchange potassium in the soil layer of 0-30 cm compared to plowing. Background plowing for maize in crop rotation reduces drastic differentiation by nutrients by soil profile. The use of mineral fertilizers (recommended in the region: for peas –  $N_{45}P_{35}K_{15}$ , winter wheat –  $N_{60}P_{60}K_{30}$ ; calculated for the planned crop: respectively,  $N_{50}P_{30}K_{20}$  and  $N_{90}P_{80}K_{70}$ ) contributes to an increase in the content of nitrate nitrogen, mobile phosphorus and exchange potassium in the 0-30 cm layer in the studied options and increase crop productivity. Changes in the agrochemical parameters of the soil did not result in the appearance of a significant difference in their yield on the treatment options.

**Key words:** soil, processing, fertilizers, nitrate nitrogen, mobile phosphorus, exchange potassium, crop rotation.

*Надійшла 24.09.2019 р.*



УДК 633.16"321"631.526.3/559:632(477.4)

САБАДИН В.Я.

*Білоцерківський національний аграрний університет***ДЖЕРЕЛА ЦІННИХ ГОСПОДАРСЬКИХ ОЗНАК  
СОРТІВ КОЛЕКЦІЇ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ  
У ЦЕНТРАЛЬНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

Встановлено, що у Центральному Лісостепу України найбільш поширеною була популяція збудників борошнистої роси, темно-бурої і сітчастої плямистостей. Збудники смугастої плямистості та карликової іржі були малопоширеними. У середньому за 7 років досліджень на провокаційному фоні виділено джерела до комплексу хвороб. Стійкістю (ураження до 10,0 %) до двох хвороб – борошнистої роси і сітчастої плямистості характеризувалися сорти: Етикет, Оболонь, Парнас, Хадар, Едем, Південний, Колорит (Україна), Josefin (Франція), Ebson, Malz, Aspen (Чехія), Barke, Vojos, Vreemar, Brenda, Landora, Madeira, Danuta, Adonis, Class (Німеччина), Vivaldi, Eunova, Secuva (Австрія). Комплексною стійкістю (ураження до 10,0 %) до трьох хвороб – борошнистої роси, темно-бурої і сітчастої плямистості характеризувалися сорти: Аспект, Доказ (Україна), Hanka, Kuburas (Німеччина) і STN 115 (Польща). Виявили, що проти популяції збудника борошнистої роси високу ефективність тривалий час проявляють рецесивні гени mlo: mlo<sub>9</sub>, mlo<sub>11</sub> та комбінація генів: mlo+Mla13+Ml(La), mlo+Mla1 і mlo+Mla12. Високою стійкістю та стійкістю характеризувалися сорти захищені цими генами стійкості: Adonis, Barke, Vojos, Aspen, Class, Danuta, Eunova, Josefin, Vreemar і Madeira. У сортів ячменю ярого, які проявили стійкість до хвороб проводили структурний аналіз за висотою рослини, продуктивною кущистістю, довжиною головного колоса, кількістю зерен та масою зерна з головного колоса. За довжиною, кількістю зерен та масою зерна головного колоса кращими за стандарт були сорти: Kuburas, Колорит, Тройчан, Barke, Danuta, Hanka, Європрестиж, Санктрум та ін. Виділені джерела і донори стійких сортів ячменю ярого до найбільш поширених збудників хвороб можливо використовувати для селекції на імунітет. Виділені сорти за урожайними властивостями є вихідним матеріалом для селекції ячменю ярого як джерела цінних ознак. Ці сорти залучено до гібридизації.

**Ключові слова:** сорти, колекція, імунологічний моніторинг, стійкість, борошниста роса, темно-бура і сітчаста плямистості, цінні господарські ознаки, джерела, донори.

**doi: 10.33245/2310-9270-2019-153-2-33-42**

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Пошук і використання джерел цінних господарських ознак для селекції ячменю базується на залученні генофонду, який у процесі еволюції здатний протистояти дії несприятливих біотичних та абіотичних чинників навколишнього середовища. Важливим елементом у збільшенні врожайності зернових культур є селекція пластичних, стійких щодо збудників хвороб сортів [1]. Селекційна робота щодо створення стійких сортів визначається використанням джерел і донорів стійкості сільськогосподарських культур, які перевірені в умовах регіону вирощування цих культур [2].

Збільшення виробництва зерна ячменю ярого є одним із важливих завдань сільського господарства. Успіх значною мірою залежить від підвищення врожайності культури. Провідне значення у вирішенні цієї проблеми має селекція зі створення і впровадження у сільськогосподарське виробництво нових сортів з високим генетичним потенціалом продуктивності і якості зерна, у поєднанні з оптимальною реакцією на мінливі погодні умови, що забезпечує максимальну реалізацію потенційних можливостей сорту [3, 4].

Кращим напрямом біологізації систем захисту сільськогосподарських культур від хвороб та шкідників є використання стійких сортів. Це дозволяє оптимально вирішити захист врожаю ячменю ярого і охорону навколишнього середовища [5]. Вирощування зернових культур ускладнюється багатьма чинниками, насамперед погіршенням фітосанітарного стану посівів сільськогосподарських культур. Тому в дослідженнях обов'язково має здійснюватися контроль фітосанітарного стану культури [6].

Останніми роками швидкість зміни кліматичних умов істотно перевищує темпи формування нових біоценотичних систем. Це призводить до значного недобору насіннєвої продукції внаслідок недостатньої стійкості сортів до підвищень або понижень температури повітря, ґрунтових посух, збудників хвороб і фітофагів [7, 8].

Селекція стійких сортів є одним з найбільш раціональних способів захисту рослин від хвороб. Але в процесі селекційної роботи паразитні організми, через деякий час, переборюють стійкість сортів. Ця властивість пов'язана з відношенням між паразитом і господарем за прин-

ципом „ген проти гена”. Раси паразита, які вірулентні щодо окремого гена стійкості, можуть уражувати всі сорти, які мають ці гени. Тому, в процесі селекції та за вирощування стійких сортів безперервно на великих площах, гени стійкості втрачають свою ефективність, що потребує подальшого поновлення їх запасу [9].

Найбільш шкодочинною та поширеною листостебловою хворобою ячменю в умовах Лісостепу України є борошниста роса (*Erysiphe graminis* (DC) Speer f. sp. *hordei* Em. Marchal). Визначено, що залежно від стійкості сортів та інтенсивності ураження цією хворобою втрати врожаю становлять в межах 10–25 %, а в окремі роки можуть зростати до 30–40 % [10]. Відомо вже понад 150 генів стійкості щодо збудника борошнистої роси і встановлено їх хромосомну локалізацію. Однак більшість генів втратили ефективність внаслідок змін расового складу популяції збудника. Патоген активно реагує появою нових рас з новими генами вірулентності на появу нових генів стійкості у сортів, що підтверджує гіпотезу Флора “ген проти гена” [11]. З моменту створення перших комерційних сортів і донині найбільш ефективною за стійкістю щодо збудника борошнистої роси залишається серія аельних генів mlo. Вони ефективні проти всіх рас, і не повинні втратити цю стійкість у найближчому майбутньому [12, 13].

Шкодять посівам ячменю ярого також плямистості листя. Найбільш поширеними у Лісостепу України є смугаста (*Drechslera graminea* Ito), сітчаста (*Drechslera teres* Ito) та темно-бура (*Bipolaris sorokiniana* Shoem.) плямистості. У роки епіфітотій недобір урожаю ячменю ярого від плямистостей може сягати 30–40 % [14].

Для створення цінних сортів необхідно мати вихідний матеріал з комплексом цінних ознак. Підвищення врожайності – це складне комплексне завдання [15, 16].

Ключовою проблемою сільського господарства в Україні традиційно є кількість та якість вирощеного зерна. Обґрунтовано рівень стабільного виробництва зерна ячменю ярого науковцями мережі установ Національної академії аграрних наук України. Широкий поліморфізм ячменю, розмаїття біотипів визначають великі перспективи для розвитку селекції, яка відіграє важливу роль у підвищенні врожайності зернових, зокрема ячменю ярого [17–19]. Тому створення високоврожайних, адаптованих до умов вирощування та високоякісних сортів круп'яного, кормового і пивоварного напрямів використання є істотним резервом збільшення виробництва зерна ячменю ярого та покращення його якості [20, 21].

Найважливішим завданням селекціонерів є створення сортів з високим генетичним потенціалом продуктивності і якості зерна в поєднанні з оптимальною реакцією на мінливі погодні умови, що забезпечує максимальну реалізацію потенційних можливостей сорту [22, 23]. Селекційні програми створення високопродуктивних сортів мають базуватися на наукових даних ознак і властивостей, які детермінуються спадково [24, 25].

**Мета дослідження.** Провести імунологічний моніторинг сортів світової колекції Національного центру генетичних ресурсів рослин України на провокаційних фонах збудників хвороб борошнистої роси та плямистостей листків, виявити нові джерела стійкості щодо патогенів в умовах Центрального Лісостепу України для використання у селекції. Виділили кращі сорти ячменю ярого за урожайними властивостями як джерела цінних ознак для селекції.

**Матеріал і методи дослідження.** Роботу проводили в умовах дослідного поля Білоцерківського національного аграрного університету (НВЦ БНАУ), що знаходиться у Центральному Лісостепу України, впродовж 2013–2019 рр. Матеріалом для досліджень була колекція ячменю ярого 130 кращих сортів за стійкістю до хвороб, підібраних згідно з Каталогом вихідного матеріалу [26]. Зразки отримали у Національному центрі генетичних ресурсів рослин України, Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААНУ. Оцінювали стійкість рослин ячменю ярого щодо збудників хвороб на провокаційному фоні згідно із загальноприйнятими методиками [27]. У визначенні дії кліматичних чинників – кількість опадів і температура повітря – на розвиток збудників хвороб застосовували гідротермічний коефіцієнт – ГТК [28].

Сівбу, догляд та збирання врожаю проводили вручну. За загальноприйнятою методикою [29] проводили структурний аналіз (висота рослини, продуктивна кущистість, довжина головного колоса, кількість зерен та маса зерна з головного колоса) 25 рослин з кожного варіанта дослідження. Результати математично оброблено за Б. О. Доспеховим [29] з використанням прикладної комп'ютерної програми Excel.

**Результати дослідження.** Упродовж семи років досліджень проведено імунологічний моніторинг сортів колекції ячменю ярого до найбільш поширених збудників хвороб. Чинники вологості та температури повітря у розвитку хвороб відіграють вирішальну роль, тому визначали гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за квітень–липень. ГТК вказує на рівень зволоження цього періоду та дає можливість зрозуміти, чи були сприятливими умови для розвитку збудників хвороб і чи достовірно були оцінені сорти. Цей показник мав такі значення: 2013 р. (ГТК–1,15), 2017 р. (ГТК–1,01), 2019 р. (ГТК–1,08) – оптимальне зволоження, 2014 р. (ГТК–1,97), 2016 р. (ГТК–2,06) – надлишкове зволоження, 2015 р. (ГТК–0,74), 2018 р. (ГТК–0,81) – слабке зволоження. Кількість опадів за роки досліджень у травні найвищою була у 2014 і 2016 рр., у червні – 2013 р., 2014 і 2016 рр., значно менше норми випало опадів у квітні 2015 і 2018 рр. та червні 2015 р. (рис. 1).

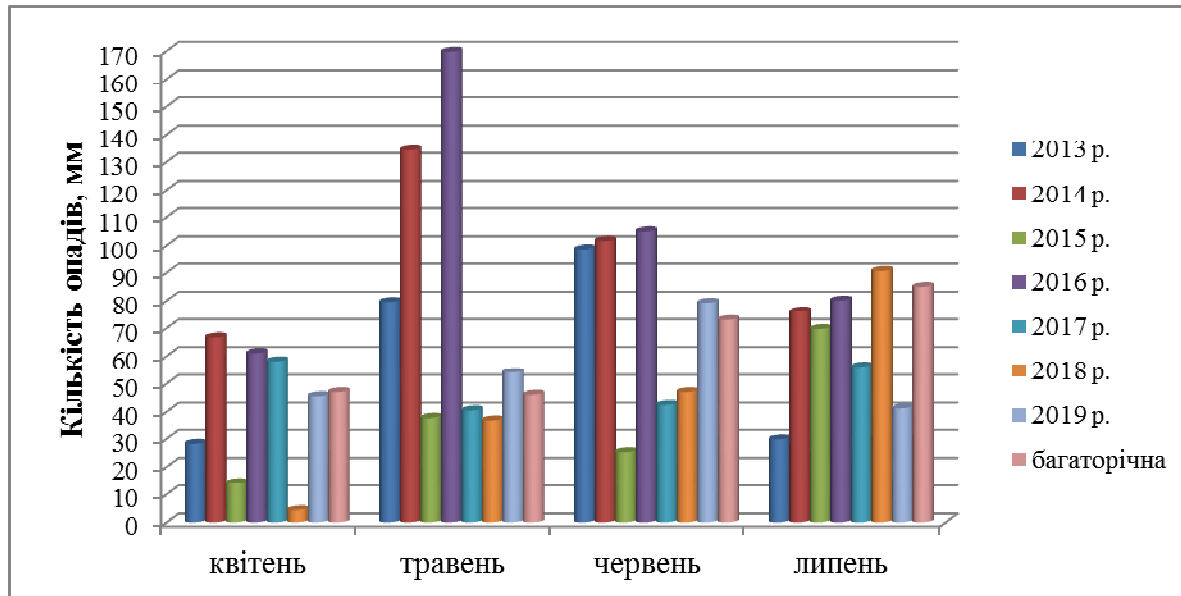


Рис.1. Кількість опадів за квітень–липень відносно багаторічної кількості за 2013–2019 рр.

Температура повітря була вищою у квітні–липні за роками досліджень за середні багаторічні показники. Проте у травні 2016, 2017 рр. і у червні 2014 р. знаходилася на рівні середніх багаторічних показників (рис. 2). За температурним режимом склалися сприятливі умови для розвитку збудників хвороб ячменю ярого.

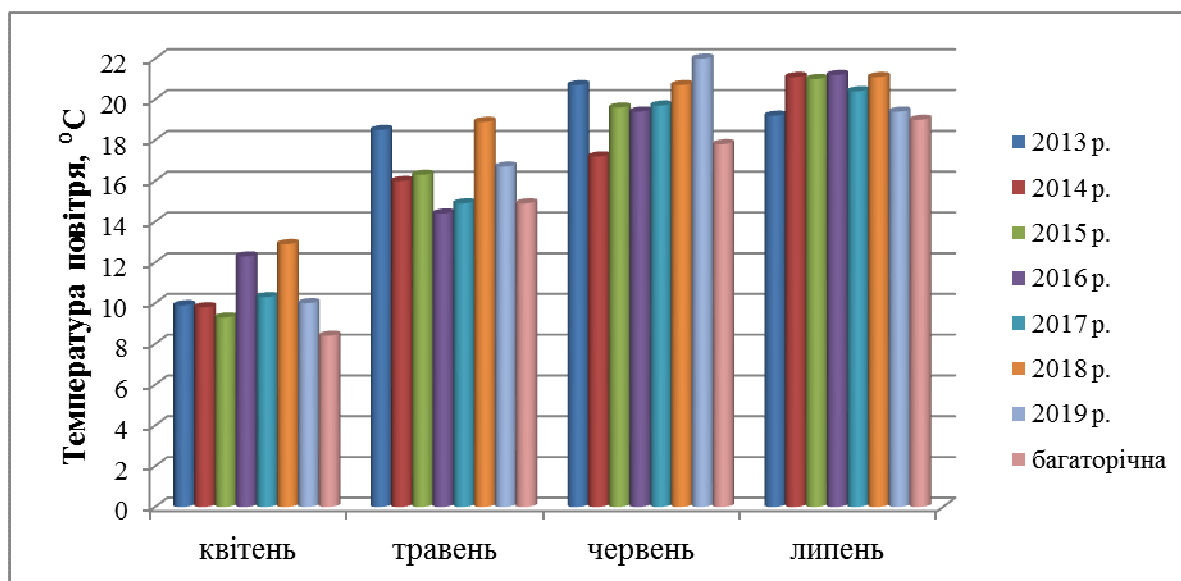


Рис. 2. Температура повітря за квітень–липень відносно багаторічної температури за 2013–2019 рр.

У результаті досліджень виявлено, що у Центральному Лісостепу України найбільш поширеною була популяція збудників борошнистої роси, темно-бурої і сітчастої плямистостей. Збудники смугастої плямистості та карликової іржі були малопоширеними, інтенсивність ураження деяких сортів ячменю ярого становила до 10–15 %. Відмічали ураження збудником піренофорозу до 5–10 % на деяких сортах, але лише в роки з надлишковим зволоженням. Серед досліджуваних сортів було найбільше української (46,2 %) та німецької (16,9 %) селекції (рис. 3).

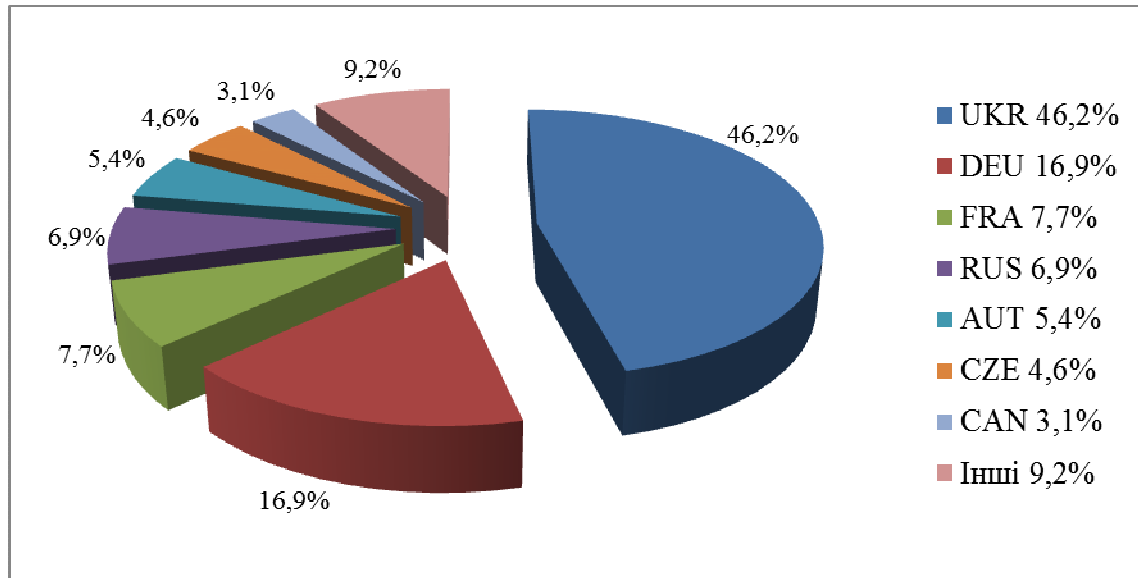


Рис. 3. Структура колекції ячменю ярого за країнами походження.

Максимальний розвиток борошнистої роси та темно-бурої плямистості спостерігали у 2014 р., сітчастої плямистості – у 2019 р. У середньому за 7 років досліджень на провокаційному фоні виділено джерела до комплексу хвороб.

Стійкістю (ураження до 10,0 %) до двох хвороб – борошнистої роси і сітчастої плямистості – характеризувалися сорти: Етикет, Оболонь, Парнас, Хадар, Едем, Південний, Колорит (Україна), Josefin, (Франція), Ebson, Malz, Aspen, (Чехія), Barke, Vojos, Breemar, Brenda, Landora, Madeira, Danuta, Adonis, Class (Німеччина), Vivaldi, Eunova, Secuva (Австрія).

Комплексною стійкістю та помірною стійкістю (ураження до 15,0 %) до трьох хвороб – борошнистої роси, темно-бурої і сітчастої плямистості характеризувалися сорти: Етикет, Оболонь, Парнас, Хадар, Едем, Колорит (Україна), Josefin, Thorgall (Франція), Ebson, Aspen (Чехія), Landora, Adonis, Class (Німеччина), Vivaldi, Eunova (Австрія), що показано в таблиці 1.

Комплексною стійкістю (ураження до 10,0 %) до трьох хвороб – борошнистої роси, темно-бурої і сітчастої плямистості характеризувалися сорти: Аспект, Доказ, (Україна), Hanka, Kuburgas (Німеччина) і STN 115 (Польща).

Виділено ряд сортів з відомими генами стійкості щодо збудника борошнистої роси (*Erysiphe graminis f. sp. hordei*). Вивчили ефективність генів стійкості щодо борошнистої роси та встановили, що високу ефективність проти популяції збудника уже тривалий час виявляють рецесивні гени  $mlo$ :  $mlo_{11}$  і  $mlo_9$ , та комбінація генів:  $mlo+Mla13+Ml(La)$ ,  $mlo+Mla1$  і  $mlo+Mla12$ . Високою стійкістю та стійкістю характеризувалися сорти: Adonis, Barke, Vojos, Aspen, Class, Danuta, Eunova, Josefin, Breemar і Madeira (табл. 2). Ці сорти захищені генами стійкості, які є ефективними проти популяції борошнистої роси, що присутня у Центральному Лісостепу України.

У сортів ячменю ярого, які проявили стійкість до хвороб, проводили структурний аналіз за висотою рослини, продуктивною кущистістю, довжиною головного колоса, кількістю зерен та масою зерна з головного колоса. У таблиці 3 наведено сорти, які за цими показниками були на рівні, або кращими за сорт-стандарт Взірець. За висотою всі рослини ячменю ярого були середньорослими. За довжиною головного колоса та кількістю зерен у головному колосі кращими за

стандарт були сорти: Kuburas, Тройчан, Barke, Danuta, Hanka, Європрестиж, Санктрум та ін. За масою зерна з головного колоса перевищували сорт-стандарт: Kuburas, Danuta, Тройчан, Колорит та ін.

Таблиця 1 – Імунологічна характеристика сортів колекцій ячменю ярого проти хвороб (середнє за 2013–2019 рр.)

№ національ-ного каталогу IR	Сорт	Країна походження	Інтенсивність ураження хворобами, %								
			Борошнеста роса			Темно-бура плямистість			Сітчаста плямистість		
			Мін.	Макс.	Сер.	Мін.	Макс.	Сер.	Мін.	Макс.	Сер.
08265	Взірець, ст.	UKR	0	5,0	2,2	0	45,0	14,0	5,0	15,0	7,5
08035	Prestige*	GBR							15,0	50,0	22,0
07445	Лука*	RUS	20,0	65,0	30,0						
04324	Vanja*	SWE				15,0	90,0	35,0			
07936	Аспект	UKR	0	20,0	7,5	0	20,0	8,6	0	7,0	2,0
08231	Доказ	UKR	0	10,0	5,0	0	25,0	9,0	0	5,0	2,6
07721	Етикет	UKR	0	5,0	4,0	0	35,0	15,0	0	10,0	3,3
07199	Оболонь	UKR	0	10,0	5,3	3,0	30,0	12,2	0	15,0	3,0
07993	Парнас	UKR	0	7,0	2,5	3,0	25,0	11,0	0	10,0	3,8
08079	Хадар	UKR	0	10,0	4,6	0	35,0	12,0	0	10,0	3,3
06521	Едем	UKR	0	20,0	6,3	0	25,0	12,0	0	15,0	4,5
07138	Південний	UKR	0	15,0	4,3	0	45,0	15,8	0	10,0	3,3
08050	Санктрум	UKR	0	30,0	15,0	0	45,0	10,0	0	20,0	5,0
07934	Колорит	UKR	0	30,0	10,5	0	35,0	12,5	0	5,0	2,5
08048	Тройчан	UKR	0	35,0	10,8	0	20,0	5,7	0	10,0	2,5
07510	Європрестиж	UKR	0	25,0	8,6	5,0	40,0	16,0	0	20,0	10,0
07928	Josefin	FRA	0	5,0	1,8	0	60,0	14,7	0	10,0	4,3
08235	Thorgall	FRA	0	5,0	1,7	10,0	40,0	14,7	0	35,0	13,3
08039	Ebson	CZE	0	7,0	2,7	5,0	50,0	14,7	0	20,0	5,8
08047	Malz	CZE	0	15,0	5,5	5,0	60,0	16,7	0	25,0	7,5
08253	Aspen	CZE	0	6,0	1,7	3,0	30,0	13,0	0	35,0	8,0
07203	Barke	DEU	0	5,0	2,0	3,0	60,0	16,7	0	25,0	7,5
08101	Bojos	DEU	0	5,0	1,8	3,0	25,0	16,3	0	25,0	5,5
08074	Breemar	DEU	0	10,0	2,7	0	60,0	15,0	0	25,0	7,7
07494	Brenda	DEU	0	3,0	1,2	0	80,0	21,7	0	15,0	8,8
08254	Landora	DEU	0	5,0	1,5	0	60,0	13,5	0	15,0	5,8
07594	Madeira	DEU	0	5,0	1,8	5,0	60,0	17,5	0	40,0	10,0
08255	Hanka	DEU	2,0	20,0	6,7	0	30,0	7,7	0	10,0	3,8
08104	Kuburas	DEU	0	20,0	7,6	1,0	30,0	8,0	0	10,0	3,6
07417	Danuta	DEU	0	15,0	3,5	0	60,0	15,0	0	10,0	4,2
07215	Adonis	DEU	0	3,0	1,7	5,0	35,0	13,3	0	25,0	6,7
07312	Class	DEU	0	7,0	1,8	0	25,0	9,2	0	35,0	11,7
08261	Vivaldi	AUT	0	10,0	2,2	0	50,0	11,3	0	15,0	5,8
07485	Eunova	AUT	0	8,0	2,6	5,0	20,0	11,0	0	5,0	1,3
08323	Secuva	AUT	0	15,0	8,0	3,0	60,0	19,5	0	5,0	1,3
05584	STN 115	POL	3,0	20,0	9,5	3,0	15,0	7,0	0	3,0	0,8

Примітка: \* Prestige, Лука, Vanja – сорти колекції, які мали найвищий % ураження.

Таблиця 2 – Імунологічна характеристика сортів колекції ячменю ярого за стійкістю проти борошнистої роси з відомими генами (середнє за 2013–2019 рр.)

Сорт	Країна походження	Відомі гени	Ураження борошнистою росю, %			Бал стійкості
			мінімальне	максимальне	середнє	
Лука	RUS	–	20,0	65,0	30,0	3
Adonis	DEU	mlo <sub>9</sub>	0	3,0	1,7	8
Barke	DEU	mlo <sub>9</sub>	0	5,0	2,0	8
Bojos	DEU	mlo <sub>11</sub>	0	5,0	1,8	8
Aspen	CZE	mlo <sub>11</sub>	0	6,0	1,7	8
Class	DEU	mlo <sub>11</sub>	0	7,0	1,8	8
Danuta	DEU	mlo <sub>11</sub>	0	15,0	3,5	8
Eunova	AUT	mlo <sub>11</sub>	0	8,0	2,6	8
Josefin	FRA	mlo <sub>11</sub>	0	5,0	1,8	8
Breemmar	DEU	mlo+Mla13+Ml(La)	0	10,0	2,7	8
Madeira	DEU	mlo+Mla12	0	5,0	1,8	8

Таблиця 3 – Біометричні показники сортів колекції ячменю ярого (середнє за 2013–2016 рр.)

Сорт	Висота рослини, см		Продуктивна куцистість, шт.		Довжина головного колоса, см		Кількість зерен у головному колосі, шт.		Маса зерна з головного колоса, г	
	Сер.	V, %	Сер.	V, %	Сер.	V, %	Сер.	V, %	Сер.	V, %
Взірець стандарт	74,5±4,9	6,9	3,1±0,6	18,4	8,9±0,9	8,9	22,9±1,8	7,7	1,3±0,2	17,3
Kuburas	86,3±5,2	6,1	3,5±0,6	18,9	10,2±1,0	10,1	25,1±2,8	9,2	1,6±0,3	17,3
Vivaldi	67,5±3,4	5,0	3,1±0,7	23,4	9,7±0,9	9,3	23,4±2,4	10,2	1,4±0,2	16,3
Barke	74,4±3,3	13,1	3,1±0,5	17,1	8,5±0,9	10,7	24,5±2,5	10,3	1,4±0,2	15,2
Danuta	81,9±3,0	3,7	2,9±0,3	8,8	8,4±0,9	11,4	24,4±2,2	9,0	1,6±0,3	17,6
Eunova	71,9±4,4	6,1	3,3±0,5	14,6	8,0±0,7	10,2	23,4±2,5	10,7	1,4±0,3	20,2
Hanka	74,0±3,4	4,6	3,1±0,6	19,9	9,1±1,1	11,4	24,2±2,3	9,2	1,4±0,3	18,8
Madeira	75,2±3,7	5,0	3,2±0,6	17,3	8,7±0,9	10,1	22,5±2,5	11,1	1,3±0,3	18,3
Landora	72,0±3,8	5,3	3,1±0,6	19,5	8,5±1,1	12,1	22,7±2,5	11,1	1,2±0,2	17,9
Санктрум	86,4±4,4	5,1	3,4±0,5	14,7	9,5±0,8	7,5	23,6±2,0	8,6	1,5±0,3	16,8
Тройчан	86,8±3,2	3,7	3,1±0,6	19,9	9,7±1,1	11,1	24,7±2,2	9,0	1,6±0,2	16,6
Колорит	86,8±4,5	5,4	3,1±0,6	19,2	9,1±1,0	11,1	23,5±2,0	8,3	1,6±0,3	19,3
Південний	78,4±5,1	6,5	2,9±0,5	18,4	8,3±0,8	9,0	21,9±2,5	11,3	1,3±0,2	16,1
Європрестиж	70,7±3,5	5,0	3,1±0,7	20,9	8,6±0,9	10,7	23,8±2,1	8,9	1,4±0,2	15,6

Примітка: Сер. – середнє, ± похибка середнього, V, % – коефіцієнт варіації, %.

**Обговорення.** Виявлено, що в Центральному Лісостепу України найбільш поширеною була популяція збудників борошнистої роси (*Erysiphe graminis* (DC) Speer f. sp. *hordei* Em. Marchal), темно-бурої (*Bipolaris sorokiniana* Shoem.) і сітчастої (*Drechslera teres* Ito) плямистостей. Збудники смугастої плямистості (*Drechslera graminea* Ito) та карликової іржі (*Puccinia hordei* Otth.) були малопоширеними і лише у роки з надлишковим зволоженням, інтенсивність ураження ними становила до 10–15 %. Відмічали ураження збудником піренофорузу (*Pyrenophora tritici-repentis* Drechsler) до 5–10 % на деяких сортах у роки з надлишковим зволоженням. Максимальний розвиток борошнистої роси та темно-бурої плямистості спостерігали у 2014 р., сітчастої плямистості – у 2019 р. За слабкого зволоження у 2015 і 2018 рр. розвиток збудників хвороб був низьким, і не вдалося достовірно оцінити сорти ячменю ярого щодо стійкості. За оптималь-

ного і надлишкового зволоження у роки досліджень на провокаційному фоні було достовірно оцінено сорти на стійкість до хвороб.

У середньому за 7 років досліджень на провокаційному фоні виділено джерела щодо комплексу хвороб. Встановили, що проти популяції збудника борошністої роси високу ефективність тривалий час виявляють рецесивні гени  $mlo: mlo_{11}$  і  $mlo_9$ , та комбінація генів:  $mlo+Mla13+Ml(La)$ ,  $mlo+Mla1$  і  $mlo+Mla12$ .

У сортів ячменю ярого, які проявили стійкість до хвороб, проводили структурний аналіз за висотою рослини, продуктивною кущистістю, довжиною головного колоса, кількістю зерен та масою зерна з головного колоса. Виділили сорти, які за цими показниками були на рівні, або кращими за сорт-стандарт Взірєць. Виділені сорти є вихідним матеріалом для селекції ячменю ярого як джерела цінних ознак. Ці сорти залучено до гібридизації.

**Висновки.** Виділено джерела і донори стійких сортів ячменю ярого до найбільш поширених збудників хвороб, які доцільно використовувати у селекції на імунітет.

Джерела стійких сортів до комплексу хвороб: Аспект, Доказ, Hanka, Kuburas і STN 115. Донори стійкості до борошністої роси: Adonis, Barke, Vojos, Aspen, Class, Danuta, Eunova, Josefin, Vreemar і Madeira.

Джерела цінних господарських ознак:

- за довжиною головного колоса та кількістю зерен у головному колосі сорти: Kuburas, Тройчан, Barke, Danuta, Hanka, Європрестиж, Санктрум та ін.;

- за масою зерна з головного колоса сорти: Kuburas, Danuta, Тройчан, Колорит та ін.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Євтушенко М.Д., Лісовий М.П., Пантелєєв В.К., Слісаренко О.М. Імунітет рослин. К.: Колобів, 2004. 303 с.
2. Ретьман С.В. Фітосанітарний стан зернових колосових. Карантин і захист рослин. 2010. №3. С. 2–5.
3. Литвиненко М. А., Рибалко О. І. Зернові культури. Стан та перспективи створення нових сортів і гібридів у наукових установах УААН. Насінництво. 2007. Вип. 1. С. 3–6.
4. Brenchley R., Spannagl N., Pfeifer M. Analysis of the bread wheat genome using whole genome shotgun sequencing. *Nature*. 2012. Vol. 491. P. 705–710. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature11650>
5. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб / С.О. Трибеля та ін.; за заг. ред. С.О. Трибеля. К.: Колобів, 2010. 392 с.
6. Корнійчук М.С. Моніторинг фітосанітарного стану польових культур в технологічних дослідках. Землеробство. 2017. №1. С. 93–99.
7. Tavares L., Carvalho C., Bassoi M. Adaptability and stability as selection criterion for wheat cultivars in Paraná State. *Ciências Agrárias, Londrina*. 2015. V. 36. No 5. P. 2933–2942. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n5p2933>
8. Адаменко Т. І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Київ, 2014. 20 с.
9. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів: навч. посіб. / В. П. Петренкова, та ін.; за заг. ред. В. В. Кириченка, В. П. Петренкова. Харків, 2012. 320 с.
10. Селекція ярого ячменя на устійчивість к болезням. Еволюція научних технологій в растениеводстве: сб. науч. тр. в честь 90-летия со дня образования КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко: в 4-х т. / Кузнецова Т.Е. и др. Краснодар, 2004. Т. 2: Тритикале, ячмень, кукуруза. С. 144–152.
11. Лісовий М.П., Кононенко Ю.М. Поліморфізм вірулентності збудника борошністої роси ячменю в центральному Лісостепу України. Вісник аграрної науки. 2007. № 4. С. 15–18.
12. Лісовий М.П., Кононенко Ю.М. Історичні етапи розвитку досліджень поліморфізму популяції збудника борошністої роси ярого ячменю. Захист і карантин рослин. 2006. Вип. 52. С. 49–63.
13. Dreiseitl A. Adaptation of *Blumeria graminis* f. sp. hordey to barley resistance genes in the Czech Republic in 1971–2000. *Plant Soil Environ*. 2003. V. 46. No 6. P. 241–248.
14. Біловус Г.Я. Плямистості ячменю та заходи обмеження їх розвитку в умовах західного Лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук. Київ, 2006. 19 с.
15. Баган А.В., Юрченко С.О., Шакалій С.М. Мінливість потомства різних морфологічних частин колоса сортів пшениці озимої за кількісними ознаками. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2012. № 4. С. 33–35.
16. Компанець К. В., Козаченко М. Р. Успадкування продуктивності та її структурних елементів у  $F_1$  гібридів ячменю ярого. Генетичні ресурси рослин. 2017. № 20. С. 43–55.
17. Селекційно-генетичні дослідження ячменю ярого / за заг. ред. М. Р. Козаченка. Харків, 2012. 448 с.
18. Солонечна О.В. Сорти ячменю ярого кормового напрямку використання як джерела цінних ознак. Генетичні ресурси рослин. 2015. № 16. С. 57–64.
19. Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла Національної академії наук України (1912–2012) / за ред. В.С. Кочмарського. Миронівка, 2012. 816 с.
20. Методи створення сортів ярого ячменю та технологія вирощування / Козаченко М.Р. та ін. Х.: Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, 2002. 23 с.
21. Ниска І.М. Характеристика зразків світового генофонду ячменю ярого за основними господарськими ознаками. Генетичні ресурси рослин. 2015. № 17. С. 29–36.

22. Brenchley R., Spannagl N., Pfeifer M. Analysis of the bread wheat genome using whole genome shotgun sequencing. *Nature*. 2012. Vol. 491. P. 705–710.
23. Петухова І.А., Рябчун В.К., Музафарова В.А., Падалка О.І. Оцінка сортів ячменю ярого для круп'яного напрямку використання за комплексом цінних господарських ознак в умовах Лісостепу України. Генетичні ресурси рослин. 2016. № 18. С. 31–40.
24. Bona L., Matuz J. Correlation between screening methods and technological quality characteristics in bread wheat. *Cereal Res. Commun.* 2003. № 1–2. P. 201–204.
25. Сабадин В.Я. Імунологічний моніторинг ячменю ярого до хвороб в умовах центрального Лісостепу України. *Агробіологія*. № 2 (121). 2015. С. 70–77.
26. Каталог вихідного матеріалу зернових, зернобобових культур та соняшнику для селекції на стійкість до основних хвороб і шкідників в умовах Лісостепу України / за ред. В.П. Петренко, В.К. Рябчуна. Х., 2006. 92 с.
27. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ / Л.Т. Баба-янц и др. Прага. 1988. 321 с.
28. Методики випробування і застосування пестицидів / С.О. Трибель та ін.; за ред. С.О. Трибеля. К.: Світ, 2001. 448 с.
29. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

#### REFERENCES

1. Jevtushenko, M.D., Lisovij, M.P., Panteljejev, V.K., Slisarenko, O.M. (2004). *Imunitet roslin [Plant immunity]*. Kyiv, Kolobih, 303 p.
2. Retman, S.V. (2010). *Fitosanitarnyi stan zernovykh kolosovykh [Phytosanitary condition of cereals]*. *Karantyn i zakhyst roslin [Quarantine and plant protection]*, no. 3, pp. 2–5.
3. Lytvynenko, M.A., Rybalko, O. I. (2007). *Zernovi kultury. Stan ta perspektyvy stvorennia novykh sortiv i hibrydiv u naukovykh ustanovakh UAAN [Cereals. Status and prospects of creation of new varieties and hybrids in UAAS scientific institutions]*. *Nasimnytstvo [Seeds]*, Issue. 1, pp. 3–6.
4. Brenchley, R., Spannagl, N., Pfeifer, M. (2012). Analysis of the bread wheat genome using whole genome shotgun sequencing. *Nature*. 2012. Vol. 491, pp. 705–710. Available at: <https://doi.org/10.1038/nature11650>
5. Trybel, S.O. (2010). *Metodolohiia otsiniuvannia stiikosti sortiv pshenytsi proty shkidnykiv i zbudnykiv khvorob [Methodology for assessing the resistance of wheat varieties against pests and pathogens]*. Kyiv, Kolobih, 392 p.
6. Kornijchuk, M.S. (2017). *Monitoryng fitosanitarnogo stanu pol'ovykh kul'tur v tehnologichnykh doslidakh [Monitoring of phytosanitary status of field crops in technological experiments]*. *Zemlerobstvo [Agriculture]*, no. 1, pp. 93–99.
7. Tavares L., Carvalho C., Bassoi M. (2015). Adaptability and stability as selection criterion for wheat cultivars in Paraná State. *Ciências Agrárias, Londrina*. Vol. 36, no. 5, pp. 2933–2942. Available at: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n5p2933>
8. Adamenko, T.I. (2014) *Ahroklimatychne zonuvannia terytorii Ukrainy z vrakhuvanniam zminy klimatu [Agroclimatic zoning of the territory of Ukraine taking into account climate change]*. Kyiv, 20 p.
9. Petrenkova, V.P. (2012). *Osnovy seleksii polovykh kultur na stiikost do shkidlyvykh orhanizmiv: navch. posib [Fundamentals of field crop breeding for resistance to pests]*. Kharkiv, 320 p.
10. Kuznetcova, T.E., Shevtcov, V.M., Vasiukov, P.P. (2004). *Selekciia iarovogo iachmenia na ustoichivost k bolezniam [Selection of spring barley for disease resistance] Evoluciia nauchnykh tekhnologii v rastenievodstve: Sb. nauch. tr. v chest 90-letiiia so dnia obrazovaniia KNIISKh im. P.P. Lukianenko: v 4-kh t. [Evolution of scientific technologies in crop production: Sat. scientific tr. in honor of the 90th anniversary of the formation of the Scientific Research Institute. PP Lukyanenko: in 4 t.] Krasnodar, Vol. 2, Tritikale, iachmen, kukuruza, pp. 144–152.*
11. Lisovij, M.P., Kononenko Yu.M. (2007). *Polimorfizm virulentnosti zbudnyka boroshnystoi rolsy yachmeniu v tse-ntralnomu Lisostepu Ukrainy [Virulence polymorphism of causative agent of barley powder in the central forest-steppe of Ukraine]* *Visnyk ahrarynoi nauky [Bulletin of agrarian science]*, no. 4, pp. 15–18.
12. Lisovij, M.P., Kononenko, Yu.M. (2006). *Istorychni etapy rozvytku doslidzhen polimorfizmu populjatsii zbudnyka boroshnystoi rosy yaroho yachmeniu [Historical stages of development of polymorphism studies of populations of cauliflowerer cauliflower]* *Zakhyst i karantyn roslin [Protection and quarantine of plants]*, Issue 52, pp. 49–63.
13. Dreiseitl, A. (2003). *Adaptation of Blumeria graminis f. sp. hordey to barley resistance genes in the Czech Republic in 1971-2000. Plant Soil Environ.* Vol. 46, no. 6, pp. 241–248.
14. Bilovus, H.Ya. (2006). *Pliamystosti yachmeniu ta zakhody obmezhenia yikh rozvytku v umovakh zakhidnoho Lisostepu Ukrainy: Avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. s.-h. nauk [Barley spot and measures to limit their development in the western forest-steppe of Ukraine: Abstract. diss. for the sciences. degree of Cand. of agricultural Sciences]* Kyiv, 2006. 19 p.
15. Bagan, A.V., Jurchenko, S.O., Shakalij, S.M. (2012). *Minlyvist' potomstva riznykh morfologichnykh chastyn kolosa sortiv pshenytsi ozymoi' za kil'kisnyimi oznakami [Variability of offspring of different morphological parts of the ear of winter wheat varieties by quantitative traits]* *Visnyk Poltavskoi' derzhavnoi' agrarnoi' akademii' [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy]*, no. 4, pp. 33–35.
16. Kompanec', K.V., Kozachenko, M.R. (2017). *Uspadkuvannja produktyvnosti ta i'i' strukturnykh elementiv u F1 gibrydiv yachmenju jarogo [Inheritance of productivity and its structural elements in F1 spring barley hybrids.]* *Genetychni resursy roslin [Genetic resources of plants]*, no. 20, pp. 43–55.
17. Kozachenko, M.R. (2012). *Selekciino-genetychni doslidzhennya yachmeniu yarogo: naukovye vy`dannya [Breeding and genetic studies of spring barley: scientific publication]*, Kharkiv, 448 p.
18. Solonechna, O.V. (2015). *Sorty yachmeniu yaroho kormovoho napriamku vykorystannia yak dzherela tsinnykh oznak [Spring barley varieties for use as a source of valuable traits]* *Henetychni resursy roslin [Genetic resources of plants]*, no. 16, pp. 57–64.



19. Kochmars'kyj, V.S. (2012). Myronivskiy instytut pshenytsi imeni V.M. Remesla Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy (1912-2012) [VM Myronov Wheat Institute Crafts of the National Academy of Sciences of Ukraine (1912-2012)]. Myronivka, 816 p.
20. Kozachenko, M. R. (2002). Metody stvorennia sortiv yarohto yachmeniu ta tekhnolohiia vyroshchuvannia [Methods of creation of spring barley varieties and cultivation technology] Kharkiv, Plant Production Institute nd. a. V. Ya. Yuryev, 23 p.
21. Nyska I. M. (2015). Kharakterystyka zrazkiv svitovoho henofondu yachmeniu yarohto za osnovnymy hospodarskymy oznakamy [Characteristics of samples of the world gene pool of spring barley by major economic characteristics] Henetychni resursy roslyn [Genetic resources of plants], no. 17, pp. 29–36.
22. Brenchley, R., Spannagl, N., Pfeifer, M. (2012). Analysis of the bread wheat genome using whole genome shotgun sequencing. *Nature*. Vol. 491, pp. 705–710.
23. Petukhova, I.A., Riabchun, V.K., Muzafarova, V.A., Padalka, O.I. (2016). Otsinka sortiv yachmeniu yarohto dlia krupianoho napriamu vykorystannia za kompleksom tsinnykh hospodarskykh oznak v umovakh Lisostepu Ukrainy [Estimation of spring barley varieties for cereals using the complex of valuable economic features in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Henetychni resursy roslyn* [Genetic resources of plants], no. 18, pp. 31–40.
24. Bona, L., Matuz, J. (2003). Correlation between screening methods and technological quality characteristics in bread wheat. *Cereal Res. Commun.* No. 1–2, pp. 201–204.
25. Sabadyn, V.Ia. (2015). Imunolohichnyi monitorynh yachmeniu yarohto do khvorob v umovakh tsentralnoho Lisostepu Ukrainy [Immunological monitoring of spring barley for diseases in the conditions of the central forest-steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats' «Ahrobiolohiya»* [Scientific journal «Agrobiology»], no. 2 (121), pp. 70–77.
26. Petrenkova, V.P., Riabchuna, V.K. (2006). Katalog vykhidnoho materialu zernovykh, zernobobovykh kultur ta sonishnyku dlia seleksii na stikist do osnovnykh khvorob i shkidnykiv v umovakh Lisostepu Ukrainy [Catalog of source material for cereals, legumes and sunflower for breeding for resistance to major diseases and pests in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. Kharkiv, 92 p.
27. Babaian, L., Meshterkhazy, A., Vekhter, O. (1988). Metody seleksyy y otsenky ustoichyvosti pshenytsy y yachmenia k bolezniam v stranakh-chlenakh SЭV [Methods for breeding and assessing the resistance of wheat and barley to diseases in CMEA Member States]. Praha, 321 p.
28. Trybel, S.O., Siharova, D.D., Sekun, M.P., Ivanenko, O.O. (2001). Metodyky vyprovuvannia i zastosuvannia pestytsydiv [Test methods and application of pesticides] Kyiv, Svit, 448 p.
29. Dospheov, B.A. (1985). Metody`ka polevogo opyta (s osnovamy`staty`sty`cheskoj obrabotky` rezul`tatov y`ssledovany`j) [Methodology of field experiment (with bases of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromy`zdat, 351 p.

#### **Источники ценных хозяйственных признаков сортов коллекции ячменя ярового для селекции в Центральной Лесостепи Украины**

**Сабадин В.Я.**

Установлено, что в центральной Лесостепи Украины наиболее распространенной была популяция возбудителей мучнистой росы, темно-бурой и сетчатой пятнистости. Возбудители полосатой пятнистости и карликовой ржавчины были малораспространенными. В среднем за 7 лет исследований на провокационном фоне выделено источники к комплексу болезней. Устойчивыми (поражение до 10,0 %) к двум болезням – мучнистой росы и сетчатой пятнистости были сорта: Этикет, Оболонь, Парнас, Хадар, Эдем, Пивденный, Колорит (Украина), Josefín (Франция), Ebson, Malz, Aspen (Чехия), Barke, Wojos, Breemar, Brenda, Landora, Madeira, Danuta, Adonis, Class (Германия), Vivaldi, Eunova, Secuva (Австрия). С комплексной устойчивостью (поражение до 10,0 %) к трем болезням – мучнистой росе, темно-бурой и сетчатой пятнистости были сорта: Аспект, Доказ (Украина), Hanka, Kuburas (Германия) и 'STN 115' (Польша). Обнаружили, что к популяции возбудителя мучнистой росы высокую эффективность длительное время имеют рецессивные гены mlo: mlo9, mlo11 и комбинация генов: mlo + Mla13 + Ml (La), mlo + Mla1 и mlo + Mla12. Высокой устойчивостью и устойчивостью отмечены сорта, которые защищены этими генами устойчивости: Adonis, Barke, Wojos, Aspen, Class, Danuta, Eunova, Josefín, Breemar и Madeira. В сортов ячменя ярового, которые были устойчивыми к болезням проводили структурный анализ по высоте растения, продуктивной кустистости, длине главного колоса, количеству зерен и массе зерна с главного колоса. По длине, количеству зерен и массе зерна с главного колоса лучше стандарта были сорта: Kuburas, Колорит, Тройчан, Barke, Danuta, Hanka, Европрестиж, Санктрум и др. Выделенные источники и доноры устойчивых сортов ячменя ярового к наиболее распространенным возбудителям болезней возможно использовать для селекции на иммунитет. Выделенные сорта по урожайным свойствам являются исходным материалом для селекции ячменя ярового как источники ценных признаков. Эти сорта привлечено к гибридизации.

**Ключевые слова:** сорта, коллекция, иммунологический мониторинг, устойчивость, мучнистая роса, темно-бурая и сетчатая пятнистости, ценные хозяйственные признаки, источники, доноры.

#### **Sources of valuable crop features of spring barley varieties for breeding in the central forest-steppe of Ukraine**

**Sabadyn V.**

The population of *Erysiphe graminis f. sp. hordei* Em. Marchal, *Bipolaris sorokiniana* Shoem. and *Drechslera teres* Ito. was found to be the most widespread in the central forest-steppe of Ukraine. *Drechslera graminea* Ito and *Puccinia hordei* Otth. were not common. For an average of 7 years of research, the sources of the disease complex have been identified on a provocative background. Resistance (lesions up to 10.0 %) to two diseases – *Erysiphe graminis* and *Drechslera teres* were characterized by the following varieties: Etyket, Obolon, Parnas, Khadar, Edem, Pivdennyi, Koloryt (Ukraine), Josefín (France), Ebson, Malz, Aspen (Czech Republic), Barke, Wojos, Breemar, Brenda, Landora, Madeira, Danuta, Adonis, Class (Germany), Vivaldi, Eunova, Secuva (Austria). Complex resistance (lesions up to 10.0 %) to three diseases

– *Erysiphe graminis*, *Bipolaris sorokiniana* and *Drechslera teres* were characterized by the following varieties: Aspekt, Dokaz (Ukraine), Hanka, Kuburas (Germany), STN 115 (Poland). The recessive genes mlo: mlo9, mlo11 and the combination of genes: mlo + Mla13 + Ml (La), mlo + Mla1 and mlo + Mla12 have been shown to be highly effective for *Erysiphe graminis* for a long time. High resistance and resistance were characterized by varieties protected by these resistance genes: Adonis, Barke, Bojos, Aspen, Class, Danuta, Eunova, Josefin, Breemar i Madeira. In spring barley varieties that showed disease resistance, structural analysis was performed by plant height, number of stems, spike length, number of grains, and weight of spikelets. In terms of length, number of grains and weight of grain of the main ear, the following varieties were better than the standard: Kuburas, Koloryt, Troichan, Barke, Danuta, Hanka, Ievroprestyzh, Sanktrum and others. Dedicated sources and donors of resistant varieties of spring barley to common pathogens can be used for immunity selection. Selected varieties by yield are the material for the selection of spring barley as a source of valuable features. These varieties are involved in hybridization.

**Key words:** varieties, immunological monitoring, resistance, *Erysiphe graminis*, *Bipolaris sorokiniana* i *Drechslera teres*, valuable crop features, sources, donors.

Надійшла 26.09.2019 р.



САБАДИН В.Я., <https://orcid.org/0000-0002-8397-8973>

УДК 631. 445.4: 631. 51. 021. : 631.8

ПРИМАК І.Д.  
ЛЕВАНДОВСЬКА С.М.  
ПАНЧЕНКО О.Б.  
ПАНЧЕНКО І.А.  
ВОЙТОВИК М.В.  
КАРПЕНКО В.Г.

*Білоцерківський національний аграрний університет*

**МАРТИНЮК І.В.**

*ННЦ «Інститут землеробства НААН»*

## **БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ КУЛЬТУР КОРОТКОРОТАЦІЙНОЇ СІВОЗМІНИ**

Чотирирічними (2016–2019 рр.) дослідженнями у стаціонарній польовій зернопросапній сівозміні вивчено вплив чотирьох систем основного обробітку і чотирьох систем удобрення на біологічну активність орного шару чорнозему типового під агрофітоценозами п'яти культур. Убуток маси лляного полотна в орному шарі ґрунту за два місяці спостережень, що характеризує інтенсивність целюлозорозкладаючих мікроорганізмів, за полицевого, безполицевого, диференційованого і дискового обробітку становив відповідно 24,5; 22,7; 23,4 і 23,3 % – під соєю, 16,3; 15,7; 15,9 і 16,2 % – під пшеницею озимою, 24,1; 22,8; 24,7 і 22,6 % – під соняшником, 27,7; 24,1; 25,1 і 23,7 % – під ячменем ярим, 21,9; 19,9; 22,4 і 19,0 % – під кукурудзою.

Постійний мілкий і безполицевий обробітки посилюють, а полицевий – зменшує диференціацію орного шару за показником інтенсивності розкладання лляного полотна. Найбільш гетерогенний орний шар за безполицевого, дещо менше – за дискового обробітку в сівозміні.

Інтенсивність розкладання лляного полотна у верхній (0–10 см) частині орного шару ґрунту найвища за безполицевого, найнижча – за полицевого обробітку, а у нижній (20–30 см) частині спостерігається зворотня залежність.

Інтенсивність продукування ґрунтом діоксиду вуглецю під соєю, пшеницею озимою і ячменем ярим найвища за полицевого обробітку, а найнижча: під соєю – за безполицевого і диференційованого обробітку, під пшеницею озимою, соняшником, ячменем ярим – за безполицевого, під кукурудзою – за дискового обробітку. Під соняшником і кукурудзою цей показник вищий за диференційованого, ніж полицевого обробітку в сівозміні.

З підвищенням норм внесення добрив біологічна активність орного шару чорнозему типового зростає.

Продуктивність сівозміни практично на одному рівні за полицевого і полицево-безполицевого обробітку в сівозміні. Систематичний безполицевий і мілкий дисковий обробіток істотно знижують цей показник.

**Ключові слова:** ґрунт, культура, сівозміна, обробіток, добрива, лляне полотно, діоксид вуглецю, орний шар, гетерогенність.

**doi:** 10.33245/2310-9270-2019-153-2-43-58

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Важливим показником біологічної активності ґрунтового середовища є інтенсивність розкладання клітковини, яка щорічно надходить до нього з рослинними рештками й органічними добривами.

Кінцевим продуктом мінералізації органічної речовини є діоксид вуглецю, інтенсивність виділення якого слугує біологічним показником родючості ґрунту.

Кількість виділеного CO<sub>2</sub> з ґрунту залежить від продукування ним діоксиду вуглецю, його фізико-хімічних властивостей, гідротермічних умов і в підсумку – від швидкості дифузії цього газу. Тому інтенсивність виділення діоксиду вуглецю з ґрунту, як вказує ряд дослідників, об'єктивніше називати «диханням ґрунту», яке характеризує газообмін між ґрунтовим і атмосферним повітрям.

Домінуюче значення в продукуванні ґрунтом діоксиду вуглецю відводиться біологічним показникам родючості. Активність мікробіоти в ґрунтового середовищі тісно пов'язана з окисненням вуглецю органічної речовини до діоксиду вуглецю. Маса продукованого діоксиду вуглецю за мінералізації органічної речовини ґрунту залежить від кількості і структури мікробного ценозу. Тому за інтенсивністю виділення діоксиду вуглецю з ґрунту або вмістом його в ґрунті можна оцінювати біологічну активність останнього. Експериментальними дослідженнями

переконливо доведено, що інтенсивність виділення діоксиду вуглецю з ґрунту характеризує швидкість мінералізації його органічної речовини [1].

Біологічна активність ґрунту значною мірою залежить від систем обробітку, які істотно змінюють його будову. Зазначимо, що механічний обробіток, на відміну від зрошення, удобрення тощо, не поповнює ґрунт тією чи іншою речовиною або енергетичним матеріалом. Він лише змінює відсоткове співвідношення між твердою фазою, капілярною і некапілярною пористістю, тим самим прискорюючи чи уповільнюючи активність ґрунтової мікробіоти, а, отже, і темпи гуміфікації та мінералізації органічної речовини.

У досліді Білоцерківського НАУ вища біологічна активність орного шару неудобрених ділянок чорнозему типового за полицевого, ніж диференційованого і тривалого мілкого обробітку у п'ятипільній плодозмінній сівозміні. Щодо об'єму виділення діоксиду вуглецю з 15.09 по 15.10 в полі пшениці озимої нижче за безполицевого обробітку на 499,4 мг/м<sup>2</sup>, диференційованого – 105, тривалого мілкого – 137,2 мг/м<sup>2</sup>, ніж за полицевого. А весною (15.04 – 15.05) ця різниця була ще істотною і становила відповідно 745,3; 117,8 і 165,4 мг/м<sup>2</sup> на користь оранки [2].

На чорноземі типовому Лівобережного Лісостепу України заміна плуга безполицевими знаряддями та періодична оранка на тлі мілкого дискування мали незначний вплив на зміну целюлолітичної активності ґрунту [3].

У типовій десятипільній зернопросапній сівозміні на дослідному полі НУБіП України виділялось діоксиду вуглецю з поверхні чорнозему типового на 8–12 % більше за полицево-безполицевого, ніж диференційованого обробітку [4].

Зниження целюлозоруйнівної активності орного шару чорнозему типового за безполицевого обробітку Сальніков С.М. пояснює диференціацією різних частин його за вмістом органічної речовини та умовами аерації [5].

У досліді Уманського національного університету садівництва обробіток культиватором КПЕ – 3,8 на 6–8 см під усі культури поліпшив умови для ґрунтової біоти та дещо підвищив інтенсивність дихання чорнозему опідзоленого внаслідок локалізації добрив і рослинних решток у верхньому (0–10 см) шарі ґрунту. Щодо об'єму виділення діоксиду вуглецю за такого обробітку на 21–24 мг/м<sup>2</sup> більше, ніж за оранки [6].

Найбільша інтенсивність продукування діоксиду вуглецю чорноземом південним у п'ятипільній сівозміні зафіксована за диференційованого обробітку, що передбачав оранку глибоку (25–27 см) у двох полях, а на решті полів – безполицевий мілкий (8–10 см) обробіток. Найбільшою біологічною активністю за показником розкладу лляного полотна за безполицевого, диференційованого і полицево-безполицевого різноглибинних обробітків у чотирьох п'ятипільних сівозмінах характеризувався шар ґрунту 10–20 см. Найменш активною за всіх систем обробітку виявилася нижня частина (20–30 см) орного шару ґрунту [7].

У досліді Інституту сільського господарства степової зони НААН України спостерігалася тенденція до зростання на 3–11 % інтенсивності розкладу лляного полотна за полицевого обробітку чорнозему звичайного важкосуглинкового під ярими культурами і пшеницею озимою, що обумовлено кращими умовами аерації і більш глибоким загортанням післязбиральних решток рослин у краще зволожені шари ґрунту [8].

У польовому досліді Панфільської дослідної станції Інституту землеробства НААН інтенсивність розкладання лляного полотна і виділення діоксиду вуглецю з осушеного торфового ґрунту вища за оранки плугом на глибину 25–27 см, ніж за дискування на 10–12 см і нульового обробітку [9].

Під посівами ячменю ярого інтенсивність виділення діоксиду вуглецю з чорнозему опідзоленого вища за оранки, ніж поверхневого обробітку на 8 % [10].

У тривалому стаціонарному досліді Інституту землеробства НААН за задовільного і доброгo зволоження орного шару сірого лісового ґрунту (20–40 мм продуктивної вологи у шарі 0–20 см) біологічна активність ґрунту під кукурудзою вища за безполицевого обробітку, ніж за оранки. У посушливі роки спостерігалася зворотна тенденція [11].

Підсумовуючи викладене вище, можна зробити висновок, що у вітчизняних науковців відсутня однастайна думка щодо впливу різних способів, глибини і систем обробітку ґрунту на його біологічну активність. Однак у більшості публікацій вчені надають перевагу диференці-

йованій системі обробітку у сівозмінах, за якої оранка виконується один раз у три – п'ять років, а в решту років – безполицеві, мілкі, поверхневі, а в окремих випадках навіть нульові обробітки.

**Мета дослідження** – шляхом польового експерименту встановити вплив чотирьох систем основного обробітку ґрунту в поєднанні з різними нормами добрив на біологічну активність орного шару чорнозему типового і продуктивність польової зернопросапної п'ятипільної сівозміни.

**Матеріал і методи дослідження.** Досліди проведені впродовж 2016–2019 рр. на дослідному полі Білоцерківського НАУ у стаціонарній польовій сівозміні. Вивчали чотири варіанти основного обробітку ґрунту (табл.1) і чотири рівні добрив : нульовий – без внесення добрив, перший – 8 т/га гною + N<sub>76</sub>P<sub>64</sub>K<sub>57</sub>; другий – 12 т/га гною + N<sub>95</sub>P<sub>82</sub>K<sub>72</sub>; третій – 16 т/га гною + N<sub>112</sub>P<sub>100</sub>K<sub>86</sub>.

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, д.б. – дискова борона, г. – глибокорозпушувач.

Ґрунт – чорнозем типовий середньосуглинковий. Повторність у досліді триразова. Площа посівних ділянок становить 171 м<sup>2</sup>, а облікових – 112 м<sup>2</sup>.

Оранку виконували плугом ПЛН-3-35, безполицевий (чизельний) обробіток – глибокорозпушувачем ГР-3,4, мілкий (дисковий) – бороною БДВ – 3,0.

Інтенсивність целюлорозкладаючих мікроорганізмів визначали методом аплікації лляного полотна, а інтенсивність дихання ґрунту (виділення діоксиду вуглецю) – методом В.І. Штатнова [12].

**Результати дослідження.** Під агрофітоценозом сої з 1 по 30 травня за полицевого обробітку найвища біологічна активність чорнозему типового зафіксована в шарі ґрунту 0–10 см, а в шарах 10–20 і 20–30 см вона знижувалася. За полицево-безполицевого і дискового обробітку простежувалась аналогічна закономірність (табл. 2).

Максимальне значення цього показника в шарі ґрунту 0–10 см зафіксоване за безполицевого розпушування. Так, за травень убуток маси лляної тканини в шарах чорнозему 0–10, 10–20 і 20–30 см становив відповідно: за полицевого обробітку – 16,2; 14,9 і 13,5 % , чизельного – 20,3; 11,7 і 9,1 % , полицево-безполицевого – 18,1; 13,0 і 10,4 % , дискового – 18,4; 12,7 і 10,0 %.

За чизельного, полицево-безполицевого і дискового обробітку цей показник за вказаний період у шарі ґрунту 0–10 см підвищився відповідно на 4,1; 1,9 і 2,3 % , а у шарі 20–30 см зменшився на 4,1; 3,1 і 3,5 % , порівняно з контролем.

Диференціація орного шару найбільш виражена за безполицевого обробітку, а найменша вона на контролі. Так, різниця в показниках убутку маси лляного полотна у верхній і нижній частинах орного шару чорнозему типового становила 2,7 % за полицевого обробітку, 11,2 – безполицевого, 7,7 – диференційованого і 8,5 % – за мілкого обробітку в сівозміні.

З 1 травня по 30 червня біологічна активність орного шару під агрофітоценозом сої за полицевого обробітку ґрунту підвищується внаслідок поширення мікробіоти по всьому його профілю.

Убуток маси лляного полотна впродовж двох місяців вегетації зернобобової культури в шарах 0–10, 10–20 і 20–30 см відповідно становив: за контрольного обробітку – 26,5; 25,5 і 21,4 % , чизельного – 31,6; 21,1 і 15,3, полицево-безполицевого – 28,5 ; 24,3 і 17,5, дискового – 28,4; 24,1 і 17,4 %.

Таблиця 2 – Біологічна активність ґрунту під агрофітоценозом сої за різних систем обробітку й удобрення

Система основного обробітку (фактор А)	Рівні удобрення (фактор В)	Шар ґрунту, см	Убуток маси лляного полотна, %		Щодобове виділення CO <sub>2</sub> , мг/м <sup>2</sup>	
			1.05–30.05	1.05–30.06	травень	червень
Полицева	0	0-10	13,8	22,9	2682,7	3591,8
		10-20	12,8	21,9		
		20-30	11,6	18,8		
	1	0-10	16,2	26,5	2937,5	3934,3
		10-20	14,6	25,6		
		20-30	13,3	21,3		
	2	0-10	17,3	27,6	3165,1	4196,2
		10-20	15,6	27,1		
		20-30	14,0	22,4		
	3	0-10	17,5	28,9	3366,0	4443,4
		10-20	16,4	27,3		
		20-30	15,1	23,1		
Безполицева (чизельна)	0	0-10	16,7	26,4	2511,4	3433,4
		10-20	10,2	19,3		
		20-30	8,0	14,2		
	1	0-10	20,0	31,6	2740,5	3785,6
		10-20	10,5	20,3		
		20-30	8,7	15,1		
	2	0-10	21,9	33,1	2991,8	4046,2
		10-20	12,5	21,8		
		20-30	9,2	15,6		
	3	0-10	22,6	35,3	3195,2	4308,5
		10-20	13,6	22,9		
		20-30	10,5	16,3		
Диференційована (полицево-безполицева)	0	0-10	15,2	24,3	2538,6	3441,2
		10-20	10,9	20,4		
		20-30	8,9	15,7		
	1	0-10	18,2	28,8	2745,5	3797,5
		10-20	11,9	24,4		
		20-30	10,3	16,6		
	2	0-10	19,1	29,8	2996,2	4053,9
		10-20	14,0	26,0		
		20-30	10,6	17,9		
	3	0-10	19,7	30,9	3195,8	4311,6
		10-20	15,0	26,5		
		20-30	11,8	19,7		
Систематична мілка (дискування)	0	0-10	15,5	24,3	2601,3	3528,7
		10-20	10,7	20,1		
		20-30	8,5	15,8		
	1	0-10	18,6	28,7	2831,6	3896,1
		10-20	11,6	24,2		
		20-30	9,9	16,6		
	2	0-10	19,8	30,0	3092,3	4148,4
		10-20	13,9	25,9		
		20-30	10,4	17,9		
	3	0-10	20,1	31,0	3275,2	4405,4
		10-20	14,6	26,3		
		20-30	11,3	19,6		
НІР <sub>0,05</sub>	А	0-10	2,6	2,0	50,4	76,2
		10-20	2,4	2,2		
		20-30	2,1	2,6		
	В	0-10	1,9	1,6	66,3	91,7
		10-20	1,5	1,3		
		20-30	2,0	1,6		
	В	0-10	2,5	1,9	65,7	86,3
		10-20	2,3	2,2		
		20-30	2,0	2,0		

У нижній частині (20–30 см) орного шару ґрунту цей показник зменшився на 6,1 % за чизельного і на 3,9 % за полицево-безполицевого та дискового обробітку, порівняно з контролем. Убуток маси лляного полотна у верхній (0–10 см) і нижній (20–30 см) частинах орного шару за два місяці був практично на одному рівні за полицево-безполицевого і мілкого обробітку.

Під агрофітоценозом сої в орному шарі за місяць (травень) і два місяці (травень–червень) різниця в убутку маси лляного полотна відповідно становила: за чизельного обробітку – 1,2 і 1,8 %, полицево-безполицевого – 1,1 і 1,1 %, дискового – 1,2 і 1,1 % на користь контролю.

Щодобова маса виділеного з ґрунту діоксиду вуглецю в травні становила: за полицевого обробітку – 3037,8 мг/м<sup>2</sup>, чизельного – 2859,7, полицево-безполицевого – 2869,0, дискового – 2895,1 мг/м<sup>2</sup>, а в червні – 4041,4; 3893,3; 3901,0 і 3939,6 мг/м<sup>2</sup> відповідно. Таким чином, за вказані строки спостережень цей показник відповідно менший на 5,9 і 3,7 % за безполицевого обробітку, 5,6 і 3,5 – диференційованого, 4,7 і 2,5 % – за мілкого обробітку, ніж на контролі.

Під пшеницею озимою убуток в орному шарі чорнозему типового маси лляного полотна за місяць (5.04–5.05) становив за полицевого обробітку 8,7 %, безполицевого – 8,1, полицево-безполицевого – 8,2, дискового – 8,5 %, а за два місяці (5.04 – 5.06) відповідно – 16,3; 15,7; 15,9 і 16,2 %. Інтенсивність розкладання в орному шарі лляного полотна практично на одному рівні за безполицевого і полицево-безполицевого обробітку в сівозміні (табл. 3).

Таблиця 3 – Біологічна активність ґрунту під агрофітоценозом пшениці озимої за різних систем обробітку й удобрення

Системи основного обробітку ґрунту	Рівні удобрення (фактор В)	Шар ґрунту, см	Убуток маси лляного полотна %		Щодобове виділення CO <sub>2</sub> , мг/м <sup>2</sup>	
			1.05–30.05	1.05–30.06	травень	червень
1	2	3	4	5	6	7
Полицева	0	0-10	8,1	17,0	1999,8	2154,9
		10-20	7,0	15,0		
		20-30	6,3	12,3		
	1	0-10	9,2	18,4	2131,6	2217,1
		10-20	8,0	16,5		
		20-30	7,5	13,3		
	2	0-10	10,3	19,1	2240,5	2266,4
		10-20	9,5	16,1		
		20-30	8,1	14,8		
	3	0-10	11,0	20,3	2345,5	2364,9
		10-20	10,0	17,1		
		20-30	9,3	15,2		
Безполицева (чизельна)	0	0-10	10,2	19,8	1789,0	1917,6
		10-20	5,0	11,4		
		20-30	4,2	8,3		
	1	0-10	12,9	23,4	1903,7	2010,5
		10-20	6,2	12,3		
		20-30	4,7	10,4		
	2	0-10	14,4	25,7	2041,3	2082,6
		10-20	6,8	13,5		
		20-30	5,1	10,8		
	3	0-10	15,0	26,6	2129,1	2235,5
		10-20	6,7	14,1		
		20-30	6,2	11,9		

Продовження табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
Диференційована	0	0-10	9,2	18,4	1915,1	2060,6
		10-20	6,0	14,5		
		20-30	4,7	9,7		
	1	0-10	10,2	20,5	2064,5	2153,6
		10-20	7,5	15,0		
		20-30	5,4	11,5		
	2	0-10	11,5	20,8	2177,55	2207,7
		10-20	7,7	15,2		
		20-30	6,3	11,9		
	3	0-10	13,3	22,9	277,55	2301,4
		10-20	8,4	15,4		
		20-30	7,0	13,8		
Систематична мілка (дискування)	0	0-10	9,5	19	1941,2	2093,6
		10-20	6,2	15,2		
		20-30	4,9	10,1		
	1	0-10	10,5	20,1	2086,7	2186,7
		10-20	7,8	15,5		
		20-30	5,6	12		
	2	0-10	11,9	20,9	2203,8	2238,9
		10-20	8,0	15,8		
		20-30	6,5	12,4		
	3	0-10	13,7	23,3	2308,9	2343,1
		10-20	8,7	15,9		
		20-30	7,2	14,0		
HP <sub>0,05</sub>	A	0-10	1,7	1,6	100,6	105,1
		10-20	1,6	1,5		
		20-30	1,5	1,4		
	B	0-10	1,8	1,4	160,4	170,5
		10-20	1,9	1,6		
		20-30	1,7	1,5		
	AB	0-10	1,7	1,5	155,3	160,2
		10-20	1,8	1,6		
		20-30	1,6	1,4		

Інтенсивність розкладання лляного полотна у верхній частині (0–10 см) орного шару ґрунту найвища за безполицевого (за місяць – 13,1, два місяці – 23,9 %), найнижча – за полицевого (відповідно 9,7 і 18,7 %) обробітку. А у нижній (20–30 см) частині спостерігалася зворотна закономірність (за полицевого обробітку відповідно 7,8 і 13,9 %, безполицевого – 5,1 і 10,4 %). Цей показник у зазначених частинах орного шару дещо вищий (на 0,2–0,4 %) за дискового, ніж диференційованого обробітку.

Різниця в убутку маси лляного полотна між верхньою і нижньою частинами орного шару впродовж одного і двох місяців спостережень становила відповідно 1,9 і 4,8 % за полицевого обробітку, 8,0 і 13,5 % – безполицевого, 5,2 і 9,0 % – полицево-безполицевого, 5,3 і 8,7 % – за тривалого мілкого обробітку. Таким чином, диференціація орного шару за цим показником найвища за чизельного, найнижча – за полицевого обробітку, а за диференційованого і дискового вона практично на одному рівні.



Щодобова маса виділеного з ґрунту діоксиду вуглецю за безполицевого обробітку на 213,6 мг/м<sup>2</sup> у квітні і на 189,2 мг/м<sup>2</sup> у травні, за диференційованого відповідно на 70,7 і 70,0, дискового – на 44,3 і 35,3 мг/м<sup>2</sup> менша, ніж на контролі.

Під агрофітоценозом соняшнику найвища біологічна активність чорнозему типового зафіксована за полицевого і полицево-безполицевого обробітку, найнижча – за чизельного розпушування. Зокрема, впродовж травня і травня–червня убуток маси лляної тканини в шарі чорнозему типовому 0–30 см становив відповідно: за полицевого обробітку – 15,1 і 24,1 %, постійного безполицевого – 13,7 і 22,8, полицево-безполицевого – 15,6 і 24,7 і за систематичного дискусування – 13,4 і 22,6 % (табл. 4).

Таблиця 4 – Біологічна активність ґрунту під агрофітоценозом соняшнику за різних систем обробітку й удобрення

Система обробітку ґрунту (фактор А)	Рівні удобрення (фактор В)	Шар ґрунту, см	Убуток маси лляного полотна, %		Щодобове виділення CO <sub>2</sub> , мг/м <sup>2</sup>	
			1.05–30.05	1.05–30.06	травень	червень
1	2	3	4	5	6	7
Полицева	0	0-10	15,1	24,0	2371,3	3370,0
		10-20	14,2	22,9		
		20-30	11,8	21,5		
	1	0-10	16,5	24,4	2576,5	3536,6
		10-20	15,1	24,0		
		20-30	12,3	22,0		
	2	0-10	17,1	25,6	2741,5	3700,5
		10-20	16,3	25,1		
		20-30	13,5	23,2		
	3	0-10	18,2	26,9	2839,1	3867,3
		10-20	17,1	25,9		
		20-30	14,3	23,9		
Безполицева (чизель)	0	0-10	16,8	26,1	2144,2	3022,1
		10-20	9,9	19,0		
		20-30	7,6	16,9		
	1	0-10	20,3	29,0	2333,5	3174,2
		10-20	10,2	19,4		
		20-30	8,3	17,7		
	2	0-10	22,3	30,8	2483,1	3319,0
		10-20	12,3	21,6		
		20-30	8,8	18,0		
	3	0-10	24,1	32,7	2569,0	3468,6
		10-20	13,5	22,4		
		20-30	10,2	19,6		
Диференційована	0	0-10	16,4	25,6	2450,6	3420,5
		10-20	14,0	23,1		
		20-30	11,5	21,3		
	1	0-10	17,9	26,4	2625,6	3562,7
		10-20	15,2	24,5		
		20-30	12,1	21,7		
	2	0-10	18,7	27,3	2754,1	3745,5
		10-20	16,5	25,6		
		20-30	13,1	22,7		
	3	0-10	19,6	28,7	2887,4	3910,2
		10-20	17,2	26,2		
		20-30	14,1	23,8		

Продовження табл. 4

1	2	3	4	5	6	7
Систематична мілка (дискування)	0	0-10	14,4	23,5	2345,0	3298,8
		10-20	11,9	20,9		
		20-30	9,2	18,9		
	1	0-10	15,6	24,5	2505,0	3436,2
		10-20	13,0	22,6		
		20-30	10,0	19,5		
	2	0-10	16,6	25,2	2642,5	3620,4
		10-20	14,4	23,4		
		20-30	11,1	20,4		
	3	0-10	17,4	26,6	2761,5	3788,4
		10-20	15,0	24,2		
		20-30	12,1	21,7		
НІР <sub>0,05</sub>	А	0-10	1,6	1,5	93,8	100,7
		10-20	2,0	2,3		
		20-30	2,9	2,6		
	В В	0-10	1,8	2,4	108,2	115,7
		10-20	2,5	2,5		
		20-30	1,9	2,2		
	АВ	0-10	1,8	1,9	107,9	114,6
		10-20	1,9	2,4		
		20-30	2,7	1,6		

Очевидно, оранка під соняшник за полицевого і диференційованого обробітку в сівозміні забезпечила майже однакові значення цього показника. І навіть більше: за полицево-безполицевого обробітку він на 0,5–0,6 % вищий за контроль.

Убуток маси лляного полотна у верхній частині орного шару ґрунту за один і два місяці спостережень відповідно вищий на 4,2 і 4,3 % за безполицевого обробітку, 1,5 і 1,8 % – диференційованого, порівняно з контролем. За дискового і полицевого обробітку цей показник істотно не відрізнявся.

У нижній частині орного шару інтенсивність розкладу лляного полотна найвища за полицевого (відповідно 13,0 і 22,7 %) і диференційованого обробітку (12,7 і 22,4 %), найнижча – за розпушування ґрунту чизелем (8,7 і 18,1 %). Проміжне положення зайняв дисковий обробіток (10,6 і 20,1 %).

Різниця в показниках інтенсивності розкладання лляного полотна у верхній і нижній частинах орного шару ґрунту становила відповідно до строків спостережень 3,7 і 2,5 % за полицевого, 12,2 і 11,6 – безполицевого, 5,5 і 4,6 – диференційованого та 5,4 і 4,9 % – за дискового обробітку.

Різниця в масі щодобового виділення діоксиду вуглецю становила за безполицевого обробітку відповідно 249,6 і 372,5 мг/м<sup>2</sup> на користь полицевого обробітку чорнозему типового в сівозміні. Цей показник за час спостережень підвищився відповідно на 1,8 і 1,1 % за диференційованого обробітку та зменшився на 2,6 і 2,3 % за постійного дискування, порівняно з контролем.

Під ячменем ярим у травні найвищий убуток маси лляного полотна в орному шарі чорнозему типового зафіксований за полицевого обробітку – 15,8 %, за безполицевого, диференційованого і дискового обробітку він нижчий відповідно на 1,2; 0,9 і 2,0 % (табл.5).

За два місяці (травень–червень) проведення спостережень простежується аналогічна закономірність, і цей показник за зазначених вище варіантів обробітку становив відповідно 27,7; 24,1; 25,1 і 23,7 %.

Вища біологічна активність ґрунту під ячменем ярим за всіх варіантів його обробітку у верхній, ніж у нижній, частині орного шару. При цьому у верхній (0–10 см) частині за обидва строки спостережень вона найвища за чизельного розпушування, а найнижча – за систематич-

ного дискування. Так, убуток маси лляного полотна з цього шару ґрунту за травень і травень–червень становив відповідно: 17,2 і 30,2 % за полицевого обробітку, 21,5 і 32,8 – безполицевого, 16,3 і 27,8 – полицево-безполицевого, 15,2 і 26,5 % – за дискового обробітку в сівозміні.

Таблиця 5 – Біологічна активність ґрунту під агрофітоценозом ячменю ярого за різних систем обробітку й удобрення

Система обробітку ґрунту (фактор А)	Рівні удобрення (фактор В)	Шар ґрунту, см	Убуток маси лляного полотна, %		Щодобове виділення CO <sub>2</sub> , мг/м <sup>2</sup>	
			1.05–30.05	15.05–15.07	травень	червень
1	2	3	4	5	6	7
Полицева	0	0-10	14,7	25,9	3142,3	4204,1
		10-20	13,6	24		
		20-30	12,3	21,8		
	1	0-10	17,2	30,1	3440,2	4604,1
		10-20	15,5	27,3		
		20-30	14,1	24,9		
	2	0-10	18,4	32,1	3705,9	4910,1
		10-20	16,6	29,1		
		20-30	14,9	26,2		
	3	0-10	18,6	32,5	3940,9	5199,2
		10-20	17,4	30,5		
		20-30	16,0	28,1		
Безполицева (чизель)	0	0-10	17,9	28,4	2966,6	4020,3
		10-20	11,0	20,8		
		20-30	8,7	15,3		
	1	0-10	20,5	33	3248,3	4398,4
		10-20	11,3	22		
		20-30	9,4	15,9		
	2	0-10	23,5	33,6	3499,7	4687,6
		10-20	13,5	23,8		
		20-30	9,9	17,1		
	3	0-10	24,2	36	3721,8	4960,8
		10-20	14,6	24,6		
		20-30	11,3	18,8		
Диференційована (полицево-безполицева)	0	0-10	13,9	23,8	3086,5	4095,5
		10-20	12,8	22		
		20-30	11,6	20		
	1	0-10	16,2	27,6	3381,4	4526,5
		10-20	14,6	24,9		
		20-30	13,3	21,8		
	2	0-10	17,4	29,6	3613,6	4802,2
		10-20	15,7	26,8		
		20-30	14,1	23,1		
	3	0-10	17,6	30	3826,4	5065,6
		10-20	16,5	28,1		
		20-30	15,1	23,8		

Продовження табл. 5

1	2	3	4	5	6	7
Постійна мілка (дискування)	0	0-10	12,9	22,6	3060,0	4051,1
		10-20	11,7	20,9		
		20-30	10,5	18,4		
	1	0-10	15,0	26,3	3365,4	4487,1
		10-20	13,5	23,7		
		20-30	12,2	20,3		
	2	0-10	16,2	28,4	3587,7	4760,4
		10-20	14,4	23,5		
		20-30	12,8	22,0		
	3	0-10	16,6	28,6	3790,5	5005,8
		10-20	15,5	26,9		
		20-30	13,6	22,4		
НІР <sub>0,05</sub>	А	0-10	1,8	1,5	100,8	94,8
		10-20	1,7	2,1		
		20-30	2,0	2,7		
	В	0-10	2,3	2,7	170,1	171,9
		10-20	2,6	3,1		
		20-30	2,6	3,3		
	АВ	0-10	2,2	2,6	169,2	164,8
		10-20	2,4	2,9		
		20-30	2,5	3,1		

У шарі ґрунту 20–30 см цей показник набув найбільшого значення за полицевого, найменшого – за безполицевого обробітку. За періоди з 1.05 по 30.05 та з 1.05 по 30.06 початкова маса лляного полотна зменшилась відповідно на 14,3 і 25,3 % за полицевого обробітку, 9,8 і 16,8 – безполицевого, 13,5 і 22,2 – диференційованого, 12,3 і 20,8 % – за дискового обробітку в сівозміні.

Найбільш виразно профільна диференціація орного шару простежувалась за чизельного розпушування, де різниця за цим показником біологічної активності ґрунту у верхньому (0–10 см) і нижньому (20–30 см) шарах становила за перший і другий строки визначення відповідно 11,7 і 16,0 %, а за решти варіантів обробітку – у 3–4 рази менша.

Під ячменем ярим щодобова маса виділеного з ґрунту діоксиду вуглецю за безполицевого, диференційованого і дискового обробітку у травні відповідно на 198,2; 80,3 і 106,4 мг/м<sup>2</sup>, а у червні – на 212,6; 106,9 і 153,3 мг/м<sup>2</sup> менша, ніж на контролі.

Під кукурудзою зниження початкової маси лляного полотна в орному шарі ґрунту за перший місяць спостережень (15.05–15.06) найменше за систематичного мілкого обробітку (14,4 %), найбільше – за диференційованого (15,9 %), а за безполицевого – на рівні контролю (відповідно 15,1 і 15,2 %) (табл. 6).

За два місяці (15.05–15.07) убуток маси лляного полотна з орного шару становив: за полицевого обробітку – 21,9 %, чизельного – 19,9, полицево-безполицевого – 22,4 і дискового обробітку – 19,0 %. Отже, показник біологічної активності ґрунту за диференційованого обробітку на 0,5 % вищий, а за безполицевого і мілкого – відповідно на 2,0 і 2,9 % нижчий, ніж на контролі.

Орний шар ґрунту найбільш гетерогенним виявився за безполицевого розпушування. При цьому впродовж вегетації кукурудзи диференціація орного шару посилювалася за безполицевого і зменшувалася за полицевого обробітку.

Так, різниця в інтенсивності розкладання лляного полотна у верхній (0–10 см) і нижній (20–30 см) частинах орного шару чорнозему типового за місяць і два місяці спостережень становила відповідно 5,0 і 1,0 % за полицевого обробітку, 12,4 і 16,5 % – безполицевого, 8,5 і 7,2 % – полицево-безполицевого, 10,8 і 9,3 % – за постійного мілкого обробітку в сівозміні.

Таблиця 6 – Біологічна активність ґрунту під агрофітоценозом кукурудзи за різних систем обробітку й удобрення

Система обробітку ґрунту (фактор А)	Рівні удобрення (фактор В)	Шар ґрунту, см	Убуток маси лляного полотна %		Щодобове виділення, CO <sub>2</sub> , мг/м <sup>2</sup>	
			15.05–15.06	15.05–15.07	15.05–15.06	15.05–15.07
1	2	3	4	5	6	7
Полицева	0	0-10	13,5	19,4	3243,2	4119,7
		10-20	13,3	20,4		
		20-30	12,5	19,5		
	1	0-10	15,6	21,7	3255,5	4305,0
		10-20	14,9	22,1		
		20-30	13,7	20,8		
	2	0-10	17,0	22,9	3392,8	4501,1
		10-20	16,3	23,3		
		20-30	14,4	21,4		
	3	0-10	17,9	24,4	3518,6	4679,6
		10-20	17,5	24,5		
		20-30	15,3	22,6		
Безполицева (чизель)	0	0-10	18,8	25	2922,8	3966,0
		10-20	12,7	16,9		
		20-30	7,9	10,2		
	1	0-10	21,1	28,1	3094,3	4142,6
		10-20	13,9	18,4		
		20-30	8,7	11,3		
	2	0-10	22,6	29,8	3224,9	4328,9
		10-20	15,2	20,1		
		20-30	9,6	12,4		
	3	0-10	23,6	31,1	3344,3	4498,7
		10-20	16,1	21,3		
		20-30	10,3	14,1		
Диференційована	0	0-10	17,1	22,9	3226,1	4159,1
		10-20	13,8	20,6		
		20-30	10,0	16,9		
	1	0-10	19,6	25,0	3365,2	4337,3
		10-20	15,8	22,6		
		20-30	11,2	18,1		
	2	0-10	21,2	26,5	3499,1	4531,9
		10-20	16,8	24,0		
		20-30	11,7	18,9		
	3	0-10	21,8	28,5	3627,9	4705,3
		10-20	18,5	24,9		
		20-30	12,7	20,0		
Систематична мілка (дискування)	0	0-10	16,8	20,3	2811,9	3764,4
		10-20	12,4	17,2		
		20-30	7,4	12,4		
	1	0-10	19,4	22,4	2941,1	3898,9
		10-20	14,5	19,3		
		20-30	8,6	13,4		
	2	0-10	21,0	24,5	3080,0	4101,1
		10-20	15,5	20,6		
		20-30	8,9	14,6		
	3	0-10	21,3	26,2	3213,8	4280,5
		10-20	16,7	21,4		
		20-30	10,3	15,8		

Продовження табл. 6

1	2	3	4	5	6	7
НІР <sub>0,05</sub>	А	0-10	1,6	1,8	100,5	107,7
		10-20	0,3	0,7		
		20-30	0,2	0,4		
	ВВ	0-10	2,7	2,8	154,3	163,1
		10-20	2,8	3,1		
		20-30	2,6	2,9		
	АВ	0-10	2,5	2,4	150,3	160,3
		10-20	2,3	2,8		
		20-30	2,4	2,7		

Маса щодобового виділення діоксиду вуглецю з ґрунту в перший (15.05–15.06) і другий (15.06–15.07) строки спостережень нижча відповідно на 205,9 і 167,3 мг/м<sup>2</sup> (6,1 і 3,8 %) за чизельного обробітку, 340,8 і 390,2 мг/м<sup>2</sup> (10,2 і 8,9) – дискового і вища на 77,1 і 32,0 мг/м<sup>2</sup> (2,3 і 0,7 %) – за полицево-безполицевого обробітку в сівозміні, порівняно з контролем.

Зростаючі норми внесення добрив істотно підвищують біологічну активність орного шару чорнозему типового під всіма культурами сівозміни.

Зокрема, застосування під кукурудзу 20 т/га гною + N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>100</sub>, 30 т/га гною + N<sub>140</sub>P<sub>100</sub>K<sub>120</sub> і 40 т/га гною + N<sub>150</sub>P<sub>120</sub>K<sub>130</sub> забезпечило зростання щодобової маси виділеного діоксиду вуглецю з ґрунту за два місяці відповідно на 168,7; 363,5 і 538,7 мг/м<sup>2</sup> (4,2; 9,1 і 13,5 %), порівняно з неудобреними варіантами.

Отримані результати досліджень узгоджуються з висновками класиків землеробської науки, які стверджували, що нижня частина орного шару ґрунту, навіть за доброго структурного стану, має низьку біологічну активність [13,14,15].

Нижні шари ґрунту, особливо за безполицевого і поверхневого чи мілкого обробітку, біологічно менш активні, що уповільнює мінералізаційні процеси органічної речовини, а, отже, і утворення доступних елементів зольного й азотного живлення рослин.

Продуктивність гектара ріллі сівозміни за полицевого, безполицевого, диференційованого і дискового обробітку становила відповідно 3,54; 3,14; 3,47 і 3,31 т кормових одиниць на неудобрених ділянках; 4,85; 4,34; 4,88 і 4,44 т – удобрених 8 т гною + N<sub>76</sub>P<sub>64</sub>K<sub>57</sub>; 6,02; 5,41; 6,06 і 5,60 т – удобрених 12 т гною + N<sub>95</sub>P<sub>82</sub>K<sub>72</sub>; 6,89; 6,20; 6,93 і 6,48 т – удобрених 16 т гною + N<sub>112</sub>P<sub>100</sub>K<sub>86</sub>, за найменшої істотної різниці (НІР<sub>0,05</sub>) для фактора А (обробітку) 0,8 т, фактора В (удобрення) 3,1 т, взаємодії факторів – 2,1 т.

**Обговорення.** Біологічна активність орного шару ґрунту і його частин визначається не тільки глибиною основного обробітку під ту чи іншу культуру сівозміни, але й способом та засобом його проведення, системою удобрення та їх взаємодією у ґрунтового середовищі. Цю взаємодію добрив і механічного обробітку важко передбачити, що вкотре засвідчує необхідність проведення стаціонарних багаторічних польових дослідів у типових сівозмінах на різних ґрунтових відмінах.

За оранки під культури і полицевого обробітку ґрунту в сівозміні біологічна активність орного шару чорнозему типового найвища, що посилює мікробіологічні, мінералізаційні, ферментативні процеси в ґрунті і втрати органічної речовини, зокрема, гумусу. Це підтверджується і нашими попередніми дослідженнями [16, 17, 18], у яких найбільш ефективною виявилася диференційована система обробітку ґрунту, з якої баланс гумусу найбільш сприятливий.

Низька біологічна активність ґрунту, що спостерігається за систематичного безполицевого, а особливо мілкого, обробітку в сівозміні негативно впливає на забезпеченість агрофітоценозів елементами зольного і азотного живлення рослин [19].

За постійного безполицевого і мілкого обробітку посилюється гетерогенність орного шару як в цілому за його родючістю, так і за біологічною активністю. В оброблюваному гетерогенному орному шарі локалізовані у верхній частині (0–10 см) елементи зольного й азотного живлення за посушливих умов стають недоступними для культурних рослин [20]. Таким чином, полицевий обробіток зменшує, а чизельний і дисковий прискорюють диференціацію орного шару щодо його біологічної активності. Тому більшість науковців пропо-

нують оранку в сівозмінах проводити один раз у 3–5 років, щоб зменшити гетерогенність орного шару ґрунту.

Уже через два–три місяці після проведення культурної оранки проявляється диференціація орного шару за родючістю, верхня частина якого має вищу, а нижня – меншу біологічну активність, особливо за внесення добрив.

Таким чином, отримані результати досліджень підтверджують висновки науковців щодо необхідності науково обґрунтованого чергування в сівозмінах різних способів, заходів і засобів механічного обробітку на різну глибину, з урахуванням біологічних особливостей культур, їх чергування і властивостей ґрунтових відмін.

**Висновки.** 1. Під агрофітоценозом сої в орному шарі за місяць (травень) і два місяці (травень–червень) різниця в убутку маси лляного полотна становила відповідно: 1,2 і 1,8 % – за чизельного обробітку, 1,1 і 1,1 – диференційованого, 1,1 і 1,2 % – за дискового обробітку на користь контролю.

2. Під пшеницею озимую інтенсивність розкладання в орному шарі лляного полотна практично на одному рівні за безполицевого і диференційованого обробітку, а за полицевого і дискового цей показник дещо вищий (на 0,5–0,6 %). Як і під соєю, він у верхній частині (0–10 см) орного шару найвищий, а у нижній (20–30 см) – найнижчий за безполицевого обробітку; за полицевого спостерігалася зворотна залежність. Диференціація орного шару найвища за чизельного, найнижча – за полицевого обробітку. Кількість виділеного діоксиду вуглецю з ґрунту найбільша за полицевого, найменша – за безполицевого обробітку.

3. Під агрофітоценозом соняшнику найвища біологічна активність орного шару за убутком маси лляного полотна за полицевого і диференційованого обробітку, найнижча – за чизельного розпушування. Маса виділеного діоксиду вуглецю з ґрунту за диференційованого обробітку на 1–2 % вища, а за дискового – на 2–3 % нижча, ніж на контролі.

4. Убуток маси лляного полотна в орному шарі ґрунту під ячменем ярим за два місяці спостережень найвищий за полицевого (27,7 %), найнижчий – за дискового (23,7 %) і безполицевого (24,1 %) обробітку. Найбільш виразно профільна диференціація орного шару простежувалася за чизельного розпушування. Щодобова маса виділеного з ґрунту діоксиду вуглецю за безполицевого, диференційованого і дискового обробітку у травні відповідно на 198,80 і 106, у червні – на 213, 107 і 153 мг/м<sup>2</sup> менша, ніж на контролі.

5. Убуток маси лляного полотна за два місяці спостережень на 0,5 % вищий за диференційованого та на 2,0 і 2,9 % відповідно нижчий за безполицевого і дискового обробітку, ніж на контролі. Орний шар найбільш гетерогенний за безполицевого розпушування. Найменше виділялося діоксиду вуглецю з ґрунту за мілкого, найбільше – за диференційованого обробітку.

6. Зростання норм внесення добрив сприяє підвищенню біологічної активності ґрунту.

7. За диференційованого обробітку ґрунту продуктивність сівозміни на рівні контролю, а за безполицевого і дискового – істотно нижча. Добрива істотно підвищували цей показник за всіх систем основного обробітку.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Теоретичні основи сучасного землеробства / Примак І.Д. та ін.; за ред. І.Д. Примака. Київ: Центр учбової літератури, 2012. С. 373–380.
2. Павліченко А.А. Продуктивність плодозмінної сівозміни залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення у Правобережному Лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Умань, 2019. С. 9–11.
3. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в польових сівозмінах Лівобережного Лісостепу України: автореф. дис... док. с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2015. 26 с.
4. Цюк О.А. Теоретичне обґрунтування та розробка системи екологічного землеробства в Лісостепу України: автореф. дис... док. с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2014. 12 с.
5. Сальніков С.М. Зміна родючості ґрунту та продуктивність буряків цукрових за різних систем землеробства в Правобережному Лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2016. 11 с.
6. Крижанівський В.Г. Ефективність систем основного обробітку ґрунту в ланці п'ятипольної сівозміни горох – пшениця озима – буряк цукровий в умовах Правобережного Лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Умань, 2016. 9 с.
7. Аль – Джанабі Касім Тобан Базун. Родючість ґрунту та продуктивність пшениці озимої залежно від його обробітку і удобрення в Придунайському Степу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2017. 26 с.
8. Циліорик О.І. Наукове обґрунтування ефективності систем основного обробітку ґрунту в короткоротаційній сівозміні Північного Степу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2014. 40 с.

9. Богатир Л.В. Вплив основного обробітку ґрунту та удобрення на біологічну активність осушуваних органо-генних ґрунтів під посівами кукурудзи. Зб. наук. праць Уманського національного університету садівництва. Умань: УНУС, 2015. Вип. 87. Ч.1: Агрономія. 111 с.
10. Єщенко В.О., Калієвський М.В., Костоґриз П.В. Основний обробіток ґрунту під ярі культури в лісостеповій зоні. Умань, 2009. 200 с.
11. Борис Н. Є. Продуктивність кукурудзи за різних способів основного обробітку ґрунту та сівби в короткоро-таційній сівозміні Правобережного Лісостепу: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Чабани, 2017. 21 с.
12. Основи наукових досліджень в агрономії / Єщенко В.О. та ін. Вінниця: ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
13. Барсуков Л.Н., Забавская К.М. Изменение условий плодородия в различных прослойках пахотного слоя в зависимости от обработки. Почвоведение. 1953. № 12. С. 18–27.
14. Вильямс В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. М.: Сельхозгиз, 1946. 456 с.
15. Ревут И. Б. Научные основы минимальной обработки почвы. Земледелие. 1970. № 2. С. 17–23.
16. Примак І.Д., Панченко О.Б., Панченко І.А. Ферментативна активність ґрунту за різних систем основного об-робітку і удобрення культур короткоротаційної сівозміни в Правобережному Лісостепу України. Аграрна наука та освіта в умовах Євроінтеграції: зб. наук. праць. міжнар. науково-практ. конф. Кам'янець-Подільський, 2018. С. 183–185.
17. Примак І.Д., Панченко О.Б., Панченко І.А. Мікробіологічна активність ґрунту за різних систем основного обробітку в сівозміні Правобережного Лісостепу України. Пермакультура та екологобезпечне землеробство: зб. ма-теріалів праць. міжнар. наук. прак. конф. Ужгород, 2018. С. 116–118.
18. Примак І.Д., Панченко О.Б. Зміна мікробного ценозу чорнозему типового за різних систем основного оброби-тку ґрунту і удобрення у спеціалізованій зернопросапній сівозміні Центрального Лісостепу України: зб. наук. праць Подільського аграрно-технічного університету. Сільськогосподарські науки. 2015. Вип. 23. С. 4–14.
19. Вплив систем основного обробітку і удобрення на вміст в ґрунті доступних для рослин елементів живлення і продуктивність польової сівозміни в Правобережному Лісостепу України / І.Д. Примак та ін. Агробіологія. 2017. №2(135). С. 16–24.
20. Механічний обробіток ґрунту: історія, теорія, практика: навч. посіб. / Примак І.Д. та ін.; за ред. І.Д. Прима-ка. Вінниця: Твори, 2019. С. 149–150.

#### REFERENCES

1. Prymak, I.D. (2012). *Teoretychni osnovy suchasnoho zemlerobstva* [Theoretical foundations of modern agriculture]. Kyiv, Center for Educational Literature, pp. 373–380.
2. Pavlichenko, A.A. (2019). *Produktyvnist plodozminnoi sivozminy zalezno vid system osnovnoho obrobittu hruntu ta udobrennia u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukraine: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk: 06.01.01* [Performance of crop rotation crop rotation depending on the systems of basic tillage and fertilizers in the Right-bank Forest Steppe of Ukraine: author. diss. Cand. of Agricultural sciences: 06.01.01]. Uman, pp. 9–11.
3. Shevchenko, M.V. (2015). *Naukovi osnovy system obrobittu hruntu v polovykh sivozminakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys... dok. s.-h. nauk: 06.01.01* [Scientific bases of soil tillage systems in field crop rotations of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine: author. diss. Doc. of Agricultural sciences: 06.01.01]. Dnipropetrovsk, 26 p.
4. Tsiuk, O.A. (2014). *Teoretychne obruntuvannia ta rozrobka systemy ekolohichnoho zemlerobstva v Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys... dok. s.-h. nauk: 06.01.01* [Theoretical substantiation and development of the system of ecological agriculture in the Forest-Steppe of Ukraine: author. diss. Doc. of Agricultural sciences: 06.01.01]. Kyiv, 12 p.
5. Salmikov, S.M. (2016). *Zmina rodiuchosti hruntu ta produktyvnist buriakiv tsukrovyykh za riznykh system zemlerobstva v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys. kand. s.-h. nauk: 06.01.01* [Changes in soil fertility and sugar beet productivity in different farming systems in the Right-bank Forest Steppe of Ukraine: abstract. diss. Cand. of Agricultural sciences: 06.01.01]. Kyiv, 11 p.
6. Kryzhanivskiy, V.H. (2016). *Efektivnist system osnovnoho obrobittu hruntu v lantsi piatypilnoi sivozminy horokh – pshenytsia ozyma – buriak tsukrovyy v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys. kand. s.-h. nauk: 06.01.01* [Efficiency of the basic tillage systems in the five-crop rotation link of peas – winter wheat – sugar beet in the conditions of the Right-bank Forest Steppe of Ukraine: abstract. diss. Cand. of Agricultural sciences: 06.01.01]. Uman, 9 p.
7. Al – Džhanabi Kasim, Toban Bazun. (2017). *Rodiuchist hruntu ta produktyvnist pshenytsi ozymoi zalezno vid yoho obrobittu i udobrennia v Prydunaiskomu Stepu Ukrainy: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk: 06.01.01* [Fertility of soil and productivity of winter wheat depending on its cultivation and fertilization in the Danube steppe of Ukraine: author's diss. Cand. of Agricultural sciences: 06.01.01]. Kyiv, 26 p.
8. Tsyliuryk, O.I. (2014). *Naukove obruntuvannia efektyvnosti system osnovnoho obrobittu hruntu v korotkorotatsiinii sivozminakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy: avtoref. dys. kand. s.-h. nauk: 06.01.01* [Scientific substantiation of efficiency of systems of basic tillage in short rotational rotations of the Northern Steppe of Ukraine: author. diss. Cand. of Agricultural sciences: 06.01.01]. Dnipropetrovsk, 40 p.
9. Bohatyr, L.V. (2015). *Vplyv osnovnoho obrobittu hruntu ta udobrennia na biolohichnu aktyvnist osushuvanykh orhanohennykh gruntiv pid posivamy kukurudzy* [Influence of basic tillage and fertilizers on biological activity of dried organo-genic soils under maize crops]. Zb. nauk. prats Uman'skoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva [Collected Works of Uman National University of Horticulture]. Uman, UNUS, Issue 87, Part 1, Agronomy, 111 p.
10. Ieshchenko, V.O., Kaliievskiy, M.V., Kostohryz, P.V. (2009). *Osnovnyi obrobittok hruntu pid yari kultury v lisostepovii zoni* [The main cultivation of soil under the gullies of culture in the forest-steppe zone]. Uman, 200 p.
11. Borys, N.Ye. (2017). *Produktyvnist kukurudzy za riznykh sposobiv osnovnoho obrobittu hruntu ta sivyby v korotkortatsiinii sivozmini Pravoberezhnoho Lisostepu: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk: 06.01.01* [Corn productivity in different ways of basic tillage and sowing in short-rotation crop rotation of the Right-bank Forest Steppe: abstract. diss. Cand. of Agricultural sciences: 06.01.01]. Chabany, 21 p.



12. Yeshchenko, V.O. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii* [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Vinnytsia, PE «ТН «Edelweiss i K», 332 p.
13. Barsukov, L.N., Zabavskaya, K.M. (1953). *Izmenenie usloviy plodorodiya v razlichnykh prosloykah pahotnogo sloya v zavisimosti ot obrabotki* [Change in fertility conditions in various layers of the arable layer depending on the processing]. *Pochvovedenie* [Soil science], no. 12, pp. 18–27.
14. Vilyams, V.R. (1946). *Pochvovedenie. Zemledelie s osnovami* [Soil science. Agriculture with the basics of soil science]. Moscow, Selhoozgis, 456 p.
15. Revutm, I.B. (1970). *Nauchnyie osnovy minimalnoy obrabotki pochvy* [Scientific Basics of Minimum Tillage]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 2, pp. 17–23.
16. Prymak, I.D., Panchenko, O.B., Panchenko, I.A. (2018). *Fermentatyvna aktyvnist hruntu za riznykh system osnovnogo obrobitku i udobrennia kultur korotkorotatsiinoi sivozminy v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy* [Enzymatic activity of soil under different systems of basic tillage and fertilization of crops of short rotation crop rotation in the Right-bank Forest Steppe of Ukraine]. *Ahrarna nauka ta osvita v umovakh Yevrointegratsii: zb. nauk. prats. mizhnar. naukovo-prakt. konf.* [Agrarian Science and Education in the Conditions of European Integration: Collection of Scientific Papers of International Scientific and Practical Conference]. Kamianets-Podilskyi, pp. 183–185.
17. Prymak, I.D., Panchenko, O.B., Panchenko, I.A. (2018). *Mikrobiolohichna aktyvnist gruntu za riznykh system osnovnogo obrobitku v sivozmini Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrainy* [Microbiological activity of soil under different systems of basic tillage in crop rotation of the Right-bank Forest Steppe of Ukraine]. *Permakultura ta ekolohobezpechne zemlerobstvo. zb. materialiv prats. mizhnar. nauk.-prak. konf.* [Permaculture and environmentally friendly agriculture: a collection of proceedings of an international scientific and practical conference]. Uzhhorod, pp. 116–118.
18. Prymak, I.D., Panchenko, O.B. (2015). *Zmina mikrobnogo tsenozu chornozemu tipovoho za riznykh system osnovnogo obrobitku gruntu i udobrennia u spetsializovani zerno prosapnii sivozmini Tsentralnogo Lisostepu Ukrainy: zb. nauk. prats' Podil's'koho ahrarno-tekhnichnogo universytetu.* [Change of microbial coenosis of chernozem typical of different systems of basic tillage and fertilizers in specialized grain of crop rotation of the Central Forest-Steppe of Ukraine: collection of scientific works of Podilsky Agrarian and Technical University]. *Silskohospodarski nauky* [Agricultural Sciences], Issue 23, pp. 4–14.
19. Prymak, I.D. (2017). *Vplyv system osnovnogo obrobitku i udobrennia na vmist v grunti dostupnykh dlia roslyn elementiv zhvylnennia i produktyvnist polovoї sivozminy v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy* [Influence of basic tillage systems and fertilizers on the soil nutrient content and productivity of field rotation in the Right-bank Forest Steppe of Ukraine]. *Ahrobiolohiia* [Agrobiology], no. 2(135), pp. 16–24.
20. Prymak, I.D. (2019). *Mekhanichniy obrobitok hruntu: istoriia, teoriia, praktyka* [Tillage: history, theory, practice]. Vinnytsia, Writings, pp. 149–150.

**Биологическая активность чернозема типичного при разных системах основной обработки и удобрения культур короткоротационных севооборотов**

**Прымак И.Д., Левандовская С.Н., Панченко А.Б., Панченко И.А., Войтовик М.В., Карпенко В.Г., Мартынюк И.В.**

Четырехлетними (2016–2019 гг.) исследованиями в стационарном полевом зернопропашном севообороте изучено влияние четырех систем основной обработки и четырех систем удобрения на биологическую активность пахотного слоя чернозема типичного под агрофитоценозами пяти культур. Убыль массы льняного полотна в пахотном слое почвы за два месяца наблюдений, которая характеризует интенсивность целлюлозоразлагающих микроорганизмов, при отвальной, безотвальной, дифференцированной и дисковой обработке составляла соответственно 24,5; 22,7; 23,4 и 23,3 % – под соей, 16,3; 15,7; 15,9 и 16,2 % – под пшеницей озимой, 24,1; 22,8; 24,7 и 22,6 % – под подсолнечником; 27,7; 24,1; 25,1 и 23,7 % – под ячменем ярым, 21,9; 19,9; 22,4 и 19,0 % – под кукурузой.

Постоянная мелкая и безотвальная обработки усиливают, а отвальная – уменьшает дифференциацию пахотного слоя по показателю интенсивности разложения льняного полотна. Наиболее гетерогенный пахотный слой при безотвальной, несколько меньше – при дисковой обработке в севообороте.

Интенсивность разложения льняного полотна в верхней (0–10 см) части пахотного слоя почвы наиболее высокая при безотвальной, самая низкая – при отвальной обработке, а в нижней (20–30 см) части наблюдается обратная зависимость.

Интенсивность продуцирования почвой диоксида углерода под соей, пшеницей озимой и ячменем ярым наиболее высокая при отвальной обработке, а самая низкая: под соей – при безотвальной и дифференцированной обработке, под пшеницей озимой, подсолнечником, ячменем ярым – при безотвальной, под кукурузой – при дисковой обработке. Под подсолнухом и кукурузой этот показатель более высокий при дифференцированной, чем отвальной обработке в севообороте.

С повышением норм внесения удобрений биологическая активность пахотного слоя чернозема типичного возрастает.

Продуктивность севооборота практически на одном уровне при отвальной и отвально-безотвальной обработке в севообороте. Систематическая отвальная и мелкая дисковая обработка существенно снижают этот показатель.

**Ключевые слова:** почва, культура, севооборот, обработка, удобрения, льняное полотно, диоксид углерода, пахотный слой, гетерогенность.

**Biological activity of typical chernozemic soil under different systems of main tillage and crops fertilisation of a short crop rotation**

**Prymak I., Levandovska S., Panchenko O., Panchenko I., Voitovyk M., Karpenko V., Martyniuk I.**

The influence of four main tillage systems and four fertilization systems on biological reactivity of a plow layer of typical chernozemic soil under agrophytocenosis of five crops was investigated during four year research (2016–2019) of the

stationary field grain row crop rotation. Loss of mass of flax linen in a plow layer of soil during two months of the study characterizing the intensity of cellulose-decomposing microorganisms under beard, beardless, differential and disc tillage made correspondingly 24.5; 22.7; 23.4 and 23.3 % – for soybeans; 16.3; 15.7; 15.9 and 16.2 % for winter wheat, 24.1; 22.8; 24.7 and 22.6 % – for sunflowers, 27.7; 24.1; 25.1 and 23.7 % – for spring barley, 21.9; 19.9; 22.4 and 19.0 % – for corn.

Steady surface and beardless tillage strengthen the differentiation of a plow layer according to the intensity indices of flax linen decomposing while the beard one tillage decreases. The most heterogenic plow layer was observed under beardless tillage; it was a bit lower under disk tillage in a crop rotation.

The intensity of flax linen decomposing on the top of a plow layer (0–10 cm) is the highest under beardless tillage and the lowest under beard tillage, while in the bottom (20–30 cm) of a plow layer an inverse relation can be observed.

The intensity of carbon dioxide production by the soil under soybeans, winter wheat and spring barley is the highest under beard tillage and the lowest it is for soybeans under beardless and differential tillage, for winter wheat, sunflowers and spring barley under beardless tillage and for corn under disc tillage. For sunflowers and corn this index is higher under differential rather than under beard tillage in a crop rotation.

The biological reactivity of a plow layer of a typical chornozem soil increases as the fertilizers application rates increase.

Crop rotation productivity is almost at the same level under beard and beard-beardless tillage in a crop rotation. Systematic beardless and surface disc tillage decreases this index significantly.

**Key words:** soil, crop, crop rotation, tillage, fertilizers, flax linen, carbon dioxide, plow layer, heterogeneity.

*Надійшла 02.10.2019 р.*



ПРИМАК І.Д., <http://orcid.org/0000-0002-0094-3469>

ЛЕВАНДОВСЬКА С.М., <https://orcid.org/0000-0002-8485-6134>

УДК: 633.63: 631. 531.12

ДРИГА В.В.

*Інститут біоенергетичних культур  
і цукрових буряків НААН України***ЯКІСТЬ ПИЛКУ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО  
ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ЙОГО ВИРОЩУВАННЯ ТА  
СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ**

Метою дослідження є з'ясування особливостей формування якості пилкових зерен – розмірів та життєздатності, залежно від умов вирощування і сортових особливостей проса прутіподібного. Оскільки від якості пилку – його розмірів і життєздатності – залежить схожість насіння, проведено дослідження щодо особливостей формування пилкових зерен проса прутіподібного залежно від умов вегетації і сортового складу. Встановлено, що якість пилку залежала як від умов вегетаційного періоду, так і від сортового складу. Так, у вегетаційному 2018 р. погодні умови в фазу цвітіння (липень) були сприятливими для формування життєздатного пилку, а в серпні – високі температури, які після 11 години дня були більше 35 °С при відсутності опадів, що вплинуло на життєздатність пилку. У всіх сортах життєздатність пилку була низькою. Найбільше життєздатного пилку було в сорту Морозко, найменше – в Кейв-ін-Рок, що негативно вплинуло на схожість насіння. За формою пилкові зерна проса кулясті і незабарвлені. За розмірами вони неоднорідні як за генотипом, так і за умовами вегетації. Якщо у 2018 р. розмір пилкових зерен варіював у межах від 29 до 60 мкм, то в 2019 р. – від 5,2 до 57,2 мкм. У 2019 р. формувалося більше дрібного пилку, порівняно з 2018 р., що обумовлено високими середньодобовими температурами повітря, які перевищували середні добові багаторічні показники, і значним дефіцитом вологи.

Пилок проса прутіподібного неоднорідний як за генотипом, так і за умовами вегетації. У сприятливому для формування пилку 2018 р. його розмір варіював у межах від 29 до 60 мкм, а в 2019 р. він був менших розмірів – від 5,2 до 57,2 мкм. Найбільших розмірів порівняно з іншими сортами формувалися пилкові зерна у сорту Санбурст. Найбільш вирівняним пилок був у сорту Кейв-ін-Рок – 85,3 %.

**Ключові слова:** пилкові зерна, якість, розміри пилку, життєздатність, форма пилку, мінливість, вирівняність.

**doi:** 10.33245/2310-9270-2019-153-2-59-65

**Постановка проблеми.** Недостатня забезпеченість нашої країни традиційними власними енергоносіями зобов'язує не лише економно їх використовувати, а й шукати альтернативні джерела енергії. Для України вагомою альтернативою традиційному пальному є біопаливо [1]. Воно володіє значним потенціалом біомаси, доступної для отримання енергії. Основними складовими є солома та інші відходи сільського господарства (стебла, качани, лушпиння тощо), а також деревні відходи, рідкі палива з біомаси та енергетичні культури. Найбільшу частку в отриманні біомаси складає солома – 23 %, енергетичні культури – 21, відходи сільського господарства – 20 % [2]. Найбільш перспективним видом біоенергетики є фіто-енергетика [3]. Практичний інтерес для виготовлення біопалива із фітомаси представляють такі рослини: просо прутіподібне (свічграс), міскантус, сорго, цукрові буряки, кукурудза та інші біоенергетичні культури [4, 5].

Виробництво власних альтернативних джерел енергії потребує від науковців вивчення та впровадження у сільськогосподарське виробництво нових посухотривалих культур, придатних для отримання біопалива. Однією з таких культур є просо прутіподібне (свічграс).

**Аналіз останніх досліджень.** Просо прутіподібне (свічграс) (*Panicum virgatum* L.) відноситься до роду Просо (*Panicum*) сімейства Мятликових (*Poaceae*) з притаманним йому C<sub>4</sub> фотосинтезом. У дикій природі зустрічається в Північній Америці, в основному в США, крім західних штатів. Біомасу свічграсу широко використовують для виготовлення пелет, а також рідкого біопалива – етанолу [6]. Воно посухостійке, солевитривале, з високою потенційною продуктивністю та пристосованістю до широкого діапазону термінів сівби [7].

На сьогодні просо прутіподібне вже інтродуковане в Україні: вивчають його ботаніко-біологічні особливості [8,9], продуктивні властивості в умовах України [10], розробляють елементи технології вирощування [11,12], вивчають ефективність використання для виготовлення біопалива [13]. Проводять дослідження з розробки способу визначення якості насіння [14,15,16] та підвищення його схожості [17].

Просо прутіподібне розмножується як насінням, так і вегетативно – корінням. Широке впровадження цієї культури у виробництво неможливе без достатньої кількості високоякісного насіння або садивного матеріалу.

Розмножується просо переважно за рахунок самоzapлiднення. Перехресне запліднення звичайно складає лише 0,01–0,5 %, і в окремих випадках може досягати 5 %. Нормально розвинені, фізіологічно зрілі квітки проса квітнуть відкрито. У таких квіток назовні виходять усі три пиляки і два рильця. Пиляки розтріскуються майже відразу після виходу квіток назовні. Тривалість цвітіння окремої квітки – від 3 до 20 хв. Тривалість цвітіння окремої волоті – 13–28 діб. У більшості випадків цвітіння відбувається між 11 і 13 год. при температурі 20–28 °C і більше [7]. Пилкові зерна проса в основному сфероїдні, односторонні, кулясті, пори дрібні оперкулатні, кільчасті [18]. Щодо якості пилку проса прутоподібного, від якого залежить енергія проростання та схожість насіння, в літературі інформації недостатньо.

**Мета дослідження** – з'ясувати особливості формування якості пилкових зерен – розмірів та життєздатності, залежно від умов вирощування і сортових особливостей проса прутоподібного.

**Матеріал і методи дослідження.** Програмою досліджень передбачено вивчення особливостей формування пилку проса прутоподібного (свічграсу) залежно від умов вегетації та сортового складу. Дослідження проводили в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН протягом 2018–2019 рр. з чотирма сортами проса прутоподібного різних груп стиглості, різного походження та плоїдності: середньо-пізні – тетраплоїдний сорт Морозко (Україна), октаплоїдний сорт Кейв-ін-Рок (Південний Іллінойс) та тетраплоїдний – середньої стиглості Санбурст (Південна Дакота) і дуже пізній Амало (Південний Техас).

Пилок відбирали в період масового цвітіння культури з 11 до 13 години. Аналіз пилку проводили на наступну добу після його відбирання. Розміри пилку визначали за методикою Г.І. Ярмолюк та Е.І. Ширяєвої [19].

Період цвітіння за роками досліджень був різним, що вплинуло на якість пилкових зерен. Середня добова температура повітря в 2017 р. за липень становила 19,3 °C, а за серпень – 22,4 °C, що вище від середньої багаторічної температури на 1,6 та 3,8 °C відповідно. У 2018 р. спостерігали аналогічні показники середньої добової температури повітря: в липні вона становила 21,4 °C, а в серпні – 22,5 °C, що вище від середньої багаторічної температури на 2,1 та 3,9 °C відповідно. Забезпеченість рослин вологою за цей період була достатньою для формування пилку. У червні випало опадів на 23 мм більше від середнього багаторічного показника, в липні – на рівні середнього багаторічного значення, а в серпні був дефіцит вологи, який становив 47 мм. Період цвітіння 2019 р. також був теплим. Середня добова температура повітря в липні та серпні перевищувала середні багаторічні значення на 0,5 та 2,1 °C відповідно, зі значним дефіцитом вологи, що вплинуло на якість пилку, особливо на його розміри.

**Результати дослідження.** Формування якісного насіння залежить від ряду чинників, насамперед від процесу запилення і запліднення та якості пилку, яка зумовлена сортовими особливостями й умовами вегетації в період запилення. Якість пилку зумовлена його розмірами та життєздатністю. Зі збільшенням кількості життєздатних пилкових зерен підвищується схожість насіння. Пилок проса кулястий і незабарвлений (рис. 1).

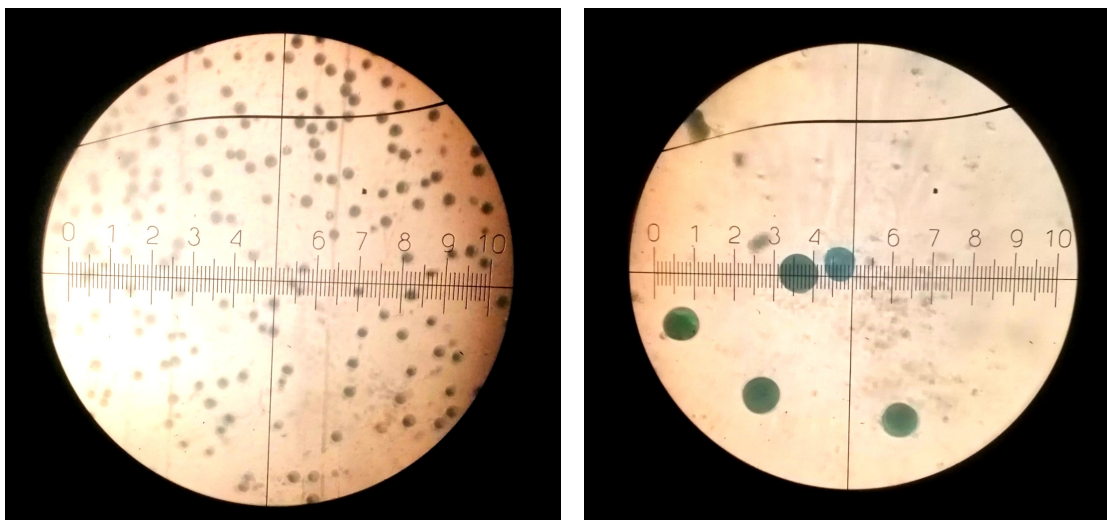


Рис. 1. Пилок проса прутоподібного.

За погодних умов, що склалися в 2017–2018 рр. початок цвітіння (липень) був сприятливим для формування життєздатного пилку, а в серпні високі температури, які після 11 години дня, коли проходило запилення, сягали більше 36 °С за відсутності опадів, вплинули на життєздатність пилку. Температура повітря в період цвітіння 36 °С і більше призводить до стерильності квіток. Причому приймочка маточки відносно більш чутлива, ніж пилкові зерна, що призводить до зниження урожайності насіння [20].

В усіх сортах, що вивчали, життєздатність пилку була низькою (рис. 2).

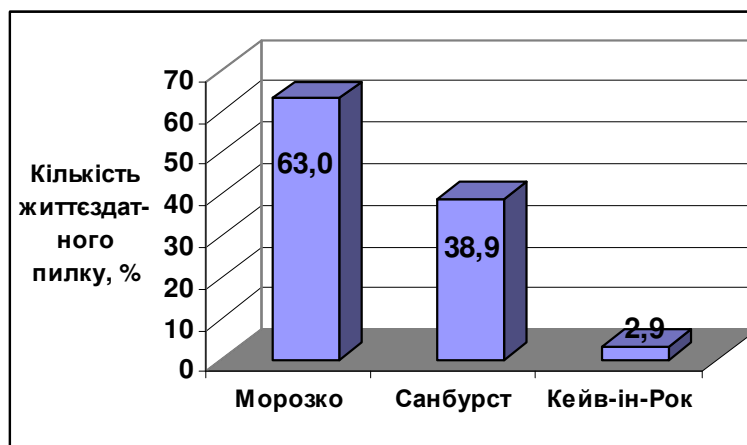


Рис. 2. Кількість життєздатного пилку за сортами (2017–2018 рр.).

Найбільше життєздатного пилку було в сорту Морозко, найменше – в Кейв-ін-Рок, що негативно вплинуло на схожість насіння.

За розмірами пилков сортів проса прутоподібного піддається модифікаційній дії ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Мінливість розмірів пилку за роки досліджень відтворює фенотиповий характер цієї ознаки, яка змінювалася як від сортових особливостей, так і від погодних умов у період вирощування. Пилок був неоднорідний як за генотипом, так і за роками вегетації. Якщо у 2018 р. розмір пилку варіював у межах від 29 до 60 мкм, то в 2019 р. – від 5,2 до 57,2 мкм. У 2019 р. формувалося більше дрібного за розміром пилку, порівняно з 2018 р., що зумовлено високими середньодобовими температурами повітря, які перевищували середні добові багаторічні показники, та значним дефіцитом вологи, який у червні становив 6,0 мм, в – липні 15 мм, а в – серпні 24 мм.

Розміри та вирівняність пилку проса прутоподібного залежали від його сортових особливостей. У вегетаційний період 2018 р. пилкові зерна сорту Санбурст були найбільших розмірів і в середньому становили 35,8 мкм з варіюванням від 14,5 до 95,7 мкм (табл. 1).

Таблиця 1 – Мінливість розміру пилку залежно від сортових властивостей (2018 р.)

Сорт	Відсоток пилку за розмірами, мкм							Розмір пилку, мкм		
	< 29	29-33	33,1-37	37,1-41	41,1-45	45,1-60	>60	середнє	min	max
Морозко	21,6	34,4	20,0	12,0	5,6	3,2	3,2	31,5	11,6	66,7
Санбурст	12,7	20,0	32,7	23,6	0,0	5,5	5,5	35,8	14,5	95,7
Кейв-ін-Рок	5,9	47,1	38,2	8,8	0,0	0,0	0,0	32,6	23,2	37,7
НІР <sub>0,05</sub>								2,6		

Достовірно менших розмірів був пилок сорту Морозко – 31,5 мкм за варіювання від 8,7 до 66,7 мкм та сорту Кейв-ін-Рок – 32,6 мкм з варіюванням від 23,2 до 37,7 мкм відповідно. Достовірної різниці в розміру пилку цих сортів не було.

Вирівняність пилку характеризується розмахом варіювання. Найбільш вирівняним пилок був у сорту Кейв-ін-Рок – 85,3 %, якого було в межах від 29 до 37 мкм. Основна маса пилку розміром 29–37 мкм становила в сорту Морозко – 66,4 %, сорту Санбурст – 52,7 %.

У вегетаційному 2019 р. середні розміри пилку були значно меншими в усіх сортах. Істотної різниці за цим показником залежно від сортових особливостей не виявлено (табл. 2).

Таблиця 2 – Мінливість розміру пилку залежно від сортових властивостей (2019 р.)

Сорт	Відсоток пилку за розмірами, мкм						Розмір пилку, мкм		
	до 10	10–20	21–30	31–40	41–50	>50	середнє	min	max
Морозко	20,8	49,4	23,4	1,3	2,6	2,6	15,1	5,2	57,2
Санбурст	43,8	37,1	10,1	9,0	0,0	0,0	15,7	5,2	41,3
Кейв-ін-Рок	15,0	42,9	34,6	6,7	0,8	0,0	15,1	5,2	33,8
Амало	61,7	22,9	10,1	4,8	0,5	0,0	14,9	5,2	28,6
НІР <sub>0,05</sub>							4,0		

Залежності розмірів та вирівняності пилку залежно від сортових особливостей у вегетаційному 2019 р. порівняно з 2018 р. збереглися.

Пилок сорту Санбурст був найбільших розмірів порівняно з іншими сортами, його середні розміри становили 15,7 мкм з варіюванням від 5,2 до 41,3 мкм, найменших – в сорту Амало – 14,9 мкм з варіюванням від 5,2 до 28,6 мкм. Пилок сортів Морозко та Кейв-ін-Рок за розміром був однаковим і становив у середньому 15,1 мкм.

Найбільш вирівняним був пилок сорту Кейв-ін-Рок – 77,5 %, розміри якого становили 10–30 мкм. У сорту Морозко пилку такого розміру було 72,8 %, в Санбурст – 47,2, а в сорту Амало – 33,0 %. Найменших розмірів пилок був у сорту Амало – 14,9 мкм, і 61,7 % його було розміром менше 10 мкм.

**Обговорення.** Дослідження якості пилку проводили з чотирма сортами проса прутноподібного різних груп стиглості, походження та плідності. Якість пилку зумовлена сортовими особливостями й умовами вегетації в період запилення. За погодних умов, що склалися в 2017–2018 рр. початок цвітіння (липень) був сприятливим для формування життєздатного пилку, а в серпні – високі температури, які після 11 годин дня, коли проходило запилення, сягали більше 36 °С за відсутності опадів, що призвело до стерильності квіток і вплинуло на життєздатність пилку.

За розмірами пилок сортів проса прутноподібного піддається модифікаційній дії ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Мінливість розмірів пилку за роки досліджень відтворює фенотиповий характер цієї ознаки, яка змінювалася як від сортових особливостей, так і від погодних умов у період вирощування. Пилок був неоднорідний як за генотипом, так і за роками вегетації.

**Висновки.** Пилок проса прутноподібного неоднорідний як за генотипом, так і за умовами вегетації. У 2018 р., який був сприятливішим для формування пилку, його розмір варіював у межах від 29 до 60 мкм, а в 2019 р. пилкові зерна були менших розмірів, які варіювали від 5,2 до 57,2 мкм. Найбільших розмірів порівняно з іншими сортами формувалися пилкові зерна в сорту Санбурст. Найбільш вирівняним пилок був у сорту Кейв-ін-Рок – 85,3 %. Несприятливі погодні умови в фазу цвітіння призвели до формування нежиттєздатного пилку.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сінченко В.М., Гументик М.Я., Бондар В.С. Перспективи технології виробництва біопалива. Біоенергетика. №2 (4). Київ. 2014. 13 с.
2. Курило В.Л., Яланський О.В., Гамандій Л.В., Каражбей Г.М. Проблеми біоенергетичної оцінки сортових культур. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2012. Вип. 80. С. 123–129.
3. Роїк М.В., Ганженко О.М., Тимошук В.Л. Концепція виробництва і використання твердих видів біопалива в Україні. Біоенергетика. №1(5). 2015. 5 с.
4. Гументик М.Я. Вирощування та використання органічної сировини для виробництва енергії. Збірник наукових праць ІБКіЦБ. Київ. Вип. 14. 2012. 546 с.
5. Зінченко В.О. Біомаса як альтернативне джерело енергії. Екологічний вісник. 2005. С. 24–25.
6. Купцов Н.С., Попов Е.Г. Энергопланиации. Справочное пособие по использованию энергетических культур. Минск: Технология. 2015. 128 с.
7. Чекалин Н.М., Тищенко В.Н., Баташова М.Е. Классификация, карิโอтип и биологические особенности *Panicum*. Селекция и генетика отдельных культур. URL: [https://agromage.com/stat\\_id.php?id=475](https://agromage.com/stat_id.php?id=475)

8. Кулик М.І. Ботанічні особливості та характеристика екотипів проса лозовидного. Матеріали восьмої 164 міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Простір і час сучасної науки», 18–19 квітня 2012 р. Київ. 2012. С. 6–7.
9. Щербакова Т.О. Рахметов Д.Б. Особливості будови пагонів проса прутоподібного (*Panicum Virgatum* L) в умовах інтродукції в Правобережному Лісостепу та Поліссі України. *Plant Varieties Studying and protection*. 2017. Vol. 13. No 1. С. 85–88. DOI: <http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.13.1.2017.97334>
10. Кулик М.І., Юрченко С.О. Формування продуктивності інтродукованого в центральній частині України *Panicum virgatum* L. (проса лозоподібного). Фактори експериментальної еволюції організмів: зб. наук. пр. Національна академія наук України, Інститут молекулярної біології і генетики, Укр. т-во генетиків і селекціонерів ім. М.І. Вавилова. Том 14. 2014. С. 160–164.
11. Гументик М.Я. Агротехнічні прийоми вирощування проса прутоподібного *Panicum Virgatum* L. *Біоенергетика*. №1. 2014. С. 29–32.
12. Cassidy Nikole Yatso. Planting and production of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) as a bioenergy crop in Michigan's Upper Peninsula. *Peninsula "Master Thesis, Michigan. University of Technology. Houghton. Michigan. United States*. 2011. URL: <https://digitalcommons.mtu.edu/etds/162/>
13. Петриченко С.М., Герасименко О.В., Гончарук Г.С. Перспективи вирощування свічграсу як альтернативного джерела енергії в Україні. *Цукрові буряки*. 2011. № 3. С. 12–14.
14. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Гончарук Г.С., Доронін В.В., Шевченко Т.В., Карпук Л.М. Вплив вологості ложа для пророщування насіння проса лозовидного (*Panicum virgatum* L) на інтенсивність його проростання. *Новітні агротехнології*. ІБКіЦБ. № 4. 2016. DOI: [https://doi.org/10.21498/na.1\(4\).2016.118204](https://doi.org/10.21498/na.1(4).2016.118204).
15. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Бусол М.В., Доронін В.В., Мандровська С.М., Гончарук Г.С. Визначення схожості насіння проса прутоподібного (свічграсу) *Panicum virgatum* L. *Методичні рекомендації*. Київ: ІБКіЦБ НААН. 2015. 10 с.
16. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Бусол М.В., Доронін В.В., Мандровська С.М. Визначення енергії проростання та схожості насіння свічграсу. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2015. № 1. С. 64–68.
17. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Бусол М.В., Доронін В.В. Способи підвищення якості насіння свічграсу. *Біоенергетика*. 2014. № 2. С. 22–24.
18. Kashikar Neha, Kalkar S.A. Pollen morphology of millets-exine surface ultrastructure. *Institute of Science, Nagpur. Nagpur, India. January 2010. P. 85–90*. URL: <https://www.ajeb.com/special/SP-17.pdf>
19. Ярмолюк Г.И., Щиряева Е.И. Цитологические и цитогенетические исследований в селекции сахарной свеклы. *Методические рекомендации*. К.: ВНИС. 1982. 40 с.
20. Djanaguairaman M., Perumal R., Ciampitti I.A., Gupta S.K., Prasad P.V.V. Quantifying pearl millet response to high temperature stress: thresholds, sensitive stages, genetic variability and relative sensitivity of pollen and pistil. *Plant Cell Environ*. 2018 May. 41(5). P. 993–1007. DOI: <https://doi.org/10.1111/pce.12931>

## REFERENCES

1. Sinchenko, V.M., Gumentyk, M.Ja., Bondar, V.S. (2014). *Perspektyvy tehnologii' vyrobnyctva biopalyva* [Prospects for biofuel production technology]. *Bioenergetyka* [Bioenergy]. Kyiv, no. 2(4), 13 p.
2. Kurylo, V.L., Jalans'kyj, O.V., Gamandij, L.V., Karazhbej, G.M. (2012). *Problemy bioenergetychnoi' ocinky sortovyh kul'tur* [Problems of bioenergy evaluation of varietal crops]. *Zbirnyk naukovykh prac' Umans'kogo nacional'nogo universytetu sadivnytva* [Proceedings of the Uman National University of Horticulture]. Uman, Issue 80, pp. 123–129.
3. Roi'k, M.V., Ganzhenko, O.M., Tymoshuk, V.L. (2015). *Koncepcija vyrobnyctva i vykorystannja tverdyh vydiv biopalyva v Ukraini* [The concept of production and use of solid biofuels in Ukraine]. *Bioenergetyka* [Bioenergy], no. 1(5), 5 p.
4. Gumentyk, M.Ja. (2012). *Vyroshhuvannja ta vykorystannja organichnoi' syrovyny dlja vyrobnyctva energii'* [Growing and using organic raw materials for energy production]. *Zbirnyk naukovykh prac' IBKiCB* [Collection of Scientific Papers of IBKiCB]. Kyiv, Issue 14, 546 p.
5. Zinchenko, V.O. (2005). *Biomasa jak al'ternatyvne dzherelo energii'* [Biomass as an alternative energy source]. *Ekologichnyj visnyk* [Ecological Bulletin], pp. 24–25.
6. Kupcov, N.S., Popov, E.G. (2015). *Jenergoplantacii. Spravochnoe posobie po ispol'zovaniju jenergeticheskikh kul'tur* [Energy plantations. Energy Crop Reference Guide]. Minsk, Tehnologija, 128 p.
7. Chekalin, N.M., Tishhenko, V.N., Batashova, M.E. *Klasifikacija, kariotip i biologicheskie osobennosti Panicum* [Classification, Karyotype, and Biological Features of *Panicum*]. *Selekcija i genetika otdel'nyh kul'tur* [Breeding and genetics of separate cultures]. Available at: [https://agromage.com/stat\\_id.php?id=475](https://agromage.com/stat_id.php?id=475)
8. Kulyk, M.I. (2012). *Botanichni osoblyvosti ta harakterystyka ekotypiv prosa lozovydnogo* [Botanical features and characterization of the ecotypes of millet prominent]. *Materialy vos'moi' 164 mizhnarodnoi' naukovykh-praktychnoi' Internet-konferencii' «Prostir i chas suchasnoi' nauky»* [Proceedings of the Eighth 164 International Scientific and Practical Internet Conference "Space and Time of Modern Science"]. Kyiv, pp. 6–7.
9. Shherbakova, T.O. Rahmetov, D.B. (2017). *Osoblyvosti budovy pagoniv prosa prutopodobnogo (Panicum Virgatum L) v umovah introdukciij v Pravoberezhnomu Lisostepu ta Polissi Ukraini* [Features of structure of shoots of panic-shaped 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. Available at: <http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.13.1.2017.97334>
10. Kulyk, M.I., Jurchenko, S.O. (2014). *Formuvannja produktyvnosti introdukovanogo v central'nij chastyni Ukrainy Panicum virgatum L. (prosa lozopodobnogo)* [Productivity formation of the *Panicum virgatum* L. introduced in the central part of Ukraine (vine-shaped millet)]. *Faktory eksperymental'noi' evoljucii' organizmiv* [Factors of experimental evolution of organisms: Coll. Sciences. National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Molecular Biology and Genetics, Ukr. Geneticists and Breeders of M. Vavilov], Vol. 14, pp. 160–164.

11. Gumentyk, M.Ja. (2004). Agrotehniczni pryjomy vyroshhuvannja prosa prutopodibnogo Panicum Virgatum L. [Agrotechnical techniques for growing millet of Panicum Virgatum L.]. Bioenergetyka [Bioenergy], no. 1, pp. 29–32.
12. Kassidy Nikole Yatso. (2011). Planting and production of switchgrass (Panicum virgatum L.) as a bioenergy crop in Michigan's Upper Peninsula. Peninsula "Master Thesis, Michigan. University of Technology. Houghton. Michigan, United States. Available at: <https://digitalcommons.mtu.edu/etds/162/>
13. Petrychenko, S.M., Gerasymenko, O.V., Goncharuk, G.S. (2011). Perspektyvy vyroshhuvannja svichgrasu jak al'ternatyvnogo dzherela energii v Ukraini [Prospects for Growing Switches as an Alternative Energy Source in Ukraine]. Cukrovi burjaky [Sugar beet], no. 3, pp. 12–14.
14. Doronin, V.A., Kravchenko, Ju.A., Goncharuk, G.S., Doronin, V.V., Shevchenko, T.V., Karpuk, L.M. (2016). Vplyv vologosti lozha dlja proroshhuvannja nasinnja prosa lozovydnogo (Panicum virgatum L.) na intensyvniť jogo prorostannja [Influence of the humidity of the bed for germination of the seeds of the millet vine (Panicum virgatum L.) on the intensity of its germination]. Novitni agrotehnologii' [Modern agricultural technologies]. IBKiCB, no. 4. Available at: [https://doi.org/10.21498/na.1\(4\).2016.118204](https://doi.org/10.21498/na.1(4).2016.118204)
15. 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 millet seeds of Panicum virgatum L.]. Metodichni rekomendacii' [Guidelines]. Kyiv, IBKiCB NAAN, 10 p.
16. Doronin, V.A., Kravchenko, Ju.A., Busol, M.V., Doronin, V.V., Mandrovs'ka, S.M. (2015). Vyznachennja energii prorostannja ta shozhosti nasinnja svichgrasu [Determination of germination energy and seed germination similarity]. Visnyk Umans'kogo nacional'nogo universytetu sadivnyctva [Bulletin of the Uman National University of Horticulture], no. 1, pp. 64–68.
17. Doronin, V.A., Kravchenko, Ju.A., Busol, M.V., Doronin, V.V. (2014). Sposoby pidvyshhennja jakosti nasinnja svichgrasu [Ways to improve the quality of grape seed]. Bioenergetyka [Bioenergy], no. 2, pp. 22–24.
18. Kashikar, Neha, Kalkar, S.A. (2010). Pollen morphology of millets-exine surface ultrastructure. Institute of Science, Nagpur. Nagpur. India, pp. 85–90. Available at: <https://www.ajeb.com/special/SP-17.pdf>
19. Jarmoljuk, G.Y., Shhyrjaeva, E.Y. (1982). Cytologycheskye y cytogenetycheskye yssledovanyj v selekcyi saharnoj svekly [Cytological and cytogenetic studies in sugar beet breeding]. Metodicheskye rekomendacyi [Guidelines]. Kyiv, VNYS, 40 p.
20. Djanaguairaman M., Perumal R., Ciampitti I.A., Gupta S.K., Prasad P.V.V. Quantifying pearl millet response to high temperature stress: thresholds, sensitive stages, genetic variability and relative sensitivity of pollen and pistil. Plant Cell Environ. 2018 May, 41(5), pp. 993–1007. Available at: <https://doi.org/10.1111/pce.12931>

#### **Качество пыльцы проса прутоподобного в зависимости от условий его выращивания и сортовых особенностей**

**Дрыга В.В.**

Цель исследования – выявить особенности формирования качества пыльцевых зерен – размеров и жизнеспособности, в зависимости от условий выращивания и сортовых особенностей проса прутоподобного. Поскольку от качества пыльцы – ее размеров и жизнеспособности – зависит всхожесть семян, проведены исследования особенностей формирования пыльцевых зерен проса прутоподобного в зависимости от условий вегетации и сортового состава. Установлено, что качество пыльцы зависело как от условий вегетационного периода, так и от сортового состава. Так, в вегетационном 2018 г. погодные условия в фазу цветения (июль) были благоприятными для формирования жизнеспособной пыльцы, а в августе – высокие температуры, которые после 11 часов дня были более 35 °С при отсутствии осадков, которые повлияли на жизнеспособность пыльцы. Во всех сортах жизнеспособность пыльцы была низкой. Больше всего жизнеспособной пыльцы было у сорта Морозко, наименьше – в Кейв-ин-Рок, что негативно повлияло на всхожесть семян. По форме пыльцевые зерна проса шаровидны и не окрашены. По размерам они не однородны, как в зависимости от генотипа, так и от условий вегетации. Если в 2018 г. размер пыльцевых зерен варьировал в пределах от 29 до 60 мкм, то в 2019 г. – от 5,2 до 57,2 мкм. В 2019 г. формировалась более мелкая пыльца, по сравнению с 2018 г., что обусловлено высокими среднесуточными температурами воздуха, которые превышали средние суточные многолетние показатели, и значительным дефицитом влаги. Пыльца проса прутоподобного не однородна, как в зависимости от генотипа, так и от условий вегетации. В благоприятном для формирования пыльцы 2018 г. ее размер варьировал в пределах от 29 до 60 мкм, а в 2019 г. она была меньших размеров – от 5,2 до 57,2 мкм. Наибольших размеров по сравнению с другими сортами формировались пыльцевые зерна у сорта Санбурст. Наиболее выровненной пыльца была у сорта Кейв-ин-Рок – 85,3 %.

**Ключевые слова:** пыльцевые зерна, качество, размеры пыльцы, жизнеспособность, форма пыльцы, изменчивость, выравненность.

#### **Millet pollen quality depending on the growing conditions and varietal characteristics**

**Dryha V.**

The aim of the study is to find out the features of forming the quality of pollen grains, namely their size and viability, depending on the growing conditions and varietal characteristics of switchgrass.

The research deals with the peculiarities of millet pollen grains formation, depending on the conditions of vegetation and varietal composition, as the pollen quality – its size and viability – affects the seeds germination. It was established that the pollen quality depended both on the conditions of the growing season and varietal composition. Thus, in the 2018 growing season the weather conditions in the flowering phase (July) were favorable for the viable pollen formation, and high temperatures in August, exceeding 35 °C after 11:00 am at the absence of precipitation affected the viability of the pollen. In all the varieties, the viability of pollen was low. The most viable pollen was in the Morozko variety and the least viable – in the Cave-in-Rock variety, which negatively affected the seed germination. Pollen grains are spherical in form and colorless.



They were not uniform in size both depending on the genotype and the growing conditions. In 2018 the pollen grains size ranged from 29 to 60 microns, in 2019 – from 5.2 to 57.2 microns. In 2019, the smaller pollen formed compared to 2018 due to high average daily air temperatures that exceeded average daily long-term values and due to significant moisture deficiency.

Millet pollen is not homogeneous, depending on the both genotype and vegetation conditions. In 2018, which was favorable for pollen formation, the size varied from 29 to 60 microns, and in the less favorable 2019, it was smaller and ranged from 5.2 to 57.2 microns. The largest size of pollen grains formed in the Sunburst variety compared to other varieties. The most uniform – 85.3 % of the total amount – was the pollen in the Cave-in-Rock variety.

**Key words:** pollen grains, quality, pollen size, viability, pollen form, variability, uniform.

*Надійшла 04.10.2019 р.*

 ДРИГА В.В., <http://orcid.org/0000-0001-8085-5313>

УДК 633.63:620.925

КАРПУК Л.М.  
ЄРМОЛАЄВ М.М.  
ПАВЛІЧЕНКО А.А.  
КАРАУЛЬНА В.М.  
ЄЗЕРКОВСЬКА Л.В.  
ПОЛЯКОВ В.І.

Білоцерківський національний аграрний університет

## ВПЛИВ ГЛИБИНИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА УРОЖАЙНІСТЬ БУРЯКІВ КОРМОВИХ В УМОВАХ НВЦ БІЛОЦЕРКІВСЬКОГО НАУ

Мета досліджень – встановити найбільш ефективне поєднання обробітку ґрунту, яке забезпечує високу продуктивність буряків кормових, за одночасного підвищення родючості чорнозему типового і якості коренеплодів.

Дослідження проводили у Навчально-виробничому центрі (НВЦ) Білоцерківського НАУ у 2018–2019 роках. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний крупно-пилувато-середньосуглинкового гранулометричного складу. Відповідно до проведених аналізів він характеризується такими показниками в орному (0–30 см) шарі: вміст гумусу – 3,23 %; легкогідролізованого азоту – 7,6 мг; доступного фосфору – 13,9 мг; рухомого калію – 15,1 мг/100 г ґрунту; сума поглинутих основ – 25,3 мг.екв.; гідролітична кислотність – 2,15 мг.екв./100 г ґрунту.

Наведені дані свідчать про те, що ґрунти є відносно родючими. За вмістом гумусу належать до малогумусних. Реакція ґрунтового розчину слабокисла.

За показниками рухомих форм фосфору, калію, рН сольової витяжки вони відносяться до середньозабезпечених фосфором і калієм, не потребують вапнування.

На удобрених ділянках збільшується вміст фосфору і калію в ґрунті. Так, внесення  $N_{90}P_{90}K_{90}$  приводить до підвищення вмісту калію і фосфору в орному шарі ґрунту відповідно: під час сівби – на 25,6 і 50,0 %, у фазу третьої пари справжніх листків – на 23,2 і 33,3 % в порівнянні з неудобреними ділянками. Більш інтенсивний ріст і розвиток рослин кормових буряків на удобрених варіантах приводили до вирівнювання вмісту фосфору і калію в ґрунті по варіантам досліді в період збирання врожаю.

На посівах кормових буряків переважали такі бур'яни: *Polygonum convolvulus*, *Persicaria lapathifolia*, *Agrostis alba*, *Setaria pumila*, *Echinochloa crus-galli*, *Convolvulus arvensis*, *Raphanus raphanistrum* та ін.

За застосування вищих доз добрив урожайність коренеплодів кормових буряків підвищується, на ділянках із внесенням  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$  порівняно з неудобреними ділянками, в середньому по всіх досліджуваних варіантах на 17,3 т/га.

Показники структурного стану і будови ґрунту під кормовими буряками вищі за обробітку плугом з глибиною 30–32 см, ніж 20–22 см. На зораних на 30–32 см плугом ділянках вміст водотривких агрегатів підвищувався в орному шарі на 2,0–2,5 %. Урожайність коренеплодів кормових буряків за механічного обробітку ґрунту плугом 30–32 см вища на 4,11 т/га в порівнянні з обробітком плугом на 20–22 см. За збільшенні доз добрив урожайність зростає.

**Ключові слова:** буряки кормові, основний обробіток ґрунту, удобрення, урожайність.

**doi:** 10.33245/2310-9270-2019-153-2-66-74

**Постановка проблеми.** Вдалий розвиток виробництва сільського господарства є можливим за застосування основних систем землеробства, які є науково обґрунтованими та широко впроваджуються у ґрунтозахисних енергозберігаючих та екологічно доцільних технологіях вирощування культур сільського господарства, виконання комплексу заходів по підвищенню капіталовкладень, сільськогосподарської техніки, добрив та інших засобів.

У комплексі агротехнічних заходів, які спрямовані на покращення ґрунтової родючості і продуктивності культур сільського господарства, підвищення виробництва кормів, зерна, продукції рослинництва тощо, велике значення має науково обґрунтований механічний обробіток ґрунту. Він сприяє оструктуренню, покращує поживний, водно-повітряний і тепловий режими ґрунту. За допомогою механічного обробітку регулюють агрохімічні, біологічні та агрофізичні процеси, які відбуваються в ґрунтовому середовищі, інтенсивність нагромадження і розкладання органічної речовини, доступної ґрунтової вологи в кореневмісному шарі та більш продуктивне використання рослинами добрив. Механічний обробіток ґрунту – один із найефективніших заходів контролю чисельності бур'янів, шкідників і хвороб сільськогосподарських культур.

Основне завдання механічного обробітку ґрунту в системі землеробства – створення оптимальних умов для розвитку культурних рослин, підвищення ґрунтової родючості та захисту його від ерозії.

Для правильного вирішення питань механічного обробітку ґрунту потрібні поглиблені теоретично-практичні знання щодо вимог культур до середовища, в якому вони вирощуються, закономірностей фізико-хімічних процесів, які протікають у ґрунті та їх змін під впливом заходів механічного обробітку. За останні роки механічний обробіток ґрунту розвинувся як у теоретичному, так і практичному аспекті. Визначено параметри оптимальної для сільськогосподарських культур будови ґрунту, більш досконало вивчено закономірності руху вологи в ґрунті при випаровуванні, питання диференціації різних частин орного шару за родючістю тощо.

У розвитку тваринництва важливу роль відводять кормовиробництву, зокрема поліпшенню структури кормових культур та збільшенню виробництва соковитих кормів.

Однією з найважливіших соковитих кормових культур є кормові буряки.

Кормові буряки – цінний молокогінний і дієтичний корм. Вони містять 80–85 % води, 10–14 – вуглеводів, 0,9 – перетравного протеїну, 0,1 – клітковини, 1,0 % – золи, у тому числі 0,4 – фосфору і 0,4 % калію. Головна поживна речовина у кормових буряків – цукри. За поживністю в 100 кг коренеплодів міститься 12–15 кормових одиниць. Крім коренеплодів, на корм використовують гичку, сто кілограм якої (у свіжому вигляді) відповідає 7–10 кормовим одиницям. В 1 кг гички міститься 40 мг каротину. Зола гички багата на калій, кальцій, фосфор і залізо.

Одним із важливих заходів підвищення продуктивності кормових буряків та ефективності добрив, засобів захисту їх посівів від збудників хвороб, шкідників і бур'янів є раціональний механічний обробіток ґрунту. Наразі дискусійним питанням в області механічного обробітку ґрунту під кормові буряки є оптимальна глибина обробітку, яка б забезпечила не тільки високу продуктивність культури, але й належний фітосанітарний стан ґрунту і його захист від ерозійних процесів.

**Аналіз останніх досліджень.** В Україні проводять інтенсивні дослідження по вивченню ефективності безвідвальних обробітків за допомогою нових машин і знарядь під посів озимих зернових та інших культур.

За даними досліджень Інституту землеробства, проведеними в 1970–1995 рр. на сірих лісових ґрунтах в зерно-просапних сівозмінах, найвищу агротехнічну, організаційно-господарську і техніко-економічну ефективність при відносно благополучній екології навколишнього середовища забезпечують системи чітко розмежованого за глибиною (6–45 см), культурами, комбінованого за способами ресурсозберігаючого обробітку ґрунту в сівозміні на базі сучасної номенклатури чизельних, полицевих, дискових, плоскорізних, роторних та комбінованих знарядь (Коломієць М.В.).

За даними Інституту землеробства УААН, під ярі зернобобові і зернові після просапних у районах із недостатнім зволоженням, особливо в умовах прояву вітрової ерозії, основний обробіток здійснюють найчастіше безполицевими знаряддями на глибину 20–22 см, а при відсутності бур'янів багаторічних – на 12–14 см; у Лісостепу на рівних площах проводять оранку чи розпушування плоскорізами на 20–22 см. За меншої глибини оброблюваного шару в цій зоні спостерігається стійка закономірність до зменшення урожайності ярих колосових. Це пов'язано з сильним ущільненням ґрунту від агротехніки, що працює на збиранні і транспортуванні урожаю просапних культур (цукрових буряків, кукурудзи), коли випадають пізноосінні опади. Неглибоке розпушення ґрунту в таких умовах не сприяє відновленню необхідного рівня щільності і водопроникності ґрунту. У зв'язку з цим, було поставлено завдання вивчити ефективність дії різних способів обробітку ґрунту в Правобережному Лісостепу України під ячмінь.

**Мета дослідження** – встановити найбільш ефективне поєднання обробітку ґрунту, яке забезпечує високу продуктивність буряків кормових за одночасного підвищення родючості чорнозему типового і якості коренеплодів.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили у Навчально-виробничому центрі (НВЦ) Білоцерківського НАУ у 2018–2019 роках. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний крупно-пилувато-середньосуглинкового гранулометричного складу. Відповідно до проведених аналізів він характеризується такими показниками в орному (0–30 см) шарі: вміст гумусу – 3,23 %; легкогідролізованого азоту – 7,6 мг; доступного фосфору – 13,9 мг; рухомого калію – 15,1 мг/100 г ґрунту; сума поглинутих основ – 25,3 мг.екв.; гідролітична кислотність – 2,15 мг.екв./100 г ґрунту.

Наведені дані свідчать про те, що ґрунти є відносно родючими. За вмістом гумусу належать до малогумусних. Реакція ґрунтового розчину слабокисла.

За показниками рухомих форм фосфору, калію, рН сольової витяжки вони відносяться до середньозабезпечених фосфором і калієм, не потребують вапнування.

У сівозміні встановлено наступне чергування культур:

- 1) конюшина лучна;
- 2) озима пшениця;
- 3) цукрові і кормові буряки;
- 4) горох;
- 5) ячмінь із підсівом конюшини.

У сівозміні структура посівних площ наступна: бобові культури – 40 %, у тому числі багаторічні бобові трави – 20, зернові – 40, просапні – 20 %.

Як видно зі структури посівних площ, ця сівозміна відноситься до плодозмінних (зерно-трав'яно-просапних). Зернові колосові культури займають не більше половини площі ріллі і планомірно чергуються з просапними і бобовими культурами. У сівозміні дотримано закон плодозміни, згідно з яким потенційна родючість ґрунту та продуктивність сівозміни є найвищою за досягнення умови зміни щороку в ній культур, які за агротехнікою та біологічними ознаками є найбільш віддаленими.

Рівні внесення добрив під кормові буряки становлять:

- нульовий – без добрив;
- перший –  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ;
- другий –  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ;
- третій –  $N_{90}P_{90}K_{90}$ .

Схема досліду включає 8 варіантів:

- оранка на 30–32 см без добрив;
- оранка на 30–32 см із внесенням  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ;
- оранка на 30–32 см із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ;
- оранка на 30–32 см із внесенням  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ;
- оранка на 20–22 см без добрив;
- оранка на 20–22 см із внесенням  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ;
- оранка на 20–22 см із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ;
- оранка на 20–22 см із внесенням  $N_{90}P_{90}K_{90}$ .

Оранку проводять плугом ПЛН – 4-35.

Добрива вносили у вигляді аміачної селітри, гранульованого суперфосфату і 40 % калійної солі. Повторність дослідження триразова, розміщення повторень – суцільне, ділянки 1-го порядку (обробіток ґрунту) розміщені в один ярус послідовно, а ділянки 2-го порядку (рівні удобрення) – у 4 яруси послідовно.

Площі ділянок, м<sup>2</sup>:

- 1) першого порядку (обробіток ґрунту):
  - а) посівна  $30,5 \times 80 = 2440$ ;
  - б) облікова  $24,5 \times 65 = 1592,5$ ;
- 2) другого порядку (рівні удобрення):
  - а) посівна  $24,75 \times 20 = 495$ ;
  - б) облікова  $18,55 \times 18 = 333,9$ .

Площа поля (із захисними смугами) становить 1268,4 м<sup>2</sup>.

Спостереження, обліки, вимірювання й аналізи проводили за загальноприйнятими методами: агрономічно цінна структура ґрунту – методом качання сит (за І.М. Бакшеевим); об'ємна маса – за Н.А. Качинським; вологість ґрунту – ваговим методом; забур'яненість культурних посівів – кількісно-ваговим методом; засміченість ґрунту насінням бур'янистих рослин – методом вилучення водно-мулистій фракції на ситах з діаметром 0,25 мм отворів і зразку ґрунту, взятого буром Калентьєва (Доспехов Б.А.); облік урожаю – суцільний, поділянковий.

**Результати дослідження.** Визначення структури ґрунту (табл. 1) показує, що водотривких агрегатів під буряками кормовими міститься дещо більше по оранці на 30–32 см порівняно з оранкою на 20–22 см. У середньому за 2018–2019 роки різниця в кількості агрономічно

цінних агрегатів (0,25–10 мм) орного шару ґрунту на варіантах без добрив у фазі вегетації кормових буряків становила за сівби – 1,0 %; у фазу третьої пари справжніх листків – 1,3; повної стиглості – 1,0, а за внесення  $N_{90}P_{90}K_{90}$  відповідно 0,5; 1,5; 1,7 % на користь оранки на 30–32 см. Аналогічна закономірність у варіантах обробітку спостерігалась і за внесення  $N_{30}P_{30}K_{30}$  і  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Найбільш помітна різниця в оструктуреності ґрунту за варіантами обробітку спостерігається у 0–10 см шарі ґрунту. Так, агрономічно цінних агрегатів у цьому шарі ґрунту в роки досліджень містилося на глибоко зораних ділянках: за сівби – 50,5 %, у фазу третьої пари справжніх листків – 54,9, у фазу повної стиглості – 55,9 %, тимчасом за обробітку плугом на 20–22 см ці показники становили відповідно 47,2; 53,0; 53,9 %. Уміст водотривких агрегатів у 10–20 і 20–30 см шарах ґрунту становив за глибокої оранки за сівби 52,6 і 54,8 % відповідно у фазу третьої пари справжніх листків – 56,4 і 57,3 %, у фазу повної стиглості – 57,3 і 57,8 %, а за обробітку плугом на 20–22 см ці показники становили відповідно: за сівби – 52,4 і 53,0 %, у фазу повної стиглості – 55,3 і 57,0 %.

Зменшення вмісту водотривких агрегатів під буряками кормовими щодо обробітку плугом на 20–22 см пояснюється тим, що верхній шар ґрунту за такого обробітку не замінюється дрібно-грудочкуватим ґрунтом нижньої частини орного шару. Неглибока заробка рослинних решток попередника озимої пшениці прискорює їх мінералізацію, призводить до надмірного накопичення рухомих форм азоту, що небажано на ґрунтах, бідних на органічну речовину.

Таблиця 1 – Обробіток, удобрення й агрофізичні властивості ґрунту на дослідних ділянках (2018–2019 рр.)

Глибина обробітку, см	Дози добрив	Шар ґрунту, см	Час визначення					
			сівба		третья пара справжніх листків		повна стиглість	
			водотривкі агрегати, %	об'ємна маса, г/см <sup>3</sup>	водотривкі агрегати, %	об'ємна маса, г/см <sup>3</sup>	водотривкі агрегати, %	об'ємна маса, г/см <sup>3</sup>
30–32 см	Без добрив (контроль)	0-10	48,7	1,21	53,7	1,23	54,2	1,19
		10-20	50,2	1,22	54,8	1,26	55,3	1,22
		20-30	50,7	1,23	55,9	1,27	54,5	1,23
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	0-10	49,8	1,17	54,3	1,20	55,2	1,21
		10-20	52,5	1,21	56,0	1,27	56,3	1,22
		20-30	60,0	1,20	56,3	1,25	58,1	1,23
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	0-10	50,2	1,18	55,5	1,21	57,0	1,18
		10-20	53,7	1,19	56,9	1,23	58,4	1,21
		20-30	54,0	1,19	58,0	1,25	58,7	1,21
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	0-10	51,5	1,15	56,4	1,19	57,5	1,18
		10-20	54,2	1,17	58,0	1,23	59,5	1,20
		20-30	57,4	1,20	59,0	1,20	60,2	1,21
20–22 см	Без добрив (контроль)	0-10	45,5	1,19	50,2	1,22	51,8	1,19
		10-20	50,6	1,36	54,9	1,36	53,6	1,27
		20-30	50,7	1,37	55,2	1,37	55,4	1,32
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	0-10	46,2	1,16	53,1	1,20	52,7	1,19
		10-20	51,4	1,34	54,9	1,31	54,0	1,27
		20-30	52,3	1,37	55,4	1,35	56,2	1,30
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	0-10	48,1	1,15	53,9	1,20	55,1	1,19
		10-20	53,1	1,30	54,7	1,29	56,0	1,25
		20-30	54,2	1,33	57,1	1,32	58,1	1,27
	$N_{90}P_{90}K_{90}$	0-10	49,2	1,15	55,0	1,19	56,0	1,19
		10-20	54,5	1,30	56,2	1,27	57,6	1,23
		20-30	55,1	1,33	57,6	1,29	58,3	1,29

Спостереження за вмістом води в ґрунті під рослинами буряків кормових вказують, що різноглибинний обробіток по-різному впливає на запаси доступної вологи (табл. 2).

Таблиця 2 – Вплив глибини обробітку й удобрення на запаси доступної вологи під кормовими буряками (2018–2019 рр.)

Глибина обробітку, см	Дози добрив	Час визначення								
		сівба			третя пара справжніх листків			повна стиглість		
		шар ґрунту, см								
		0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
30–32 см	без добрив	15,0	51,0	203,8	13,5	44,1	181,0	12,9	44,1	164,2
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	15,5	50,1	200,8	13,6	45,5	108,0	17,3	40,9	150,7
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	14,7	50,8	200,3	13,0	45,1	177,4	11,7	38,6	147,9
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	14,8	49,3	204,2	13,4	44,6	180,6	12,2	37,5	166,7
20–22 см	без добрив	13,7	46,1	190,5	12,7	42,0	171,8	13,1	42,3	166,7
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	14,5	44,9	192,2	13,2	42,1	174,1	12,5	41,4	160,6
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	13,4	45,8	189,5	12,4	42,5	171,6	12,3	39,7	152,6
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	13,6	46,1	194,1	12,5	40,7	170,2	11,9	39,2	149,6

Уміст доступної вологи під буряками кормовими за сівби у фазу третьої пари справжніх листків вищий по глибокій оранці, а у фазу розмикання листків у міжряддях і повної стиглості він був майже рівним по обох досліджуваних варіантах обробітку ґрунту. Так, за сівби кормових буряків вологи, яка доступна в шарах ґрунту 0–10, 0–30 і 0–100 см відповідно містилось: на глибокій оранці – 15,0; 50,3 і 202,2 мм, по обробітку плугом на 20–22 см – 13,8; 45,7 і 191,5 мм. У фазу третьої пари справжніх листків ці показники становили відповідно: 12,7; 41,8 і 171,9 мм по безполицевому обробітку на 20–22 см та 13,3; 44,8 і 161,7 мм по полицевому обробітку на 30–32 см. Різниця в запасах вологи доступної у варіантах обробітку пояснюється ліпшими агрофізичними характеристиками орного шару ґрунту, вищою величиною капілярної пористості, вищим накопиченням зимових і ранньовесняних опадів по глибокій культурній оранці порівняно з обробітком плугом на 20–22 см.

Інтенсивніше використання вологи, що доступна з ґрунту, рослинами кормових буряків за проходження подальших фаз розвитку спричинює зменшення помірної різниці в запасах доступної вологи в ґрунті по досліджуваних варіантах обробітку.

Різна глибина механічного обробітку помітно впливає на зміну засміченості як ґрунту, так і посівів кормових буряків (табл. 3).

За глибокої оранки кількість насіння бур'янів в оброблюваному шарі ґрунту становила на дату сівби – 27,4; збирання – 28,6 тис./м<sup>2</sup>, тимчасом за обробітку плугом на 20–22 см ці показники зросли на 1,7 тис. штук. Під час збирання кількість бур'янів і їх маса під час збирання коренеплодів кормових буряків становили по оранці на 30–32 см – 50,8 шт. і 139,9 г, по обробітку плугом на 20–22 см – 56,5 шт. і 156,2 г на 1 м<sup>2</sup>. Сира маса однієї рослини бур'янів була практично однаковою по обох варіантах обробітку ґрунту і становила в середньому 2,75–2,76 г.

За глибокої оранки кількість насіння бур'янів у шарі, що обробляється, збільшується з глибиною, а за оранки на 20–22 см найвища їх концентрація зафіксована в шарі 10–20 см.

На посівах кормових буряків переважали такі бур'яни: *Polygonum convolvulus*, *Persicaria lapathifolia*, *Agrostis alba*, *Setaria pumila*, *Echinochloa crus-galli*, *Convolvulus arvensis*, *Raphanus raphanistrum* та ін.

Багаторічних і паразитних бур'янів та їх насіння не було виявлено на досліджуваній ділянці.

Головним критерієм оцінки глибини обробітку ґрунту та інших агротехнічних заходів є рівень урожаю сільськогосподарських культур.

Урожайність коренеплодів кормових буряків становила: за глибокої оранки – 41,7, а за оранки на 20–22 см – 37,59 т/га (табл. 4).

Таблиця 3 – Вплив глибини обробітку ґрунту й удобрення на засміченість ґрунту і посівів буряків кормових (2018–2019 рр.)

Глибина обробітку, см	Дози добрив	Шар ґрунту, см	Засміченість ґрунту насінням бур'янів, тис. шт. насинин на 1 м <sup>2</sup>		Засміченість 1 м <sup>2</sup> посіву на дату збирання	
			сівба	збирання	штук	сира маса, г
30–32 см	Без добрив (контроль)	0-10	18,5	9,8	54	125,4
		10-20	29,4	10,0		
		20-30	10,5	10,4		
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	0-10	8,3	8,7	52	140,7
		10-20	9,1	9,4		
		20-30	10,1	10,2		
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0-10	8,1	8,8	50	148,4
		10-20	9,0	9,0		
		20-30	9,9	10,5		
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	0-10	8,0	8,8	47	145,1
		10-20	9,0	8,9		
		20-30	9,8	10,0		
20–22 см	Без добрив (контроль)	0-10	9,4	10,0	60	138,8
		10-20	10,7	10,8		
		20-30	10,1	10,0		
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	0-10	9,2	10,4	58	154,7
		10-20	10,5	10,4		
		20-30	10,0	10,0		
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0-10	8,7	9,7	56	165,1
		10-20	10,4	10,5		
		20-30	10,0	9,8		
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	0-10	8,5	9,3	52	166,2
		10-20	11,3	11,0		
		20-30	9,6	9,3		

Таблиця 4 – Вплив глибини обробітку і доз добрив на урожайність коренеплодів кормових буряків, т/га

Глибина обробітку, см	Дози добрив	2018 р.	2019 р.	Середнє за 2018–2019 рр.
30–32 см	Без добрив (контроль)	32,9	24,5	28,7
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	47,9	34,7	41,3
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	54,2	40,0	47,1
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	55,7	43,7	49,7
20–22 см	Без добрив (контроль)	28,5	21,9	25,2
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	40,1	31,8	35,95
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	49,6	36,7	43,15
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	52,0	40,1	46,05
НІР <sub>0,05</sub>		НІР <sub>AB</sub> -1,269; НІР <sub>A</sub> -0,635; НІР <sub>B</sub> -0,897		

Установлено, що зменшення глибини оранки спричиняє істотне зниження урожайності коренеплодів кормових буряків. Так, на ділянках оброблених плугом на 30–32 см, зібрано коренеплодів на 4,11 т/га більше, ніж при оранці на 20–22 см.

Урожайність коренеплодів кормових буряків зі збільшенням дози добрив підвищується, на ділянках із внесенням N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> порівняно з неудобреними ділянками, в середньому по всіх досліджуваних варіантах на 17,3 т/га.

У 2018 р. урожайність коренеплодів кормових буряків становила в середньому по всіх варіантах досліді 47,68, а в 2019 р. – 42,55 т/га.

**Висновки.** Показники структурного стану і будови ґрунту під кормовими буряками кращі за оранки на глибину 30–32 см, ніж 20–22 см. На зораних на 30–32 см плугом ділянках уміст водотривких агрегатів підвищувався в орному шарі на 2,0–2,5 %.

У шарах ґрунту 0–10, 0–30 і 0–100 см під кормовими буряками доступної вологи більше накопичувалося при обробітку плугом на 30–32 см, ніж 20–22 см. Запаси доступної вологи становили відповідно: за оранки на 30–32 см – 17,3; 57,0 і 214 мм, за обробітку плугом на 20–22 см – 16,1; 52,8 і 200,8 мм.

Нітратів в орному шарі під кормовими буряками більше за оранки на 30–32 см, ніж 20–22 см. Уміст доступних рослинам сполук фосфорної кислоти і калію під кормовими буряками по обох варіантах обробітку ґрунту не змінювався.

Забур'яненість орного шару і посівів кормових буряків більша при обробітку плугом на 20–22 см, ніж 30–32 см. Із підвищенням норм внесення добрив у ґрунті зростає уміст поживних речовин ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ) і зменшувалася забур'яненість посівів.

Урожайність коренеплодів кормових буряків за плужного обробітку на 30–32 см вища на 4,11 т/га в порівнянні з обробітком плугом на 20–22 см. При збільшенні доз добрив урожайність зростає.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лысогоров С.Д., Кириченко В.П. Формирование урожая полевых культур при орошении. М.: Агропромиздат, 1991. 235 с.
2. Лебедь Є.М., Андрусенко І.І., Пабат І.А. Сівозміни при інтенсивному землеробстві. Київ: Урожай, 1992. 224 с.
3. Рослинництво: лаб.–практ. заняття: навч. посіб. для вищих аграрних закладів освіти I–IV рівнів акредитації з напрямку "Агрономія" / Алімов Д.М. та ін.; за ред. Боборо М.А. та ін. К.: Урожай, 2006. 392 с.
4. Рослинництво: підручник / Каленська С.М. та ін.; за ред. Шевчука О.Я. К.: НАУ, 2005. 502 с.
5. Філоненко С.В., Кочерга А.А., Ляшенко В.В. Буряківництво. Лабораторно-практичні заняття: навчальний посібник. (Гриф Міністерства аграрної політики України. Лист №18-128-13/672 від 21 квітня 2008 р.). Полтава: Камелот, 2008. 368 с.
6. Ігнат'єв М.О., Бахмат М.І., Вітвіцький І.А. Буряківництво: навч. посібник. Кам'янець-Подільський: Абетка-НОВА, 2002. 204 с.
7. Бахмат М.І., Ігнат'єв М.О., Вітвіцький І.А. Технологія вирощування, заготівлі, зберігання і переробки цукрових буряків: навч. посіб. Кам'янець-Подільський: Абетка-НОВА, 2003. 295 с.
8. Філоненко С.В., Кочерга А.А., Ляшенко В.В. Буряківництво: лабораторно-практичні заняття: навч. посіб. Полтава, 2008. С. 367–368.
9. Буряківництво: підруч. для підготов. бакалаврів напр. "Агрономія" у вищ. навч. закл. II–IV рівнів акредитації м-ва аграр. політики України / І.Д. Примак та ін.; за ред. І.Д. Примака. К.: Колоб'іг, 2009. 462 с.
10. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Дія, 2005.
11. Ермантраут Е.Р. Методика наукових досліджень в агрономії. ЖНАЕУ: Житомир, 2010.
12. Yenish P.J., Fry T.A., Durgan B.R., Wyse D.L. Tillage effects on seed distribution and common milkweed (*Asclepias syriaca*) establishment. *Weed Sci.* 1996. Vol. 44. P. 815–820.
13. Under P.W. Organic matter, nutrient, and pH distribution in no-tillage and conventional tillage semiarid soils. *Agronomy Journal.* 1991. Vol. 83. P. 186–189.
14. Yenish J. P., Durgan B. R., Miller D. W., Wyse D. L. Wheat (*Triticum aestivum*) yield reduction from common milkweed (*Asclepias syriaca*) competition. *Weed Science.* 1997. Vol. 45. P. 127–131.
15. Szuwar I., Andruszkiv M., Szuwar A., Koszul H. Wpływ różnych systemów nawożenia na plonowanie i jakość lnu długowłókniwego. *Zeszyty naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie* Nr 399 (Sesja naukowa.–Zeszyt 89) *Gospodarowanie metodami ekologicznymi na tle zrównoważonego rozwoju południowowschodniej Polski na tle zrównoważonego rozwoju południowo–wschodniej. Polski: Krakow, 2003. P. 53–58.*
16. Simmons F.W., Nafziger E.D. Soil Management and Tillage. *Illinois Agronomy Handbook.* Chapter 10. 2008. P. 133–142.
17. Springett J.A., Gray R.A., Reid J.B. Effect of introducing earthworms into horticultural land previously denuded of earthworms. *Springett, Soil Biology and Biochemistry.* 1992. No 24. P. 1615–1622.
18. Morau P., Rusu T. Effect of tillage systems on soil moisture, soil temperature, soil respiration and production of wheat, maize and soybean crops. *Journal of Food, Agriculture & Environment.* 2012. No 10. P. 445–448.
19. Huggins D.R., Reganold J.P. No-till: The Quiet Revolution. *Agriculture Scientific American, Inc. Journal,* 2008. P. 71–77.
20. Kazinczi G., Bres I., Mikuls J., Ndasz E. Allelopathic effect of *Cirsium arvense* and *Asclepias syriaca*. *J. Plant Diseases and Protection, Sp. Iss.* 2004. Vol. 19. P. 301–308.

#### REFERENCES

1. Lysogorov, S.D., Kirichenko, V.P. (1991). Formirovanie urozhaja polevyh kul'tur pri oroshenii [Harvesting field crops under irrigation]. Moscow, Agropromizdat, 235 p.
2. Lebed', Je.M., Andrusenko, I.I., Pabat, I.A. (1992). Sivozminy pry intensyvnomu zemlerobstvi [Crop rotations in intensive agriculture]. Kyiv, Harvest, 224 p.
3. Alimov, D.M., Bilonozhko, M.A., Boboro, M.A. (2006). Roslynnictvo: lab.–prakt. zanjattja: navch. posib. dlja vyshh-nyh agrarnykh zakladiv osvity I–IV rivniv akredytacii' z naprjamu "Agronomija" [Plant-growing: laboratory-practical training: a



textbook for higher agricultural educational establishments of the I-IV levels of accreditation in the field of "Agronomy". Kyiv, Harvest, 392 p.

4. Kalens'ka, S.M., Shevchuk, O.Ja., Dmytryshak, M.Ja., Kozjar, O.M., Demydas', G.I. (2005). Roslynnictvo [Plant growing]. Kyiv, NAU, 502 p.

5. Filonenko, S.V., Kocherga, A.A., Ljashenko, V.V. Burjakivnyctvo. (2008). Laboratorno-praktychni zanjattja: navchal'nyj posibnyk. (Gryf Ministerstva agrarnoi' polityky Ukrainy. Lyst №18-128-13/672 vid 21 kvitnja 2008 r.) [Beet growing. Laboratory-practical classes]. Poltava, Kamelot, 368 p.

6. Ignat'jev, M.O., Bahmat, M.I., Vitvic'kyj, I.A. (2002). Burjakivnyctvo: navch. posibnyk [Beet growing]. Kamianets-Podilskyi, Abetka-NOVA, 204 p.

7. Bahmat, M.I., Ignat'jev, M.O., Vitvic'kyj, I.A. (2003). Tehnologija vyroshhuvannja, zagotivli, zberigannja i pererobky cukrovyh burjakiv: navch. posib. [Technology of growing, harvesting, storage and processing of sugar beets]. Kamianets-Podilskyi, Abetka-NOVA, 295 p.

8. Filonenko, S.V., Kocherga, A.A., Ljashenko, V.V. (2008). Burjakivnyctvo: laboratorno-praktychni zanjattja: navch. posib. [Beet growing: laboratory and practical classes]. Poltava, pp. 367–368.

9. Prymak, I.D., Fedorenko, V.P., Kozak, L.A. (2009). Burjakivnyctvo: pidruch. dlja pidgotov. bakalavriv napr. "Agronomija" u vyshh. navch. zakl. II-IV rivniv akredytacii' m-va agrar. polityky Ukrainy [Beet Growing: textbook for the Preparation of Bachelors of Agronomy in Higher Educational Institutions of II-IV Accreditation Levels of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine]. Kyiv, Kolobig, 462 p.

10. Jeshhenko, V.O. (2005). Osnovy naukovyh doslidzhen' v agronomii' [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Kyiv, Action.

11. Ermantraut, E.R. (2010). Metodyka naukovyh doslidzhen' v agronomii' [Methods of scientific research in agronomy]. Zhytomyr, ZhNAEU.

12. Yenish, P.J., Fry, T.A., Durgan, B.R., Wyse, D.L. (1996). Tillage effects on seed distribution and common milkweed (*Asclepias syriaca*) establishment. Weed Sci. Vol. 44, pp. 815–820.

13. Under, P.W. (1991). Organic matter, nutrient, and pH distribution in no-tillage and conventional tillage semi-arid soils. Agronomy Journal. Vol. 83, pp. 186–189.

14. Yenish, J.P., Durgan, B.R., Miller, D.W., Wyse, D.L. (1997). Wheat (*Triticum aestivum*) yield reduction from common milkweed (*Asclepias syriaca*) competition. Weed Science. Vol. 45, pp. 127–131.

15. Szuwar, I., Andruszkiv, M., Szuwar, A., Koszul, H. (2003). Wpływ różnych systemów nawożenia na plonowanie i jakość lnu długowłóknistego. Zeszyty naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie Nr 399 (Sesja naukowa.– Zeszyt 89) Gospodarowanie metodami ekologicznymi na tle zrównoważonego rozwoju południowowschodniej Polski na tle zrównoważonego rozwoju południowo-wschodniej. Polski, Krakow, pp. 53–58.

16. Simmons, F.W., Nafziger, E.D. (2008). Soil Management and Tillage. Illinois Agronomy Handbook. Chapter 10, pp. 133–142.

17. Springett, J.A., Gray, R.A., Reid, J.B. (1992). Effect of introducing earthworms into horticultural land previously denuded of earthworms. Springett, Soil Biology and Biochemistry. no. 24, pp. 1615–1622.

18. Morau, P., Rusu, T. (2012). Effect of tillage systems on soil moisture, soil temperature, soil respiration and production of wheat, maize and soybean crops. Journal of Food, Agriculture & Environment. no. 10, pp. 445–448.

19. Huggins D.R., Reganold J.P. (2008). No-till: The Quiet Revolution. Agriculture Scientific American, Inc. Journal, pp. 71–77.

20. Kazinczi, G., Bres, I., Mikuls, J., Ndasy, E. (2004). Allelopathic effect of *Cirsium arvense* and *Asclepias syriaca*. J. Plant Diseases and Protection, Sp. Iss. Vol. 19, pp. 301–308.

#### **Влияние глубины основной обработки почвы на урожайность свеклы кормовой в условиях УПЦ Белоцерковского НАУ**

**Карпук Л.М., Ермолаев Н.Н., Павличенко А.А., Караульная В.Н., Езерковская Л.В., Поляков В.И.**

Цель исследований – установить наиболее эффективное сочетание обработки, которое обеспечивает высокую продуктивность свеклы кормовой при одновременном повышении плодородия чернозема типичного и качества корнеплодов.

Эксперименты проводили в Учебно-производственном центре (УПЦ) Белоцерковского НАУ в 2018–2019 гг. Грунт опытного участка – чернозем типичный малогумусный крупно-пылевато-среднесуглинистый гранулометрического состава. В соответствии с проведенными анализами он характеризуется следующими показателями в пахотном (0–30 см) слое: содержание гумуса – 3,23 %; легкогидролизированного азота – 7,6 мг; доступного фосфора – 13,9 мг; подвижного калия – 15,1 мг/100 г почвы; сумма поглощенных оснований – 25,3 мг.экв.; гидролитическая кислотность – 2,15 мг.экв./100 г почвы.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что почва является относительно плодородной. По содержанию гумуса относится к малогумусной. Реакция почвенного раствора слабокислая.

По показателям подвижных форм фосфора, калия, рН солевой вытяжки она относится к среднеобеспеченной фосфором и калием, не требуют известкования.

На удобренных участках увеличивается содержание фосфора и калия в почве. Так, внесение  $N_{90}P_{90}K_{90}$  приводит к повышению содержания калия и фосфора в пахотном слое почвы соответственно: во время сева – на 25,6 и 50,0 %, в фазу третьей пары настоящих листьев – на 23,2 и 33,3 % по сравнению с неудобренными участками. Более интенсивный рост и развитие растений кормовой свеклы на удобренных вариантах приводил к выравниванию содержания фосфора и калия в почве по вариантам опыта в период уборки урожая.

На посевах кормовой свеклы преобладали такие сорняки: *Polygonum convolvulus*, *Persicaria lapathifolia*, *Agrostis alba*, *Setaria pumila*, *Echinochloa crus-galli*, *Convolvulus arvensis*, *Raphanus raphanistrum* и др.

За применения высоких доз удобрений урожайность корнеплодов кормовой свеклы повышается, на участках с внесением  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$  по сравнению с неудобренными участками в среднем по всем исследуемым вариантам на 17,3 т/га.

Показатели структурного состояния и строения почвы кормовой свеклой лучше при возделывании плугом с глубиной 30–32 см, чем 20–22 см. На вспаханных на 30–32 см плугом участках содержание водоупорных агрегатов повышалось в пахотном слое на 2,0–2,5 %. Урожайность корнеплодов кормовой свеклы при механической обработке почвы плугом 30–32 см выше на 4,11 т/га по сравнению с обработкой плугом на 20–22 см. При увеличении доз удобрений урожайность растёт.

**Ключевые слова:** свекла кормовая, основная обработка почвы, удобрения, урожайность.

**The influence of the basic treatment depth on the feed beets yield in the conditions of Bila Tserkva NAU TPC Karpuk L., Ermolayev N., Pavlichenko A., Karaulnaya V., Ezerkovska L., Polyakov V.**

The aim of the research is to establish the most effective combination of soil tillage which provides fodder beet high productivity while increasing the fertility of typical soil and root crops quality.

The studies were conducted at the Training Production Center (NPC) of the Bila Tserkva NAU in 2018–2019. The soil of the experimental site – chernozem is a typical low humus large-dusty-medium-loam granulometric composition. In accordance with the performed analyzes, they are characterized by the following indicators in the arable (0–30 cm) layer: humus content – 3.23 %; lightly hydrolyzed nitrogen – 7.6 mg; available phosphorus – 13.9 mg; mobile potassium – 15.1 mg/100 g soil; the amount of absorbed bases is 25.3 mg eq.; hydrolytic acidity of 2.15 mg /eq/100 g of soil.

The above data indicate that the soils are relatively fertile. They are low humus in terms of humus content. The reaction of the soil solution is slightly acidic.

According to the indicators of mobile forms of phosphorus, potassium, pH of salt extract, they belong to the medium supplied in phosphorus and potassium, and do not need liming.

Phosphorus and potassium content in the soil increases in the fertilized areas. Thus, the introduction of  $N_{90}P_{90}K_{90}$  leads to an increase in the potassium and phosphorus content in the arable soil, respectively: by 25.6 % and 50.0 %, during sowing and by 23.2 % and 33.3 % in the phase of the third pair of true leaves compared with unfertilized areas. More intensive growth and development of fodder beet plants on fertilized variants led to equalization of phosphorus and potassium content in the soil according to the variants of the experiment during the harvesting period.

The following weeds dominated on the feed beet crops: *Polygonum convolvulus*, *Persicaria lapathifolia*, *Agrostis alba*, *Setaria pumila*, *Echinochloa crus-galli*, *Convolvulus arvensis*, *Raphanus raphanistrum* and others.

The yield of fodder beet root increases on the plots with application of  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$  under the use of higher doses of fertilizers, compared with the unfertilized plots increased on average for all studied variants by 17.3 t/ha.

Indicators of the structural condition and soil structure the under fodder beets are better under plow cultivation with a depth of 30–32 cm than that of 20–22 cm. The yields of fodder beet root under 30–32 cm plow mechanical tillage was the higher by 4.11 t/ha compared to the 20–22 cm plow cultivation. The yield increases with fertilizers doses increase.

**Key words:** fodder beet, basic tillage, fertilizers, yield.

Надійшла 02.10.2019 р.



КАРПУК Л.М., <https://orcid.org/0000-0002-2303-7899>

ПАВЛІЧЕНКО А.А., <https://orcid.org/0000-0002-4795-5643>

КАРАУЛЬНА В.М., <https://orcid.org/0000-0002-9141-9880>

ЄЗЕРКОВСЬКА Л.В., <https://orcid.org/0000-0002-6644-120X>

УДК 620. 92: 621.8.036

ТРЕГУБ М.І.  
ДЕМЕЩУК В.А.  
ВАСИЛЕНКО О.С.

*Білоцерківський національний аграрний університет*

## МАЛОЕНЕРГОВИТРАТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИН

Проаналізовано технологічні та енергетичні витрати на вирощування, збирання й переробку рослинних палив та обґрунтовано малоенерговитратні технології їх використання для енергетичних потреб. Висвітлено технологію вирощування міскантусу в умовах виробничої плантації навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету площею 12 га протягом 2013–2019 років. Аргументовано перспективність вирощування міскантусу гігантського в умовах Білоцерківського району за такими аспектами як простота технології розмноження, механізація садіння кореневищ модернізованою розсадосадильною машиною СКН-6, малоенерговитратною технологією переробки і використання у твердопаливних котлах і газогенераторах двигунів внутрішнього згорання з отриманням електроенергії та утилізацією тепла для опалення і водонагрівання. Надано рекомендації по підготовці садивного матеріалу міскантусу, що забезпечить ефективні сходи, підвищення життєздатності та розвиток рослин. Акцентовано увагу на важливості вирішення технічної проблеми ущільнення подрібненої сухої рослинної маси міскантусу безпосередньо перед подачею у твердопаливні котли або газогенератори двигунів внутрішнього згорання з використанням серійних механізмів.

**Ключові слова:** енергетичні рослини, енергоефективна переробка, рослинні палива, паливні пелети, малоенерговитратні технології, енергонезалежність.

**doi:** 10.33245/2310-9270-2019-153-2-75-81

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Одним із перспективних напрямів відновлюваної енергетики є використання рослинної продукції на паливні потреби. Це дозволить зменшити енергетичну залежність від нафти, газу та вугілля, що особливо актуально для сільськогосподарського виробництва, де безпосередньо вирощують ці енергетичні культури. Проте різні складові урожаю енергетичних рослин для використання як органічних палив потребують енерговитратних технологій підготовки до застосування у паливних пристроях. Важливим завданням є обґрунтування найменш затратних технологічних процесів вирощування, збирання та переробки для використання у різних типах паливних пристроїв. Існуючі технології виробництва паливних брикетів і пелетів майже скрізь потребують стаціонарних переробних цехів з великими транспортними та виробничими витратами.

Малоенерговитратні технології вирощування, переробки і використання рослинних палив сьогодні найчастіше досліджуються за окремими темами. Так, наприклад, рослинники досліджують перспективні види енергетичних рослин: кукурудзи [2], енергетичної верби [3], свічаграсу [4], міскантусу [5]. Енергетики розробляють та досліджують малоенерговитратні технології і технічні засоби переробки врожаю енергетичних рослин та виділення з них енергії шляхом спалювання непереробленої рослинної маси [6], паливних пелет [7], генераторного газу або моторних біопалив [8], [9].

**Мета дослідження** – обґрунтування енергоефективних технологій, технологічних процесів і технічних засобів для виробництва і використання рослинної маси енергетичних культур; удосконалення процесів механізованого вегетативного розмноження міскантусу, яке б дозволило швидко отримувати власний садивний матеріал для створення цільової плантації площею 57 га.

**Матеріал і методи дослідження.** Аналіз енергетичних витрат сучасних технологій виробництва паливних пелет з енергетичних рослин. Побудова та розрахунок енергетичних витрат у графічних моделях розроблених технологічних процесів.

Технологія вирощування міскантусу в НВЦ БНАУ на виробничій плантації площею 12 га протягом 2013–2019 років:

1. Скошування надземної частини в розсаднику площею 1,2 га з подрібненням виконували самохідним кормозбиральним комбайном Е-281С.

2. Підкопування садивного матеріалу виконували центральною секцією культиватора-плоскоріза КПШ-5 в агрегаті з трактором МТЗ-82.

3. Вибірання та розділення садильного матеріалу на ризоми виконували вручну за допомогою секаторів з наступним пакуванням у мішки.

4. Після збирання сої на площі висаджування вносили по 30 т гною на 1 га агрегатом МТЗ-80+ПРТ-7.

5. Зяблеву оранку виконували агрегатом Т-150К+ПЛН-5-35.

6. Весняну передсадильну культивуацію виконували агрегатом МТЗ-82+КПС-4.

7. Садіння ризом міскантусу виконували агрегатом МТЗ-80+СКН-6А з модернізованим робочим механізмом.

8. Прикочування виконували агрегатом МТЗ-82+КЗК-6.

9. Післясадильне внесення гербіцидів виконували агрегатом МТЗ-82+ОН-800.

Застосування гербіцидів було одноразове на весь термін вирощування, викликане високою забур'яненістю площі, з метою кращого виживання розсади міскантусу.

Для встановлення впливу розмірів кореневищ на відростання рослин саджанці висаджували модернізованою 4-рядною розсадосадильною машиною СКН-6А на глибину 12–15 см. Після посадки проводили коткування кільчасто-зубовими котками КЗК-6.

**Результати дослідження.** Для загального аналізу енергетичних процесів сільськогосподарського виробництва побудовано схему енергетичного балансу та систему зв'язків між енерговитратами та поповненням енергетичних ресурсів за рахунок поновлюваних енергоджерел, наприклад вітроенергетиків (рис. 1).

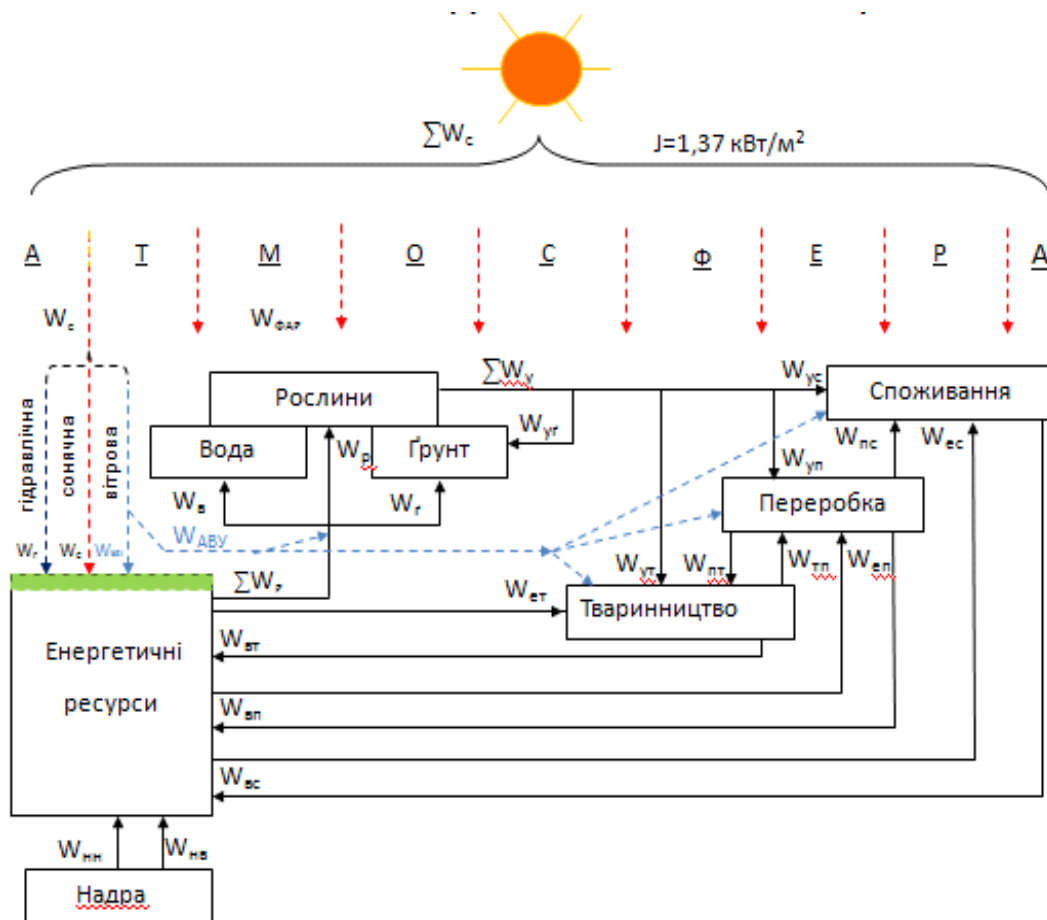


Рис. 1. Схема енергетичного балансу сільськогосподарського виробництва та система зв'язків між витратами та поповненням енергетичних ресурсів.

Сумарний енерговміст отриманого урожаю позначений на схемі  $W_y$  далі розподіляється у тваринництво  $W_{\text{т}}$ , на переробку  $W_{\text{п}}$  і безпосередньо на споживання  $W_{\text{ус}}$ , а також частково повертається у ґрунт енергетично вираженою  $W_{\text{гр}}$  масою залишків рослинної органіки. Частина розподіленої енергії урожаю з тваринництва, переробки та споживання повертається у формі

утилізованих відходів та біопалив відповідно  $W_{вт}$ ,  $W_{вп}$ ,  $W_{вс}$  на поповнення енергетичних ресурсів. Аналогічно позначено всі зображені енерговитрати. Наприклад, сумарні енергетичні витрати у рослинництві визначаються виразом:

$$W_p = W_v + W_p + W_r, \quad (1.1)$$

де  $W_v$  – прямі та матеріалізовані енерговитрати на добрива і водозабезпечення;  $W_r$  – на механічний обробіток ґрунту;  $W_p$  – на безпосередні обробки рослин при їх вирощуванні.

Витрати енергоресурсів  $W_t$ ,  $W_n$ ,  $W_c$  – відповідно у тваринництві, переробних технологіях та сфері споживання.

Поповнення енергоресурсів відбувається переважно за рахунок непоновлюваних видобутих з надр енергоносіїв  $W_{нн}$ , а також у незначних обсягах з відновлюваних видів енергії  $W_{нп}$ .

Рослини під час вегетації в процесі фотосинтезу акумулюють у своїй масі енергію фотосинтезуючого потоку сонячної радіації  $W_{фар}$ , яка є частиною загального потоку енергії сонця, що характеризується [10] сонячною сталою  $J = 1,37 \text{ кВт/м}^2$  за межами тропосфери. Тобто кількісно процес акумулювання сонячної енергії рослинами можна оцінити за тривалістю вегетації рослин у період найвищої сонячної інсоляції та площею активної листової поверхні. Тому загальне визнання у кормовиробництві належить багаторічним кормовим рослинам, наприклад люцерні з кількома укусами протягом вегетаційного періоду. На сільськогосподарських угіддях, розташованих у Білоцерківському районі, сонячна інсоляція, у складі якої є фотосинтезуюча активна радіація, має виражений сезонний характер, типовий для центрального лісостепу. Аналіз річного графіка сонячної інсоляції дозволяє зробити висновок, що найбільш продуктивні ті енергетичні рослини, які у весняний, літній та осінній періоди мають велику листову поверхню і безперервну вегетацію та нарощування рослинної маси.

До таких енергетичних високоурожайних культур належать різні типи рослин, наприклад, міскантус, енергетичні верба й тополя та ін.

Однак кожна з таких культур має біологічні особливості, які визначають раціональні технологічні процеси вирощування і відповідні технічні засоби для їх збирання, переробки та використання. Важливою умовою доцільності вирощування енергетичної культури є відсутність жорстких вимог до її розмноження, догляду та удобрення і строків дозрівання рослинної маси.

Однією з енергетичних рослин, яка задовольняє названим вимогам є *Miscanthus sinensis* форми *Giganteus*.

Переваги міскантусу як біопаливної культури [11, 12]:

- продуктивність міскантусу на енергетичних плантаціях – 20–25 т/га сухої маси;
- вирощування на одному місці до 25 років. Біомасу збирають щорічно [12, 13];
- низька собівартість вирощування біомаси;
- вирощування доцільне в районах забруднення і з низьким сільськогосподарським потенціалом;
- на момент збирання (взимку) рослини висихають до рівня вологи 15–20 % і не потребують додаткового висушування;
- біомасу безпосередньо використовують на вироблення тепла або переробляють у паливні брикети чи пелети.

Біопаливо з міскантусу має ряд переваг, які полягають у нижчій вартості, екологічності та енергетичній незалежності. Використання для опалення біомаси з 1 га енергетичної плантації за теплоутворюючою здатністю еквівалентно 9340 м<sup>3</sup> природного газу або 21,857 т подрібненої деревини. Собівартість тепла з нього в середньому в три рази нижча, ніж тепла, виробленого з традиційного палива на основі природного газу

В Європі міскантус вважають найбільш низькозатратною рослиною для виробництва біопалива. Його вирощують для дослідних і комерційних цілей у Великобританії, Німеччині, Данії, Франції, Японії і Сполучених Штатах, де посадки міскантусу підтримуються урядом, і фермери отримують щорічні субсидії для розвитку цієї культури [14, 15, 16].

Враховуючи актуальність питання створення плантацій енергетичних культур, на дослідному полі Білоцерківського НАУ в 2013 році було закладено розсадник міскантусу на площі 1,2 га.

Міскантус виду *giganteus* не утворює насіння, бо є триплоїдом і має стерильний пилок. Тому його розмножують вегетативним шляхом. Відомо 3 способи вегетативного розмноження:

- поділом кореневищ;
- саджанцями, отриманими з культур *in vitro*;
- укоріненням міжвузлів.

При розмірі кореневищ 10–12 см відсоток відростання рослин коливався в межах 80–90 %, а при розмірі до 10 см – лише до 45 %. Крім того, рослини, які розвивалися з більш крупних кореневищ у перший рік вегетації були на 15–22 % вищими за ті, що розвивалися з дрібних кореневищ. Кількість стебел при висадці кореневищ розміром 10–12 см також була більшою на 30 % порівняно з кореневищами розміром до 10 см.

Таким чином, міскантус може успішно розмножуватися поділом кореневищ із застосуванням описаної механізованої технології, при цьому розмір ризом повинен бути не менше 12–15 см, що забезпечить більший відсоток відростання. Рослини будуть більш розвиненими та життєздатними.





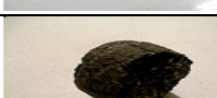
У наступні роки відбувається заростання прогалин суцільної площі вирощування міскантусу. Важливим аспектом механізованих технологій вирощування і збирання міскантусу є його здатність зміцнювати кореневищами поверхню ґрунту для руху збиральної техніки.

Міскантус, із його майже чотириметровим стеблом і міглоподібним пухнастим суцвіттям без насіння, є гарною енергетичною сировиною, тому що містить велику кількість целюлози – 64–71 %. При вирощуванні міскантусу вуглекислий газ, що поглинається ним у процесі росту відповідає масі сполук вуглецю, виділеній при спалюванні. Тобто існує баланс вуглецю в замкненому циклі. Крім того, вирощування міскантусу створює позитивний баланс гумусу в порівнянні з іншими культурами (верба, тополя), тому що після 4 років вирощування міскантус накопичує 15–20 т підземної біомаси, що еквівалентна 7,2–9,2 т вуглецю на гектарі.

До переваг міскантусу слід додати відсутність у нього зональних шкодочинних шкідників та хвороб.

Крім малоенерговитратних механізованих технологій вирощування та збирання міскантусу, велике значення має технологія спрощеної переробки та використання його сухої рослинної маси. Традиційно застосовують технології переробки його в товарні форми паливних брикетів чи пелетів, подібно до інших видів рослинної маси, як наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Форми та показники перероблених рослинних палив

Вид палива			Щільність, кг/м <sup>3</sup>	Вологість, %	Зольність, %	Вища ТЗ, МДж/кг	Нижча ТЗ, МДж/кг
сировина	форма						
Деревина	брикет		1167	3,3	1,19	19,52	18,16
	пелети		1188	9,4	0,92	18,32	16,88
Солома злаків	брикет		981	7,0	2,68	17,60	16,15
	пелети		920	11,0	3,93	16,21	14,72
Лущиння соняха	Брикет		886	8,3	2,21	18,58	17,20

Наведені форми зручні в користуванні, однак потребують значних енергетичних витрат на подрібнення до борошноподібного стану і наступного пресування в деяких технологіях із додаванням клеючої речовини.

Отже, побудова стаціонарного переробного комплексу та дотримання всієї технології переробки є затратним заходом, особливо для фермерів. Тому для фермерських господарств можна запропонувати спрощену малоенерговитратну технологію використання міскантусу на енергетичні потреби, показано на рисунку 2.

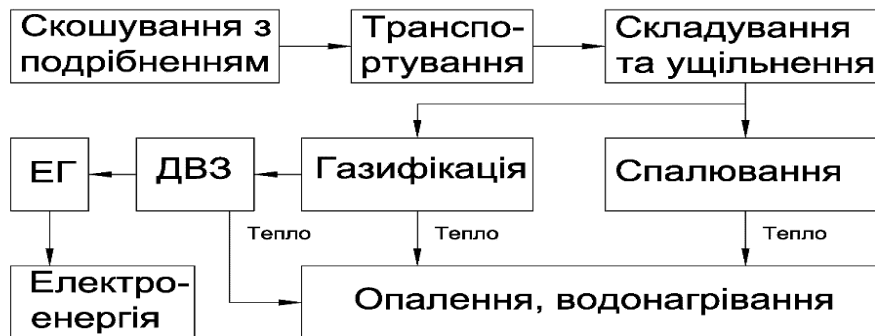


Рис. 2. Спрощена технологія використання міскантусу на енергетичні потреби.

Збирання сухої рослинної маси здійснюють у зимовий період за допомогою кормозбирального комбайна з одночасним подрібненням і безперевалковим транспортуванням на майданчик для складування біля господарських приміщень з опалювальним блоком, де також може бути розташований двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) з електрогенератором (ЕГ) для отримання електроенергії та використання тепла від газогенератора і системи охолодження ДВЗ на потреби опалення і водонагрівання. У такій системі енергетичний ККД буде значно вищим, ніж за спалювання в твердопаливних котлах. Для фермерських господарств технологія газогенерування і використання генераторного газу для живлення ДВЗ та отримання електроенергії і утилізації тепла є найбільш перспективним процесом, оскільки є не лише шляхом до енергонезалежності, але й доступним за технічними засобами. Причому загальний енергетичний ККД в цьому випадку не поступається сучасним когенераційним системам, які значно дорожчі та складніші.

За наведеної на рисунку 2 малоенерговитратної технології використання міскантусу важливою технічною проблемою є ущільнення подрібненої сухої рослинної маси перед або під час подачі її в паливний або газогенераторний пристрій. Це завдання можна вирішити шляхом використання серійних механізмів, наприклад, пресів або рифлених вальців, для одночасного з ущільненням дозованого подавання ущільненої маси в зону горіння чи газифікації.

**Висновки.** 1. Серед відомих енергетичних культур однією з найбільш перспективних є міскантуси високоурожайних сортів, які сьогодні поширені в різних країнах з подібним до України кліматом.

2. Обґрунтовано технологію використання модернізованої, в Білоцерківському НАУ, розсадосадильної машини СКН-6, переобладнаної для садіння кореневищ міскантусу.

3. Малоенерговитратна технологія збирання, переробки і використання міскантусу не потребує побудови переробних підприємств, а може виконуватися за допомогою наявних серійних машин і механізмів з отриманням електричної енергії та утилізації тепла.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Макаренко В. Слонова трава – прорив в сільському господарстві. Київ: Перспектива, 2012. № 1. 32 с.
2. Зиченко В. Энергия мискантус. Лес Пром Информ, 2011. № 6 (80). 61 с. URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=2409>
3. Ключ С.В. Энергоэффективное перетворення біомаси в горючий газ і біовугілля в газогенераторних котлах щільного шару палива: дис... канд. техн. наук: 05.14.08. Київ, 2016. 167 с.
4. Воробей В., Мелех Я., Гудз Н. Аналітичне дослідження використання біомаси енергетичних культур у північних областях України (Волинська, Рівненська, Житомирська, Київська та Чернігівська області). Львів: PPV Knowledge Networks, 2018.

5. Денисюк С.П., Коцар О.В., Чернецька Ю.В. Проект: Професіоналізація та стабілізація енергетичного менеджменту в Україні. Київ: КІП ім. Ігоря Сікорського, 2016. 79 с. URL: <http://io.iee.kpi.ua/projects/professionalization-and-stabilization-ukrainian-energy-management>
6. Мельничук М. Д., Дубровін В. О., Кухарець С. М. Альтернативна енергетика. Київ: Аграр Медіа Груп, 2012. 244 с.
7. Будько М. О. Сучасні технологічні процеси, обладнання та устаткування прямого спалювання біомаси. Київ: КІП ЮНІДО, 2015, 50 с.
8. Колієнко В.А., Шеліманова О.В. Особливості спалювання горючих газів із змінними характеристиками процесу горіння. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Київ: 2015.
9. Дубровін В.О., Мельничук М.Д., Мельник Ю.Ф. Біоенергія в Україні. Створення новітніх об'єктів, виробництво і використання біопалив. Київ: НУБіП України, 2019, 108 с.
10. Гончарова Л.Д., Серга Е.М., Школьнік С.П. Клімат і загальна циркуляція атмосфери: навч. посіб. Київ: КНТ, 2005. 251 с.
11. Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії: колективна монографія / за ред. Горба О.О, Чайки Т.О., Яснолоб І.О. Полтава: Укрпромторгсервіс, 2017. 326 с.
12. Полянський О.С., Дьяконов О.В., Скрипник О.С. Напрями розвитку альтернативних джерел енергії: акцент на твердому біопаливі та гнучких технологіях його виготовлення: монографія. ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. 136 с.
13. Міщенко О.О. Созанська. А.А. Альтернативні джерела енергії та їх використання в аграрній сфері. URL: [http://www.rusnauka.com/9\\_NND\\_2012/Economics/6\\_104174.doc.htm](http://www.rusnauka.com/9_NND_2012/Economics/6_104174.doc.htm)
14. Van der Sluis E. Local Biomass Feedstocks Availability for Fuelling Ethanol Production. Biofuels, Food and Feed Tradeoffs Conference, April, 2007: Proceedings. Missouri, Biofuels, Food and Feed Tradeoffs, 2007, P. 12–13.
15. Dibáczí Z. Study on Biomass Trade in Poland: Energy Centre- Energy Efficiency, Environment and Energy Information Agency Non-profit Limited Company, 2010. 43 p. URL: [http://www.central2013.eu/fileadmin/user\\_upload/Downloads/outputlib/4biomass\\_Hungary\\_trade\\_study\\_uploaded.pdf](http://www.central2013.eu/fileadmin/user_upload/Downloads/outputlib/4biomass_Hungary_trade_study_uploaded.pdf)
16. Torben S. Straw to Energy. Status, Technologies and Innovation in Denmark Tjele: Agro Business Park A/S, 2011. URL: [http://inbiom.dk/Files/Files/Publikationer/halmpjeceuk\\_2011\\_web.pdf](http://inbiom.dk/Files/Files/Publikationer/halmpjeceuk_2011_web.pdf)

#### REFERENCES

1. Makarenko, V. (2012). Slonova trava – proriv v sil'skomu gospodarstvi [Ivory is a breakthrough in agriculture]. Kyiv, Perspective, no. 1, 32 p.
2. Zinchenko, V. (2011). Jenerģija miskantus [Miscanthus Energy]. Les Prom Inform, no. 6 (80), 61 p. Available at: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=2409>
3. Kljus, S.V. (2016). Enerģoefektyvne peretvorenja biomasy v gorjuchyj gaz i biovugillja v gazogeneratornyh kotlah shhil'nogo sharu palyva: dys... kand. tehn. nauk: 05.14.08 [Energy-efficient conversion of biomass into combustible gas and biochar in gas-fired boilers of the dense fuel layer: diss. Cand. of tech. Sciences: 05.14.08]. Kyiv, 167 p.
4. Vorobej, V., Meleh, Ja., Gudz, N. (2018). Analychne doslidzhennja Vykorystannja biomasy energetychnyh kul'tur u pivnichnyh oblastjah Ukraїny (Volyns'ka, Rivnens'ka, Zhytomyrs'ka, Kyi'vs'ka ta Chernigivs'ka oblasti) [Analytical study Utilization of biomass of energy crops in northern regions of Ukraine (Volyn, Rivne, Zhytomyr, Kyiv and Chernihiv regions)]. Lviv, PPV Knowledge Networks.
5. Denysjuk, S.P., Kocar, O.V., Chernec'ka, Ju.V. (2016). Proekt: Profesionalizacija ta stabilizacija energetychnogo menedzhmentu v Ukraїni [Project: Professionalization and stabilization of energy management in Ukraine]. Kyiv, KPI named after Igor Sikorsky, 79 p. Available at: <http://io.iee.kpi.ua/projects/professionalization-and-stabilization-ukrainian-energy-management>
6. Mel'nychuk M.D., Dubrovin V.O., Kuharec' S.M. (2012). Al'ternatyvna enerģetyka [Alternative energy]. Kyiv, Agrar Media Grup, 244 p.
7. Bud'ko, M.O. (2015). Suchasni tehnologichni procesy, obladnannja ta ustatkuvannja prjamoģo spaljuvannja biomasy [Modern technological processes, equipment and equipment for direct biomass burning]. Kyiv, KPI JuNIDO, 50 p.
8. Kolijenko, V.A., Shelimanova, O.V. (2015). Osoblyvosti spaljuvannja gorjuchyh gaziv iz zminnymy harakterystykamy procesu gorinnja [Features of combustion gas combustion with variable characteristics of combustion process]. Naukovyj visnyk Nacional'nogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukraїny [Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine]. Kyiv.
9. Dubrovin, V.O., Mel'nychuk, M.D., Mel'nyk, Ju.F. (2019). Bioenerģija v Ukraїni. Stvorennja novitnih ob'jektiv, vyrobnyctvo i vykorystannja biopalyv [Bioenergy in Ukraine. Creation of new facilities, production and use of biofuels]. Kyiv, NUBiP Ukraine, 108 p.
10. Goncharova, L.D., Serga, E.M., Shkol'nyj, Je.P. (2005). Klimat i zagal'na cyrkulacija atmosfery: navch. posib. [Climate and general circulation of the atmosphere]. Kyiv, KNT, 251 p.
11. Gorba, O.O., Chajka, T.O., Jasnolob, I.O. (2017). Rozrobka ta vdoskonalennja energetychnyh system z urahuvannjam najavnoģo potencijalu al'ternatyvnyh dzherel enerģii: kolektyvna monografija [Development and improvement of energy systems, taking into account the existing potential of alternative energy sources]. Poltava, Ukrpromtorgservis, 326 p.
12. Poljans'kyj, O.S., D'jkonov, O.V., Skrypnyk, O.S. (2017). Naprjamy rozvytku al'ternatyvnyh dzherel enerģii: akcent na tverdomu biopalyvi ta gnuhkyh tehnologijah jogo vygotovlennja: monografija [Areas of development of alternative energy sources: emphasis on solid biofuels and flexible technologies for its production]. HNUMG the name of O.M. Becketova, 136 p.
13. Mishhenko, O.O. Sozans'ka, A.A. Al'ternatyvni dzherela enerģii ta i'h vykorystannja v agrarnij sferi [Alternative energy sources and their use in the agricultural sector]. Available at: [http://www.rusnauka.com/9\\_NND\\_2012/Economics/6\\_104174.doc.htm](http://www.rusnauka.com/9_NND_2012/Economics/6_104174.doc.htm)



14. Van der, Sluis E. (2007). Local Biomass Feedstocks Availability for Fuelling Ethanol Production. Biofuels, Food and Feed Tradeoffs Conference, April. Proceedings. Missouri, Biofuels, Food and Feed Tradeoffs. pp. 12–13.

15. Dibácz, Z. (2010). Study on Biomass Trade in Poland: Energy Centre- Energy Efficiency, Environment and Energy Information Agency Non-profit Limited Company, 43 p. Available at: [http://www.central2013.eu/fileadmin/user\\_upload/Downloads/outputlib/4biomass\\_Hungary\\_trade\\_study\\_uploaded.pdf](http://www.central2013.eu/fileadmin/user_upload/Downloads/outputlib/4biomass_Hungary_trade_study_uploaded.pdf)

16. Torben, S. (2011). Straw to Energy. Status, Technologies and Innovation in Denmark Tjele: Agro Business Park A/S. Available at: [http://inbiom.dk/Files//Files/Publikationer/halmpjeceuk\\_2011\\_web.pdf](http://inbiom.dk/Files//Files/Publikationer/halmpjeceuk_2011_web.pdf)

#### **Малозергозатратные технологии выращивания и использования энергетических растений**

**Трегуб Н.И., Демещук В.А., Василенко А.С.**

Проанализированы технологические и энергетические потребности на выращивание, уборку и переработку растительных топлив с обоснованием малозергозатратных технологий их использования для энергетических потребностей. Описана технология выращивания мискантуса в условиях производственной плантации учебно-производственного центра Белоцерковского национального аграрного университета площадью 12 га в течение 2013–2019 годов. Аргументирована перспектива выращивания мискантуса гигантского в условиях Белоцерковского района по таким аспектам как простота технологии размножения, механизации посадки корневищ с помощью модернизированной рассадосадильной машины SKN-6, малозергозатратной технологии переработки и последующего использования в твердотопливных котлах или газогенераторах двигателей внутреннего сгорания с получением электроэнергии и утилизацией тепла для отопления и нагревания воды. Даны рекомендации по подготовке посадочного материала мискантуса, что обеспечит эффективные всходы, повышенную жизнеспособность и развитие растений. Акцентируется внимание на важности решения технической проблемы уплотнения измельченной сухой растительной массы перед подачей в твердотопливные котлы или газогенераторы двигателей внутреннего сгорания с использованием серийных механизмов.

**Ключевые слова:** энергетические растения, энергетическая переработка, растительные топлива, топливные pellets, низкоэнергосодержащие технологии, энергонезависимость.

#### **Low energy technologies for energy plants growing and using**

**Trehub M., Demeshchuk V., Vasilenko O.**

The technological and energy costs for the cultivation, collection and processing of crop fuels are analyzed and the low-cost technologies of their use for energy needs are substantiated in the article. The technology for growing miscanthus in a production area of Bila Tserkva National Agrarian University training and production center sized 12 hectares during 2013–2019 is described. The prospect of growing giant miscanthus in the conditions of Bila Tserkva district in terms of reproduction technology simplicity, rhizomes planting mechanization with the modernized seedling machine SKN-6, low energy technology of processing and use in solid fuel boilers water heating. Recommendations on preparation of planting material of Miscanthus, which will provide effective seedlings, increased viability and plant development are given. The importance of solving the technical problem of compacting the crushed dry mass of miscanthus immediately before putting into solid fuel boilers or gas generators of internal combustion engines using serial mechanisms is discussed.

**Key words:** energy plants, energy efficient processing, crop fuels, fuel pellets, low energy technologies, energy independence.

*Надійшла 08.10.2019 р.*



**ТРЕГУБ М.І.**, <https://orcid.org/0000-0001-6558-0040>

**ДЕМЕЩУК В.А.**, <https://orcid.org/0000-0003-3509-2737>

**ВАСИЛЕНКО О.С.**, <https://orcid.org/0000-0001-9934-7124>

УДК 664.8.032 : 634.23

ВАСИЛИШИНА О.В.

*Уманський національний університет садівництва***ЗМІНИ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗАМОРОЖЕНИХ ПЛОДІВ ВИШНІ З ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЮ ОБРОБКОЮ РОЗЧИНОМ АЛЬГІНАТУ НАТРІЮ**

Плоди вишні – цінна культура для технічної переробки, яка швидко псується при зберіганні. Подовжити термін їх переробки можна за рахунок розробки нових технологій зберігання та переробки сировини. Однією з таких технологій є заморожування. Метою дослідження було оцінити якість заморожених плодів вишні з нанесенням розчину альгінату натрію. Завдання дослідження – визначити вплив обробки розчином альгінату натрію на заморожені плоди вишні за фізико-хімічними показниками. Дослідження проводили протягом 2016–2018 років з плодами вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка, відібраних на дослідній станції помології ім. Л.П. Симиренка. Плоди вишні занурювали в 2, 3 та 5 % розчин альгінату натрію та витримували 5–10 хв. Потім виймали й упаковували в поліетиленові пакети по 0,5 кг та заморожували за температури –24 °С із подальшим зберіганням при температурі –18 °С. Заморожені плоди вишні мають вологоутримуючу здатність по сорту Пам'ять Артеменка 5,6 та Альфа 9,5 %, що на 2,3–2,5 % перевищує показники плодів, оброблених розчином альгінату натрію. Уміст сухих розчинних речовин у плодах вишні сортів Пам'ять Артеменка та Альфа становив 15,89 та 15,84 %. Протягом заморожування він знизився на 4,2–5,2 %. В оброблених плодах вишні він дещо менший – 0,6–1,9 %. Уміст титрованих кислот у плодах вишні сортів Пам'ять Артеменка та Альфа становив 1,74 та 2,02 %. Протягом заморожування їх уміст знизився на 18,8–19 %. Плоди вишні, оброблені альгінатом натрію, мали менші втрати у вмісті титрованих кислот на 8,9–16 %. Найменші втрати на 8,9–9 % у плодів вишні, попередньо оброблених 5 % розчином альгінату натрію. Попередня обробка плодів вишні розчином альгінату натрію перед заморожуванням дала змогу покращити якість плодів вишні зі збереженням вологоутримуючої здатності на 2,3–2,5 %, сухих розчинних речовин – 0,6–1,9, титрованих кислот – 8,9–16, аскорбінової кислоти – на 8,1–17,4 %.

**Ключові слова:** плоди вишні, альгінат, сухі розчинні речовини, кислоти, вологоутримуюча здатність.

**doi:** 10.33245/2310-9270-2019-153-2-82-87

**Постановка проблеми.** Харчові покриття, зокрема ліпіди, полісахариди, білки, є бар'єром для проходження водяних парів, газів та інших речовин, а також носіями багатьох функціональних інгредієнтів, таких як антимікробні й антиоксидантні агенти, що підвищує якість і подовжує термін зберігання свіжих і оброблених плодів та овочів. Харчові покриття здавна використовують для збереження якості та подовження терміну зберігання свіжих плодів та овочів, зокрема лимонів та ягід. Плоди та овочі покривають занурюванням або обприскуванням харчовими плівками. На їх поверхні утворюється їстівна плівка, яка сповільнює дихання та запобігає втраті вологи. Велику кількість харчових матеріалів використовують для виробництва їстівних плівок, що виготовлені з полісахаридів та їх комбінацій [1–3].

**Аналіз останніх досліджень.** Харчове покриття – це покриття, що засвоюється людиною, додане до харчового продукту. Є кілька груп харчових покриттів, що класифікують на полісахариди, ліпіди, білки [2]. Полісахариди такі як хітозан, альгінат, крохмаль, целюлоза, карагінан, пектин та ін. є розповсюдженими біополімерними з'єднаннями, що використовують для виготовлення харчових покриттів і плівок. Вони також є ефективним бар'єром для газів кисню і діоксиду вуглецю [3–7].

Полісахариди включають похідні крохмалю, целюлози, альгінату, карагенану, рослинні та мікробні камеді, хітозан, пектинати. Ці покриття сприяють уповільненню дихання та утворюють на поверхні плодів газовий бар'єр та затримують втрати вологи [1, 4, 8–11].

Використання покриттів не тільки затримує втрату вологи, а й запобігає зниженню сухих розчинних речовин [2].

Екстракти морських водоростей – альгінати – основні структурні полісахариди бурих морських водоростей [1, 6].

Альгінат натрію є одним із природних їстівних полісахаридів, що використовують у біоіндустрії. Він отриманий із морських водоростей, нетоксичний та біологічно розкладається.

Розчини з альгінату натрію показали позитивні результати при запобіганні у втраті вологи та витіканні соку після осмотичного зневоднення та заморожування полуниці [2].

Також альгінат натрію використовують для збереження свіжозрізаних кубиків папайї. При цьому зміни пов'язані з потемнінням, порушенням структури відбуваються повільніше. Дослі-

дження показали доцільність покриття 2 % розчином альгінату натрію, в який занурювали свіжозрізані кубики папайї, та поміщали їх в поліетиленові лотки. Потім їх обгортали прозорими поліетиленовими плівками і зберігали при температурі 4 °С. У результаті в плодах уміст сухих розчинних речовин збільшився за рахунок витримування в розчинах альгінату, рН знизився з 6,1 (контроль) до 5,4–5,7 [3].

**Мета дослідження** – оцінити якість заморожених плодів вишні з нанесенням розчинів альгінату натрію.

Завдання дослідження – встановити вплив попередньої обробки розчином альгінату натрію на заморожені плоди вишні за фізико-хімічними показниками: втратою вологи, вмістом сухих розчинних речовин, кислот, аскорбінової кислоти.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили протягом 2016–2018 років з плодами вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка, відібраних на дослідній станції помології ім. Л.П. Симиренка. Попередня підготовка плодів до заморожування включала сортування, інспектування, миття нанесення 2, 3, 5 % розчину альгінату натрію. Для приготування розчину альгінату натрію його розчиняли у воді при температурі 45 °С та додавали 10 % розчин гліцерину.

Плоди вишні занурювали в 2, 3 та 5% розчини альгінату натрію та витримували 5–10 хв. Потім виймали, висушували й упаковували в поліетиленові пакети по 0,5 кг та заморожували за температури –24 °С із подальшим зберіганням при температурі –18 °С.

У свіжих та заморожених плодах визначали втрати вологи [12], вміст сухих розчинних речовин [12], кислот [13], аскорбінової кислоти [12].

**Результати дослідження та обговорення.** Попередня обробка плодів вишні розчином альгінату натрію перед заморожуванням вплинула на їх вологоутримуючу здатність та залежала від особливостей сорту (рис. 1). Необроблені плоди вишні мають вологоутримуючу здатність для сорту Пам'ять Артеменка 5,6 та Альфа 9,5 %, що на 2,3–2,5 % перевищує показники плодів, оброблених розчином альгінату натрію.

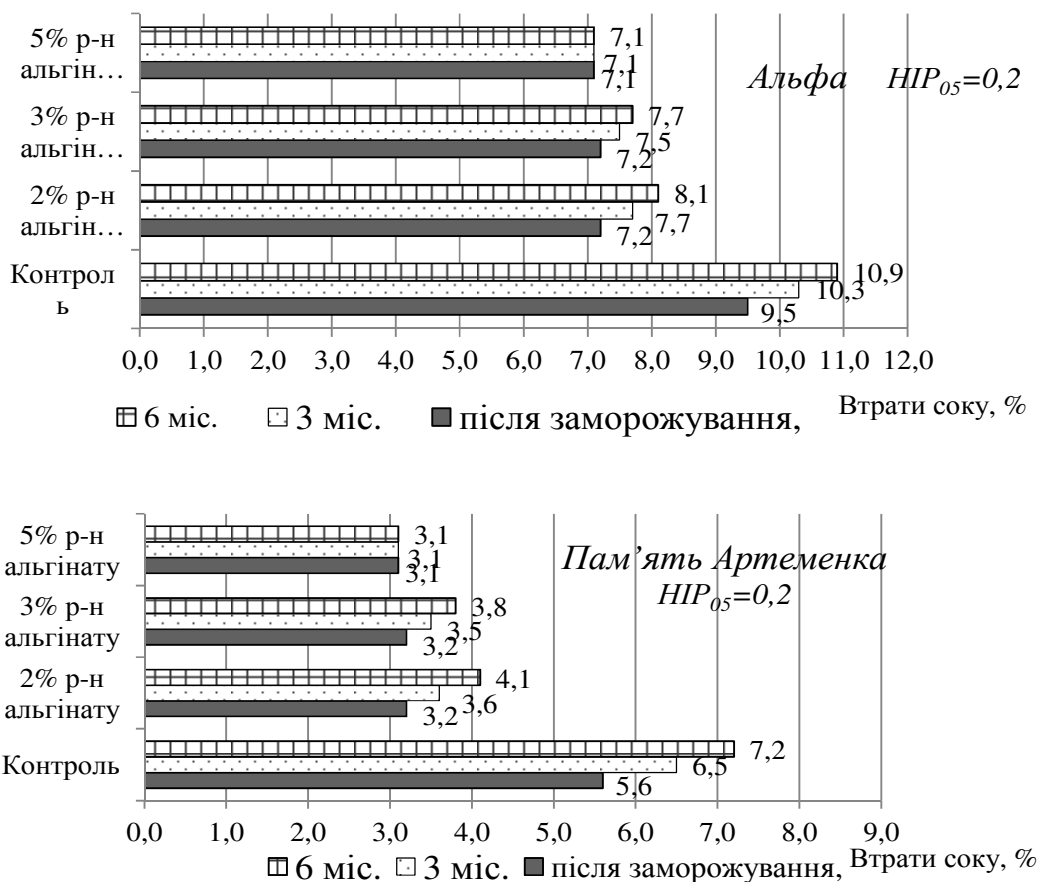


Рис.1. Втрати соку плодів вишні протягом заморожування (середнє за 2016–2018 рр.).

Якість плодів протягом заморожування визначається вмістом сухих розчинних речовин. Їх уміст у плодах вишні сортів Пам'ять Артеменка та Альфа становив 15,89 та 15,84 % (рис. 2). Протягом заморожування він знизився на 4,2–5,2%. В оброблених плодах вишні він дещо менший – 0,6–1,9 %, а у плодах оброблених 5 % розчином альгінату натрію – вищий. Очевидно через їх покриття альгінатом натрію, що може вносити сухі розчинні речовини в готовий продукт. Однак зразок без покриття показав зниження вмісту сухих розчинних речовин.

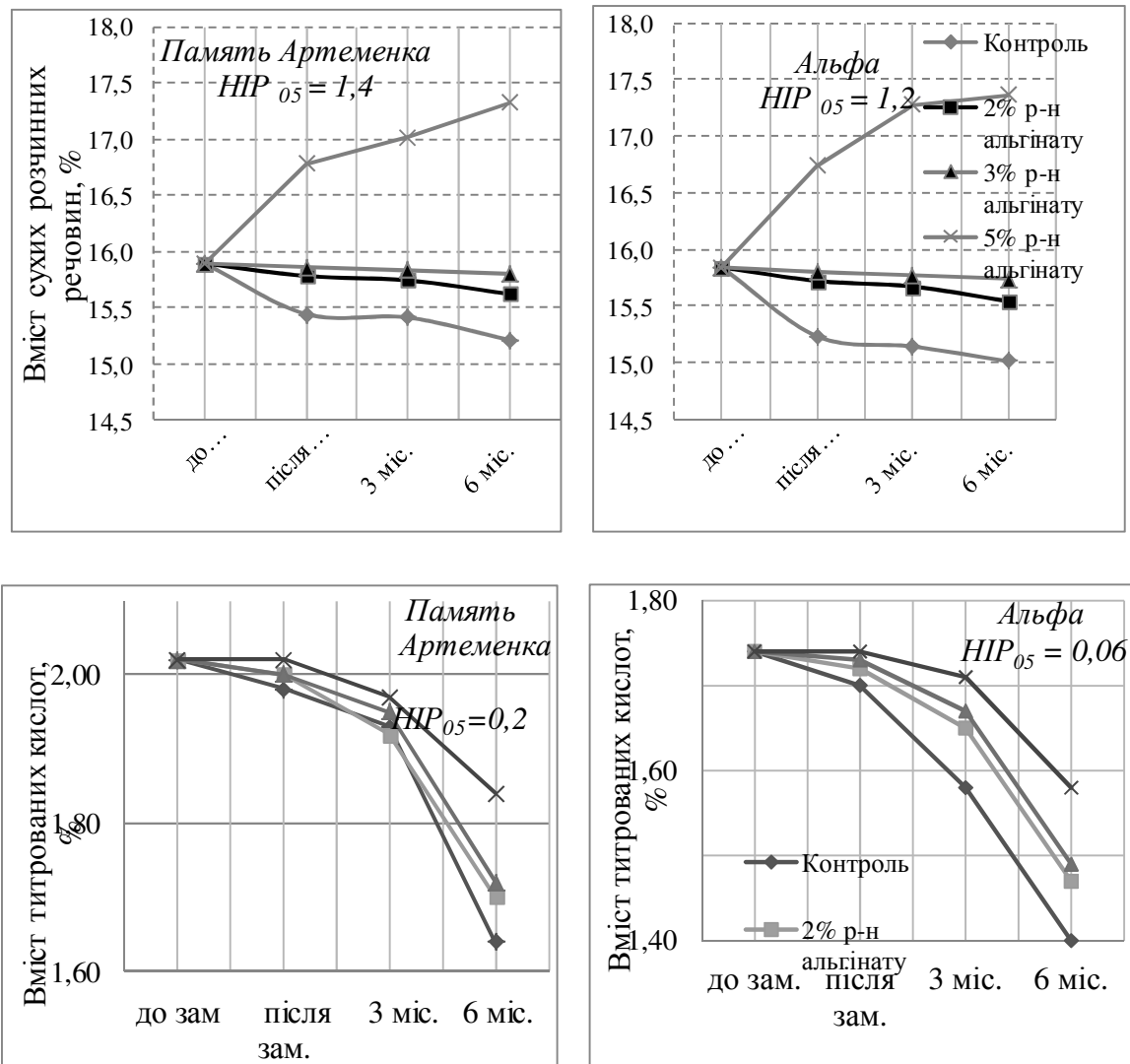


Рис. 2. Зміна вмісту сухих розчинних речовин у плодах вишні протягом заморожування (середнє за 2016–2018 рр.).

Уміст титрованих кислот у плодах вишні значний. Разом з цурками вони визначають смак плодів. Основною кислотою, що переважає в плодах вишні є яблучна. Уміст титрованих кислот у плодах вишні сортів Пам'ять Артеменка та Альфа становив 1,74 та 2,02 % відповідно (рис. 3).

Протягом заморожування вміст титрованих кислот у контролі знизився на 18,8–19 %. Зразки з покриттям показали вищі значення титрованої кислоти та менші втрати у її вмісті – 8,9–16 %. Протягом заморожування титрована кислотність залишалася постійною і показала невелике зниження на 8,9–9% для плодів вишні, попередньо оброблених 5 % розчином альгінату натрію.

На рис. 3 показано зміну вмісту аскорбінової кислоти протягом заморожування. У свіжих плодах вишні сортів Альфа та Пам'ять Артеменка її вміст знаходився на рівні 19,05 та 19,15 мг/100 г.

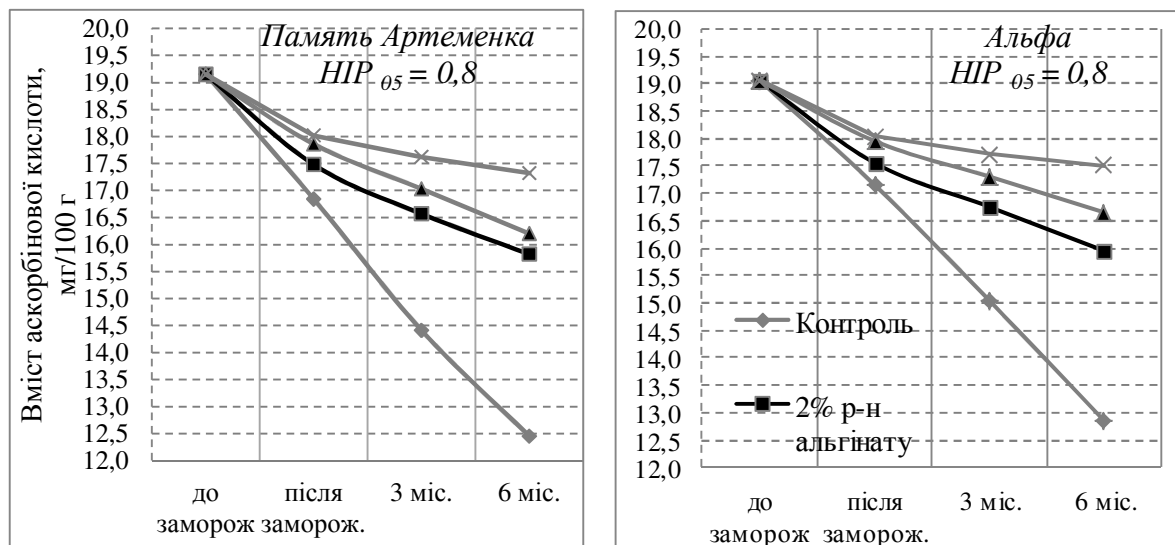


Рис. 3. Зміна вмісту аскорбінової кислоти в плодах вишні протягом заморожування (середнє 2016–2018 рр.).

Протягом заморожування він знизився на 32,5 та 35 %. Плоди вишні, оброблені 2 та 3 % розчином альгінату натрію, мали менші втрати вмісту аскорбінової кислоти по сорту Альфа 16,3 та 12,6 % і Пам'ять Артеменка 17,4 та 15,4 %. Найменші втрати її вмісту для плодів вишні, оброблених 5 % розчином альгінату натрію, становили 8,1 та 9,6 %.

Отримані дослідження підтверджують результати досліджень S. Jansrimanee, N. Tabassum та ін. [2, 3] про позитивний вплив попередньої обробки розчином альгінату натрію перед заморожуванням, що запобігає втраті вологи, витіканню соку, та сприяє збереженню якості плодів після заморожування.

**Висновки.** Попередня обробка плодів вишні розчином альгінату натрію перед заморожуванням дала змогу покращити якість плодів зі збереженням вологоутримуючої здатності на 2,3–2,5 %, сухих розчинних речовин – 0,6–1,9, титрованих кислот – 8,9–16, аскорбінової кислоти – на 8,1–17,4 %.

З огляду на необхідність продовження терміну споживання швидкопсуючих плодів вишні проведення досліджень у цьому напрямку є перспективним.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Lin D., Zhao Y. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2007. Vol. 6(3). P. 60–75.
2. Jansrimanee S., Lertworasirikul S. Effect of sodium alginate coating on osmotic dehydration of pumpkin. *International Food Research Journal*. 2017. Vol. 24(5). P. 1903–1909.
3. Tabassum N., Khan M.A. Modified atmosphere packaging of fresh-cut papaya using alginate based edible coating: Quality evaluation and shelf life study. *Scientia Horticulturae*. 2019. Vol. 259 (3). P. 108853.
4. Maftoonazad N., Ramaswamy H.S., Marcotte M. Shelf-life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. *International Journal of Food Science and Technology*. 2008. Vol. 43. P. 951–957.
5. Quality characteristics and glass transition temperature of hydrocolloid pre-treated frozen pre-cut carrot / Maity T. et al. *International Journal of Food Properties*. 2011. Vol. 14:1. P. 17–28. DOI: <https://doi.org/10.1080/10942910903118578>
6. Parreidt T.S., Müller K., Schmid M. Alginate-based edible films and coatings for food packaging applications. *Foods*. 2018. Vol. 7(10). 170 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods7100170>.
7. Optimization of alginate and gellan-based edible coating formulations for fresh-cut pineapples / Azarakhsh N. et al. *International Food Research Journal*. 2012. Vol. 19(1). P. 279–285.
8. Alginate coatings containing grapefruit essential oil or grapefruit seed extract for grapes preservation / Aloui H. et al. *International journal of food science and technology*. 2014. Vol. 49. P. 952–959.
9. Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples / Rojas-Grau M.A. et al. *Postharvest Biology and Technology*. 2007. Vol. 45. P. 254–264. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.01.017>.
10. Alginate- and gellan-based edible films for probiotic coatings on fresh-cut fruits / Tapia M.S. et al. *Journal Food Science and Nutrithion*. 2007. Vol. 72(4). E190-6. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00318.x>
11. Chiabrando V., Giacalone G. Effects of alginate edible coating on quality and antioxidant properties in sweet cherry during postharvest storage. *Italian Journal of Food Science*. 2015. Vol. 27(2). P. 173–180.

12. Найченко В.М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства: навчальний посібник. Київ: ФАДА ЛТД, 2001. 211 с.
13. ДСТУ 4957:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання титрованої кислотності. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 10 с.

## REFERENCES

1. Lin D., Zhao Y. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2007. Vol. 6(3). P. 60–75.
2. Jansrimanee, S., Lertworasirikul, S. (2017). Effect of sodium alginate coating on osmotic dehydration of pumpkin. *International Food Research Journal*. Vol. 24(5), pp. 1903–1909.
3. Tabassum, N., Khan, M.A. (2019). Modified atmosphere packaging of fresh-cut papaya using alginate based edible coating: Quality evaluation and shelf life study. *Scientia Horticulturae*. Vol. 259 (3), 108853 p.
4. Azarakhsh, N., Ramaswamy, H.S., Marcotte, M. (2008). Shelf-life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. *International Journal of Food Science and Technology*. Vol. 43, pp. 951–957.
5. Maity, T., Chauhan, O.P., Shah, A., Raju, P.S., Bawa, A.S. (2011). Quality characteristics and glass transition temperature of hydrocolloid pre-treated frozen pre-cut carrot. *International Journal of Food Properties*. Vol. 14:1, pp. 17–28. Available at: <https://doi.org/10.1080/10942910903118578>
6. Parreidt, T.S., Müller, K., Schmid, M. (2018). Alginate-based edible films and coatings for food packaging applications. *Foods*. Vol. 7(10), 170 p. Available at: <https://doi.org/10.3390/foods7100170>.
7. Azarakhsh, N., Osman, A., Ghazali, H.M., Tan, C.P., Mohd Adzahan, N. (2012). Optimization of alginate and gellan-based edible coating formulations for fresh-cut pineapples. *International Food Research Journal*. Vol. 19(1), pp. 279–285.
8. Aloui, H., Khwaldia, K., Sanchez-Gonzalez, L., Muneret, L., Jeandel, C., Hamdi, M., Desobry, S. (2014). Alginate coatings containing grapefruit essential oil or grapefruit seed extract for grapes preservation. *International journal of food science and technology*. Vol. 49, pp. 952–959.
9. Rojas-Grau, M.A., Raybaudi-Massilia, R.M., Robert C., Soliva-Fortuny, Avena-Bustillos, R.J., McHugh, T.H., Martin-Belloso, O. (2007). Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*. Vol. 45, pp. 254–264. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.01.017>.
10. Tapia, M.S., Rojas-Graü, M.A., Rodríguez, F.J., Ramírez, J., Carmona, A., Martin-Belloso, O. (2007). Alginate- and gellan-based edible films for probiotic coatings on fresh-cut fruits. *Journal Food Science and Nutrition*. Vol. 72(4), E190-6. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00318.x>
11. Chiabrando, V., Giacalone, G. (2015). Effects of alginate edible coating on quality and antioxidant properties in sweet cherry during postharvest storage. *Italian Journal of Food Science*. Vol. 27(2), pp. 173–180.
12. Najchenko, V.M. (2001). *Praktykum z tehnologii zberigannja i pererobky plodiv ta ovochiv z osnovamy tovaroznavstva: navchalnyj posibnyk [Workshop on the technology of storage and processing of fruits and vegetables with the basics of commodity science]*. Kyiv, FADA LTD, 211 p.
13. DSTU 4957:2008. *Produkty pereroblennja fruktiv ta ovochiv. Metody vyznachannja tytrovanoj kyslotnosti [Products of processing fruits and vegetables. Methods for determination of titrated acidity]*. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukraine, 2009, 10 p.

**Изменение качественных показателей замороженных плодов вишни с послеуборочной обработкой раствором альгината натрия**

**Василишина Е.В.**

Плоды вишни – ценная культура для технической переработки, которая быстро портится при хранении. Продлить срок их переработки можно за счет разработки новых технологий хранения и переработки сырья. Одной из таких технологий является замораживание. Цель исследования – оценить качество замороженных плодов вишни с нанесением растворов альгината натрия. Задача исследования – по физико-химическим показателям определить влияние обработки раствором альгината натрия на замороженные плоды вишни. Исследования проводили в течение 2016–2018 годов с плодами вишни сортов Альфа и Память Артеменко, отобранных на исследовательской станции помологии им. Л.П. Смиренко. Плоды вишни погружали в 2, 3 и 5 % раствор альгината натрия и выдерживали 5–10 мин. Затем вынимали и упаковывали в полиэтиленовые пакеты по 0,5 кг, замораживали при температуре –24 °С с последующим хранением при температуре –18 °С. В замороженных плодах вишни влагоудерживающая способность составляла для сорта Память Артеменко 5,6 и Альфа 9,5 %, что на 2,3–2,5 % превышало показатели плодов, обработанных раствором альгината натрия. Содержание сухих растворимых веществ в плодах вишни сортов Память Артеменко и Альфа – 15,89 и 15,84 %. В течение замораживания оно снизилось на 4,2–5,2 %. В обработанных плодах вишни несколько меньше – 0,6–1,9 %. Содержание титруемых кислот в плодах вишни сортов Память Артеменко и Альфа составляло 1,74 и 2,02 %. В течение замораживания их содержание снизилось на 18,8–19 %. Плоды вишни, обработанные альгинатом натрия, имели меньшие потери в содержании титруемых кислот 8,9–16 %. Наименьшие потери 8,9–9 % у плодов вишни, предварительно обработанных 5 % раствором альгината натрия. Предварительная обработка плодов вишни раствором альгинатанатрия перед замораживанием позволила улучшить качество плодов вишни с сохранением влагоудерживающей способности на 2,3–2,5 %, сухих растворимых веществ – 0,6–1,9, титруемых кислот – 8,9–16, аскорбиновой кислоты – на 8,1–17,4 %.

**Ключевые слова:** плоды вишни, альгинат, сухие растворимые вещества, кислоты, влагоудерживающая способность.

**Changes in quality indices of frozen cherry fruits under their surface treatment with sodium alginate solution**  
**Vasylyshyna O.**

Cherry fruit are valuable crop for technical processing, which quickly deteriorate during storage. Therefore, it is possible to extend the processing time by developing new technologies for raw materials storage and processing. Freezing is among the technologies. The purpose of the research is to assess the quality of frozen cherry fruit under their treatment with sodium alginate solutions. The objective of the study is to determine the effect of frozen cherry fruits treatment with sodium alginate solution on their physical and chemical parameters. The studies were conducted during 2016–2018 on cherries fruits of the Alpha and Memory Artemenko varieties selected at the Pomology Research Station named after L.P. Symyrenko. Cherry fruit were immersed in a 2, 3 and 5 % sodium alginate solution and kept for 5–10 minutes. They were further removed and packaged into 0.5 kg plastic bags and frozen at –24 °C, followed by storage at –18 °C. In frozen cherry fruits, the water-holding capacity for the Memory Artemenko varieties is 5.6 % and 9.5 % for Alpha, which is 2.3–2.5 % higher than the processed fruits with a solution of sodium alginate. The content of dry soluble substances in the cherry fruit varieties of Pamyat' Artemenko and Alpha made 15.89 and 15.84 %. During the freezing, it decreased by 4.2–5.2 %. In the processed cherry fruit they were slightly less – 0.6–1.9. The content of titratable acids in the cherry fruit variety of Memory Artemenko and Alpha was 1.74 and 2.02 %. During the freezing, their content decreased by 18.8–19 %. Cherry fruit treated with sodium alginate had a smaller loss in the content of titratable acids of 8.9–16 %. The smallest losses of 8.9–9 % were in cherry fruit pre-treated with 5 % sodium alginate solution. Cherry fruit pretreatment with alginate solution before their freezing made it possible to improve the quality of cherry fruit while maintaining water-holding capacity by 2.3–2.5 %, dry soluble substances by 0.6–1.9 %, and titratable acids by 8.9–16 %, ascorbic acid – 8.1–17.4%.

**Key words:** cherry fruit, alginate, soluble substances, acids, water-holding capacity.

*Надійшла 11.10.2019 р.*



ВАСИЛИШИНА О.В., <https://orcid.org/0000-0002-1066-4009>

## ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО

UDC 630\*116: 582.475: 631.62

**YUKHNOVSKIY V.**

**URLIUK Yu.**

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

**KHRYK V.**

**LEVANDOVSKA S.**

*Bila Tserkva National Agrarian University*

### **SANITARY STATE OF WATER-PROTECTION PINE PLANTATIONS IN THE INTERFLUVE OF DNEIPER AND DESNA**

The purpose of the study was to establish the sanitary state of pine plantations, identify the causes of the development and spread of diseases and pathogens, develop recommendations for improving the condition and increase the biological stability of pine plantations between the Dnieper and Desna rivers.

The studies were carried out in middle-aged, mature and over-mature pine plantations of the Ukrainian interfluvium of Dnieper and Desna. The sanitary state of the stands was determined on 52 circular trial plots laid in the forest growing conditions of fresh poor site and fresh rich site. On each trial plot, the index of the sanitary state was calculated according to the generally methodology accepted in forestry.

Calculations of the sanitary state index showed that middle-aged plantations are more resistant to biotic and abiotic factors, the dominant number of trees is classified as weakened. In general, the sanitary state index of middle-aged pine forests of fresh poor site and fresh rich site is 2.04 and 1.79, respectively. The mature plantings of fresh poor site with sanitary state index 2.86 are highly weakened, and fresh rich site are weakened, due to the more fertile rich site soil conditions enriched by the biodiversity of the living ground cover. Pine plantations of IX and XI age classes, in which the sanitary state index varies between 2.30–2.33, and the percentage of drying and dead trees reaches 10 %, are weakened.

It has been established that the most influential factors of a significant deterioration in the sanitary state of mature and over-mature water-protection pine plantations are changes in the hydrological regime of floodplain territories, which leads to tree damage by the mistletoe Austrian and root sponge. In order to prevent the development of these pathogens, it is recommended to create mixed plantations of Scots pine with the introduction of 20–40 % deciduous species, which will simultaneously serve as a fire barrier to the spread of ground fires.

**Key words:** biological stability, state categories, indicator of sanitary state, Austrian mistletoe, roots sponge, dry wood.

**doi:** 10.33245/2310-9270-2019-153-2-88-95

**Formulation of the problem.** The current negative state of the environment is closely related to the anthropocentric type of development. As a result of its intensification, the area of forest stands affected by pests and diseases of the forest has increased, which has led to their weakening and drying up. According to the State Agency of Forest Resources of Ukraine, the total area of drying up stands in the enterprises of the industry for 2018 is about 440 thousand hectares, of which Scotch pine – 243 thousand hectares [4].

Growth and ecological properties of plantations depend to a large extent on the state of forests. Recently, the sanitary state of forests in different regions of Ukraine has worsened, which is related to climate change and anthropogenic impact [6]. The tendency to decrease the planting stability is especially clear in the pure pine stands growing in poor pine sites and rich pine sites.

According to scientists, in case of an increase in air temperature by 1 °C, the latitude limits of climate zones within Ukraine will be shifted by 160 km. Modern forestry science lacks sufficient data on the behavior of forest ecosystems and their adaptive capacity in the face of such climate change. It is expected that there will be an increase in the recurrence of years during which forests will experience significant water stress. In addition to directly affecting the productivity and viability of forests, climate change provokes abiotic and biotic disturbances. Among the latter is expected to increase the mass reproduction of dangerous pests and diseases.



In the interfluve Dnieper and Desna, the dominant positions belong to protective forests under the category of water protection plantations. The main forest-forming species is Scotch pine, which accounts for 68 % of the forest fund [2]. The past two decades have seen significant climate change in the study area, which has affected the hydrological regime of floodplain lands. The aridity of the climate and the decrease in groundwater contributed to the appearance of pests and pathogens that migrated outside their natural habitat and had not previously developed in the pine stands of the region [15].

The viability of artificial stands and their good condition are maintained through the implementation of scientifically sound forest management measures that regulate the processes of natural self-regeneration, eliminating the effects of negative effects of natural and anthropogenic factors [14].

**The purpose of the study** is to determine the sanitary state of water protection plantations in different forest plant sites and age groups, to determine the causes of development and dangerous spread of the Austrian mistletoe semi-parasite plant, to provide recommendations for improvement of the biological stability of pine plantations in the interfluve Dnieper and Desna.

**Material and methods of research.** The object of the study was the pine plantations of the Ukrainian interfluve Dnieper and Desna, which occupies the northern part of the Chernihiv Polissia and covers part of the Dnieper-Donetsk depression [7]. In orographic terms, the study region is characterized as a weakly undulating plain. The general flatness of the territory is broken by the valleys of the rivers Dnieper, Desna, and Snov. According to the forestry zoning, the studied territories belong to the East Pole District Forestry Forest Region [5, 10] or the Dnieper Forestry District of the Kyiv-Chernihiv Polissia Province [2].

The most represented water protection plantations are pine tree stands of State Enterprise "Vyshche-Dubechnia Forestry", the territory of which occupies the second over-floodplain terrace of the river basin and with a small slope extends from north to south. According to the latest forest inventory, dominant positions belong to protective forests under the category of water protection plantations [11]. Their share is 72.7 % (20,939.1 hectares). Exploitation forests cover an area is only 2105.7 ha, which are 7.3 % of the forest fund [17]. The predominant types of forest conditions are fresh poor pine sites and fresh rich pine sites, which account for about 65 % of the territory. Forest site conditions on the territory of the forestry are favorable for the cultivation of the main forest-forming species of pine, the plantations of which occupies 18385 ha, or 68.6 % of the area [17].

The sanitary state of the plantations was determined on circular test plots, which were placed in the forest plant conditions of fresh poor pine sites ( $A_2$ ) and fresh reach pine sites ( $B_2$ ). Middle aged, mature and overmature pine stands were explored. A total of 52 circular trial plots were laid. The study covers six forests massive with a total area of 32.0 ha. Pine forests of the massive typically represent the specified age categories of forestry plantations. The forest-biometric characteristics of pine plantations are given in Table. 1.

Table 1 – Forestry-biometric characteristics of pine plantations

No	Block/unit	Area, ha	Site type	Age, years	Composition	Diameter, sm	Height, m	Class productivity	Density	Stock, m <sup>3</sup> /ha
1	795/2	2.0	$A_2$	40	10C <sub>3</sub> +Бп	18	17	I	0,70	220
2	794/7	3.3	$A_2$	81	10C <sub>3</sub>	26	22	II	0.75	340
3	579/4	3.7	$A_2$	111	10C <sub>3</sub>	36	29	I	0.70	420
4	882/2	8.5	$B_2$	41	10C <sub>3</sub>	20	16	I	0.80	240
5	782/7	2.5	$B_2$	73	10C <sub>3</sub>	26	24	I	0.85	430
6	782/8	12.0	$B_2$	91	10C <sub>3</sub>	32	26	I	0.80	450

Table 1 data show that in fresh rich pine sites the stands are more complete than fresh poor pine sites stands. This fact is explained, first of all, by the richer fresh rich pine sites vegetation conditions, the soil fertility of which is able to provide more plants per unit area. The productivity of such stands is usually higher than that of fresh poor pine sites, although here they also reach high classes of productivity.

On circular test plots, a list of trees by category of state was carried out using the prism of M. Anuchin [1]. During the study of the sanitary status of water-protective plantations, the methodology approved by the sanitary rules in the forests of Ukraine was used [13].

During the list of trees in the test plots, for each of them, the category of the state was determined according to the sum of biomorphological features, which included the density and color of the crown, the presence and nature of the needles distribution, the last infection of the infectious and non-infectious nature, the pests and pathogens, the relative growth of the sprouts, age of needles stored on shoots, presence of dry branches, condition of bark, phloem etc. [8, 9].

The trees were divided into six categories of sanitary status: healthy, weakened, very weakened, withered and drying (recent and past years) [13]. The integral index of the state of trees or the so-called index of sanitary status of plantations was calculated by the formula 1 [13, 17]:

$$I_s = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4 + 5n_5 + 6n_6}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6}, \quad (1)$$

where  $I_s$  – is the index of sanitary state;  $n_1, n_2, \dots, n_6$  – is the number of trees in the respective sanitary category.

The index of the state of living trees was calculated by the formula 2:

$$I_s = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4}. \quad (2)$$

The degree weakened or plantings state on the units was defined as the weighted average of the tree distribution estimates of the different status categories. The plantation states was set according to the following sanitary index values: up to 1.50 – healthy plantations; 1.51–2.50 – weakened; 2.51–3.50 – strongly weakened; 3.51–4.50 – dry plantations; more than 4.51 – dead.

During field work, all manifestations of negative impact on the status of forest phytocenoses of other biotic and abiotic factors (pests and tree damage by pathogens, forest fires, damage to shoots by late spring frosts, as well as wild and domestic animals) were recorded on the test areas.

The mathematical and statistical processing of the results was performed using Microsoft Excel software packages [2].

**Results of the study and discussion.** On each circular test plot on the studied objects is determined by the index of sanitary state according to the formula 1. A fragment of the calculation of the sanitary state of the overmature pine plantation of fresh poor pine site is given in Table. 2.

Table 2 – Sanitary state of plantation of fresh poor pine site (block 579, unit 4)

Number of test area	Category of trees state						Number of trees in the test area, pc.	Index of sanitary status $I_s$
	I	II	III	IV	V	VI		
	Number of trees by state category, pc.							
1	12	20	8	2	0	0	42	2.00
2	8	12	5	0	0	1	26	2.04
3	9	15	8	3	1	1	37	2.32
4	13	13	7	1	0	0	34	1.88
5	8	14	10	0	0	0	32	2.06
6	10	20	8	3	1	1	43	2.26
7	5	9	11	6	1	0	32	2.66
8	5	22	10	1	2	1	41	2.41
9	2	14	11	4	2	1	34	2.79
10	2	14	14	2	1	0	33	2.58
Weighted average sanitary index								<b>2.30</b>

The analysis of the tabular data showed that in 10 circular test areas the index of sanitary state fluctuates within 1.88–2.79. That is, most of the studied sites belong to the category of weakened plantations and only the stands in circular test areas 7 and 9 belong to the category of severely weakened

with the indices of sanitary status 2.66 and 2.79 respectively. The weighted average index of the sanitary state of the investigated pine stands is 2.30, which allows it to be classified as weakened.

Summarized data for all objects is shown in Table 3, and the percentage distribution of the total number of trees by categories of sanitary state of mature pine stands in different forest plant conditions is illustrated in Fig. 1.

The data analysis of the table 3 indicates that the largest proportion of trees in pine stands of IV age class belongs to the first and second categories, that is, the percentage of weakened and healthy trees in fresh poor and rich pine sites is 33.2 and 59.6 %, respectively. At the same time, the index of the sanitary state of mature plantations of fresh poor and rich pine sites is 2.86 and 2.07, respectively. Thus, in the age of mature, pine plantations of fresh poor pine site belong to the high weakened, and the fresh rich pine site – to the weakened. The better sanitary state of the plantations of the fresh rich pine site is explained by the more fertile soil conditions, enriched with biodiversity of the living above ground cover.

Table 3 – Sanitary state of pine plantations on units

Block/ unit	Compo-sition*	Age, years	Number of trees by state category: numerator, pc, denominator, %						Number of trees in the test area, pc./%	$I_s$
			I	II	III	IV	V	VI		
Water protection plantations of fresh poor pine site										
795/2	10Ps+Bp	40	59	67	39	24	9	4	202	2.04
			29.2	33.2	19.3	11.9	4.5	2.0	100	
794/7	10 Ps	80	12	65	53	27	5	9	171	2.86
			7.0	38.0	31.0	15.8	2.9	5.3	100	
579/4	10 Ps	111	74	153	92	22	8	5	354	2.30
			20.9	43.2	26.0	6.2	2.3	1.4	100	
Water protection plantations of fresh rich pine site										
882/2	10 Ps	41	167	48	34	20	7	4	280	1.79
			59.6	17.1	12.1	7.1	2.5	1.4	100	
782/7	10 Ps	73	132	171	77	15	9	6	410	2.07
			32.2	41.7	18.7	3.7	2.2	1.5	100	
782/8	10 Ps	91	49	107	65	11	5	7	244	2.33
			20.1	43.9	26.6	4.5	2.0	2.9	100	

\*1 Ps – Pinus sylvestris L.; Bp – Betula pendula Ehrh.

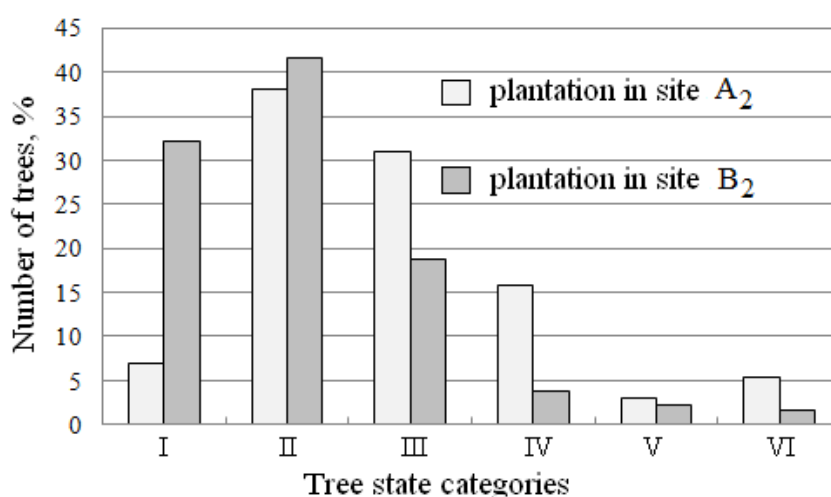


Fig. 1. Distribution of trees in mature pine plantations growing in fresh poor and rich pine sites by category of sanitary state.

Middle aged plantations in both forest plant sites are more resistant to biotic and abiotic factors; the dominant number of trees belongs to 1 and 2 categories of sanitary state. In general, the index of

sanitary state of fresh poor pine site and fresh rich pine site is 2.04 and 1.79, respectively, which characterizes them as weakened plantings. However, fresh rich pine site stands occupy a position close to healthy plantations, while plantations of fresh rich pine site are more closely aligned with heavily weakened stands.

Pine plantations of IX and XI classes of age is characterized by high weakened sanitary state, in which the index of sanitary state fluctuates within 2.30–2.33, and the percentage of drying and dry trees reaches 10 %.

The main reason for the weakening of pine plantations is the change in the hydrological regime of the floodplain lands. The past two decades have seen significant climate change in the study area. This usually affects the hydrological regime of forest areas. Investigation of the change of hydrological regime and dynamics of groundwater level, conducted by V. Yukhnovskiy and R. Prokopchuk within drainage system "Strashevo" in Rivne region showed a sharp decrease in the groundwater level since 2011. During this period, the water table decreased by 60–80 cm, reaching a stable value of 124–140 cm. Before that period the groundwater was lying at depth 60 cm [18]. Nowadays, there is a decrease in the level of groundwater in the whole territory of Polissia, which according to scientists is one of the reasons for the massive and partial drying up of forest plantations [18].

The aridity of the climate and the decrease in groundwater contributed to the affliction of pine plantations in the interfluvium Dnieper and Desna by flowering semi-parasite mistletoe Austrian (*Viscum austriacum* W.). More recently, Austrian mistletoe has been singularly found in mature and overmature forest plantations in the green zone of Kyiv [15]. During investigations of the sanitary condition of water protection pine plantations, Austrian mistletoe foci were found in mature and overmature stands (Fig. 2).



Fig. 2. Infection of pine tree stands: a – the hearth of Austrian mistletoe in overmature plantation (block 578, unit 4); b – the development of Austrian mistletoe near hearth of root sponge (block 782, unit 8).

Both the lesion of single trees (Fig. 2a) and the development of Austrian mistletoe in the places of root sponge (Fig. 2b) were revealed in the pine plantations. The foci of the latter are widespread in mature and overmature pine plantations in different forest pine sites. However, in fresh rich pine site, the phenomenon of plantings disease a root sponge is fragmentary.

In the floodplain lands of the Dnieper and the Desna rivers, it is advisable to grow pine in mixed plantations with deciduous tree species using all the possibilities of natural renewal of this species. The negative impact of local and extreme situations on the condition and growth of pine plantations should be minimized, principally, by a system of preventive measures aimed at preventing the defeat of pine stands in Austrian mistletoe, root sponge and forest fires. Timely carrying out of forestry measures in the young plantations provides for the reduction of natural waste, the excessive sampling

of trees according to the sanitary state, and, accordingly, the reduction of the density and number of trees per unit area. In order to prevent the development of Austrian mistletoe and root sponge, it is necessary to create mixed pine plantations with the introduction of up to 20-40 % of hardwood, which will simultaneously serve as a fire barrier for the spread of ground fires. In the zone of severe damage to pine stands for their healthy, elimination of root cells and Austrian mistletoe, increasing the biological stability of plantations, it is necessary to carry out continuous sanitary felling, followed by the introduction into the plantations of deciduous species.

**Conclusions.** In the interfluvium of Dnieper and Desna the dominant positions belong to protective forests under the category of water protection plantations. The main forest-forming species is Scotch pine, which accounts for 68 % of the forest fund. The pine stands are grown in fresh poor and rich pine sites – the most prevalent types of forest plant conditions.

Analysis of the sanitary state index shows that the largest proportion of trees in pine stands of IV age class belongs to the first and second category, i.e. the percentage of weakened and healthy trees in fresh poor and rich pine sites 33.2 and 59.6 % respectively. In general, the index of sanitary state of middle aged pine plantations in fresh poor and rich pine sites is 2.04 and 1.79, respectively, which characterizes them as weakened plantations.

At the same time, mature plantations of fresh poor pine site belong to the heavily weakened, and the fresh rich pine site – to the weakened, which is explained by the more fertile soil conditions of the fresh rich pine site, enriched with the biodiversity of the alive above ground cover.

Pine plantations of IX and XI age classes is characterized by the weakened sanitary state in which the index of sanitary state fluctuates within 2.30–2.33, and the percentage of drying and dry trees reaches 10 %.

It is established that the most influential factors of significant deterioration of the sanitary state of mature and overgrown pine plantations are changes in the hydrological regime of floodplain territories, which leads to the infection of trees with Austrian mistletoe and root sponge.

To increase the biological stability of the plantations, it is advisable to introduce in the pine plantations hardwood species up to 20-40 % of their participation in the stand. In the centers of strong defeat by the root sponge and Austrian mistletoe, it is necessary to improve the stands in the course of sanitary felling and thinning.

#### LIST OF REFERENCES

1. Ануцин Н.П. Лесная таксация. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.
2. Головецький М.П. Формування високопродуктивних і біологічно стійких штучних насаджень сосни у свіжих борах півночі Київського Полісся: автореф. дис... канд. с.-г. наук. Х.: Укр. НДІ лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, 2002. 20 с.
3. Гром М.М. Лісова таксация. Львів. РВВ НЛТУ України, 2007. 416 с.
4. Державне агентство лісових ресурсів України. URL: <http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/index>
5. Комплексное лесохозяйственное районирование Украины и Молдавии / под ред. С.А. Генсирюка. К.: Наук. думка, 1981. 360 с.
6. Лавров В.В., Мірошник Н.В. Антропогенний вплив на соснові насадження Черкаського бору. Вісник КНУ. 2009. Вип. 22–24. С. 142–144.
7. Маринич О.М., Шищенко П.Г. Фізична географія України: підручник. К.: Знання, 2006. 512 с.
8. Мозолева Е.Г. Методы оценки и прогноза динамики состояния насаждений. Лесное хозяйство. 1998. № 8. С. 43–45.
9. Мозолева Е.Г., Катаев О.А., Соколова Э.С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 152 с.
10. Пастернак П.С., Киселевский Р.Г., Федец И.Ф., Медведев Л.А. Лесохозяйственное районирование Украинской ССР. Лесоводство и агролесомелиорация. 1980. Вып. 56. С. 3–16.
11. Проект організації і розвитку лісового господарства ДП «Вище-Дубечанське лісове господарство» Київського облупрлісгоспу. Ірпінь: Укрліспроект, 2014. Т. 1. Кн. 1. 210 с.
12. Прокопчук Р.М., Юхновський В.Ю. Санітарний стан соснових насаджень на осушених землях ДП «Сарненське лісове господарство». Науковий вісник НУБіП України. 2018. 228. С. 117–125.
13. Санітарні правила в лісах України: Постанова Кабінету Міністрів України від 27.07.1995 р. № 555 (в редакції постанови КМ України від 26 жовтня 2016 р. № 756). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF>
14. Хрик В.М. Стан культур сосни на еродованих землях Придніпров'я. Вісник наукових праць ХНАУ. 2010. № 5. С. 172–179.
15. Циліорик А.В., Урдяков І.М. Біоекологічні і морфологічні особливості омели австрійської (*Viscum austriacum* W.) та розповсюдження її в лісопаркових господарствах міста Києва. Наукові доповіді НУБіП 2012-3 (32). URL: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012\\_3/12cav.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_3/12cav.pdf)
16. Юхновський В.Ю., Проценко І.А., Хрик В.М. Санітарний стан насаджень на рекультивованих землях. Науковий вісник НЛТУ України, 2018, 28(11). С. 55–59. DOI: <https://doi.org/10.15421/40281110>

17. Юхновський В.Ю., Урлюк Ю.С., Головецький М.П. Динаміка лісового фонду ДП «Вище-Дубечанське лісове господарство». Науковий вісник НЛТУ України. 2015. Вип. 25.8. С. 8–15.
18. Yukhnovskyi V., Prokopchuk, R. Hydrological regime and growth of pine stands in conditions of drainage reclamation systems. Scientific Bulletin of UNFU. 2018. 28(1). P. 9–13. DOI: <https://doi.org/10.15421/402801>.

## REFERENCES

- Anuchin, N.P. (1982). Lesnaia taksacia [Forest measurement]. Moscow, Forest industry, 552 p.
- Holovetsky, M.P. (2002). Formuvannya vysokoproduktivnykh i biologichno stiiykykh shtuchnykh nasadzen sosny u svizykh borakh pivnochi Kyivskogo Polissia [Formation of highly productive and biologically stable artificial pine plantations in the fresh poor sites of Northern of Kyiv Polissia: Author's abstract diss. of Ph.D]. Kharkiv, Ukrainian Research Institute of Forestry and Agroforestry, 20 p.
- Grom, N.N. (2007). Lesnaia taksacia [Forest measurement]. Lviv, Scientific Bulletin of NFTU, 416 p.
- Derzavne agentstvo lisovykh resursiv Ukrainy [State agency of forest resources]. Available at: <http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/index>
- Gensiruk, S.A. (1981). Kompleksnoe lesokhoziaistvennoe raionirovanie Ukrainy i Moldavii [Complex forestry zoning of Ukraine and Moldova]. Kyiv, Scientific thought, 360 p.
- Lavrov, V.V., Miroshnyk, N.V. (2009). Antropogennyi vplyv na osnovi nasadzhenja Cherkas'kogo boru [Anthropogenic influence on pine plantations of Cherkasy pine stands]. Proceedings of KNU, Issue 22–24, pp. 142–144.
- Marynych, O.M., Shyshchenko, P.G. (2006). Fizychna geografia Ukrainy: pidruchnyk [Physical Geography of Ukraine]. Kyiv, Knowledges, 512 p.
- Mozolevskaia, E.G. (1998). Metody ozenki i prognoza dinamiki sostoiania nasazdenii [Methods for assessing and predicting state stands dynamics]. Forestry, 8, pp. 43–45.
- Mozolevskaia, E.G., Kataev, O.A., Sokolova, E.S. (1984). Metody lesopatologicheskogo obsledovania ochagov stvolovykh vreditelei i boleznei lesa [Methods of forest pathological examination of foci of stem pests and forest diseases]. Moscow, Forest industry, 152 p.
- Pasternak, P.S., Kiselevskii, R.G., Fedets, I.F., Medvedev, L.A. (1980). Lesokhoziaistvennoe raionirovanie Ukrainskoi SSR [Forestry zoning of the Ukrainian SSR]. Forestry and agroforestry, Issue 56, pp. 3–16.
- Proekt organizacii i rozvytku lisovogo gospodarstva DP «Vyshche-Dubechanske lisove gospodarstvo» [Forestry organization and development project of State Enterprise "Vyshtcha-Dubechnia Forestry"]. Irpin, Uklisproject, 2014. Vol. 1., Book 1, 210 p.
- Prokopchuk, R.M., Yukhnovskyi, V.Yu. (2018). Sanitarnyi stan sosnovykh nasadzen na osushenykh zemliakh DP «Sarnynske lisove gospodarstvo» [Sanitary status of pine plantations on the drained lands of State Enterprise "Sarny Forestry"]. Proceedings of NULESU, no. 228, pp. 117–125.
- Sanitary pravyla v lisakh Ukrainy [Sanitary rules in the forests of Ukraine]. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of 27.07.1995 p. No. 555 (in edition of Resolution of CM Ukraine of 26.10.2016, № 756). Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF>
- Khryk, V.M. (2010). Stan kultur sosny na erodovanykh zemliakh Prydniprovia [State of pine plantations on the eroded lands at the Dnieper]. Proceedings of Kharkiv NAU, no. 5, pp. 172–179.
- Tslyiuryk, A.V., Urdiakov, I.M. Biologichni i morfologichni osoblyvosti omely avstriiskoi ta rozpovsudzennia ii v lisoparkovykh gospodarstvakh mista Kyiv [Bioecological and morphological features of Austrian mistletoe (*Viscum austriacum* W.) and its distribution in Kyiv forest parks]. NUBIP Scientific Reports, 2012-3 (32). Available at: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012\\_3/12cav.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_3/12cav.pdf)
- Yukhnovskyi, V.Yu., Protsenko, I.A., Khryk, V.M. (2018). Sanitarnyi stan nasadzen na recultyvovanykh zemliakh [Sanitary status of plantations on reclaimed lands]. Scientific Bulletin of NFTU, 28(11), pp. 55–59. Available at: <https://doi.org/10.15421/40281110>
- Yukhnovskyi, V.Yu., Urlyuk, Yu.,S., Golovetskyi, M.P. (2015). Dynamika lisovogo fondu DP «Vyshche-Dubechanske lisove gospodarstvo» [Dynamics of forest fund of State Enterprise "Vyshtcha-Dubechnia Forestry"]. Scientific Bulletin of NFTU, Issue 25.8, pp. 8–15.
- Yukhnovskyi, V., Prokopchuk, R. (2018). Hydrological regime and growth of pine stands in conditions of drainage reclamation systems. Scientific Bulletin of NFTU, 28(1), pp. 9–13. Available at: <https://doi.org/10.15421/402801>.

**Санітарний стан водоохоронних соснових насаджень межиріччя Дніпра і Десни  
Юхновський В. Ю., Урлюк Ю.С., Хрик В.М., Левановська С.М.**

Метою дослідження було встановлення санітарного стану соснових насаджень, виявлення причин розвитку і небезпечного поширення патогенів і збудників хвороб, розробка рекомендацій з поліпшення стану і підвищення біологічної стійкості соснових насаджень межиріччя Дніпра і Десни.

Дослідження проводили в середньовікових, стиглих і перестиглих соснових насадженнях Українського межиріччя Дніпра і Десни. Санітарний стан насаджень визначали на 52 кругових пробних площах, які закладено в лісорослинних умовах свіжого бору і свіжого субору. На кожній пробній площі розраховували індекс санітарного стану за загальноприйнятою у лісівництві методикою.

Розрахунки індексу санітарного стану показали, що середньовікові насадження вирізняються більшою стійкістю до біотичних і абіотичних чинників, домінуюча кількість дерев відноситься до категорії ослаблених. Загалом індекс санітарного стану середньовікових сосняків свіжого бору і свіжого субору становить 2,04 і 1,79 відповідно. Стигли насадження свіжого бору з індексом санітарного стану 2,86 відносяться до сильно ослаблених, а свіжого субору – до ослаблених, що пояснюється родючішими ґрунтовими умовами субору, збагаченим біорізноманіттям живого надґрунтового покриву. Ослабленими визначені соснові насадження IX і XI класів



віку, у яких індекс санітарного стану коливається в межах 2,30–2,33, а відсоток усихаючих і сухостійних дерев сягає 10 %.

Встановлено, що найвпливовішими чинниками істотного погіршення санітарного стану стиглих і перестиглих водоохоронних соснових насаджень є зміни гідрологічного режиму призаплавних територій, що призводить до ураження дерев омелою австрійською і кореневою губкою. З метою запобігання розвитку кореневої губки і омели австрійської рекомендовано створювати змішані культури сосни звичайної з уведенням до 20–40 % листяних видів, які водночас слугуватимуть протипожежним бар'єром поширення низових пожеж.

**Ключові слова:** біологічна стійкість, категорії стану, показник санітарного стану, омела австрійська, коренева губка, сухостій.

**Санитарное состояние водоохранных сосновых насаждений междуречья Днестра и Десны  
Юхновский В.Ю., Урлюк Ю.С., Хрык В.М., Левановская С.Н.**

Целью исследования было установление санитарного состояния сосновых насаждений, выявление причин развития и распространения патогенов и возбудителей болезней, разработка рекомендации по улучшению состояния и повышение биологической устойчивости сосновых насаждений междуречья Днестра и Десны.

Исследования проводили в средневозрастных, спелых и переспелых сосновых насаждениях Украинского междуречья Днестра и Десны. Санитарное состояние насаждений определяли на 52 круговых пробных площадях, заложённых в лесорастительных условиях свежего бора и свежей субори. На каждой пробной площадке рассчитывали индекс санитарного состояния по общепринятой в лесоводстве методике.

Расчеты индекса санитарного состояния показали, что средневековые насаждения отличаются большей устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам, доминирующее количество деревьев относится к категории ослабленных. В общем, индекс санитарного состояния средневозрастных сосняков свежего бора и свежей субори составляет 2,04 и 1,79 соответственно. Спелые насаждения свежего бора с индексом санитарного состояния 2,6 относятся к сильно ослабленным, а свежей субори – к ослабленным, что объясняется более плодородными грунтовыми условиями субори, обогащенным биоразнообразием живого напочвенного покрова. Ослабленными определены сосновые насаждения IX и XI классов возраста, у которых индекс санитарного состояния варьирует в пределах 2,30–2,33, а процент усихающих и сухостойных деревьев достигает 10 %.

Установлено, что самыми влиятельными факторами существенного ухудшения санитарного состояния спелых и переспелых водоохранных сосновых насаждений являются изменения гидрологического режима припойменных территорий, что приводит к поражению деревьев омелой австрийской и корневой губкой. С целью предотвращения развития указанных патогенов рекомендуется создавать смешанные культуры сосны обыкновенной с введением в 20–40 % листовых видов, которые одновременно будут служить противопожарным барьером распространения низовых пожаров.

**Ключевые слова:** биологическая устойчивость, категории состояния, показатель санитарного состояния, омела австрийская, корневая губка, сухостой.

*Надійшла 10.10.2019 р.*



YUKHNOVSKIY V., <https://orcid.org/0000-0003-3182-4347>  
LEVANDOVSKA S., <https://orcid.org/0000-0002-8485-6134>

*Наукове видання*

**Агробіологія**

(<http://agrobiologiya.net.ua/>)

*Збірник наукових праць*

**№ 2 (153) 2019**

*Редактор І.М. Вергелес*

*Комп'ютерне верстання: С.І. Сидоренко*

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

**КВ № 15168-3740Р** від 03.03.2009 р.

Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Ум. др. арк. 11,16. Зам. 6965. Тираж 300.

Підписано до друку 18.12.2019.

Видавець і виготовлювач:

Білоцерківський національний аграрний університет,  
09117, Біла Церква, Соборна площа, 8/1, тел. 33-11-01,

e-mail: [redaksiaviddil@ukr.net](mailto:redaksiaviddil@ukr.net)

Свідоцтво внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру  
видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції

№ 3984 ДК від 17.02.2011 р.