

АГРОБІОЛОГІЯ

Збірник наукових праць

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

№ 1 (146) 2019

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

Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ
(Протокол № 9 від 24.05.2019 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 – **Богатир 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

Брун 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

Івашенко 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 насіннезнавства 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
Стадник А.П., 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 – **Bohatyr 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

Primak 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

Stadnyk A.P., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

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 – **Богатырь 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

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

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

Демьдась 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

Стадник А.П., 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

Баб'яж А.І., Чередничок О.І., Григоренко Н.О. Використання RAPD-маркерів для вивчення молекулярно-генетичного поліморфізму у видів роду <i>Miscanthus</i>	6
Карпук Л.М., Павліченко А.А., Караульна В.М., Богатир Л.В., Поляков В.І., Єрмолаєв М.М. Біоенергетична ефективність окремих елементів технології вирощування буряків цукрових	13
Примак І.Д., Панченко О.Б., Войтовик М.В., Панченко І.А., Карпенко В.Г. Вплив систем основного обробітку і удобрення під культури короткоротаційної сівозміни на агрохімічні властивості ґрунту	20
Василишина О.В. Оцінка вмісту аскорбінової кислоти у заморожених плодах вишні різних сортів	31
Ушкаренко В.О., Чабан В.О., Чабан О.В. Аналіз формування урожаю та ефірної олії на посівах шавлії мускатної в умовах півдня України	38
Ермантраут Е.Р., Стефанюк В.Й. Біологічні і агротехнічні основи вирощування стевії медової (<i>Stevia rebaudiana Bertoni</i>) в Лісостепу і Степу України	47
Малієнко А.М., Борис Н.С. Типовість гідротермічних умов зони Правобережного Лісостепу та їх вплив на продуктивність кукурудзи	55
Князюк О.В., Мельник І.А., Горбатюк В.С., Литвін Х.О. Вплив строків висаджування розсади та ширини міжрядь на формування насінневої продуктивності фенхеля звичайного	65
Андрієвський В.В., Врублевський А.Т., Філіпова Л.М., Мацкевич В.В., Мацкевич О.В. Проблеми мікроклонального розмноження фундука	74

САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

Турчина С.Я. Відбір експлантів та умови культивування донорного матеріалу для введення <i>in vitro</i> інтродукованих сортів <i>Callistephus Chinensis</i> (L.) Ness. з метою подальшого використання в озелененні	85
---	----

CONTENT

AGRONOMY

Bab'jzh A., Cherednychok O., Hryhorenko N. Using RAPD-markers in studying molecular genetic polymorphism in the genus <i>Miscanthus</i> species	6
Karpuk L., Pavlichenko A., Karaulnaya V., Bogatyr L., Polyakov V., Yermolayev M. Bioenergy efficiency of some elements of sugar beets growing technology	13
Prymak I., Panchenko O., Voitovyk M., Panchenko I., Karpenko V. The impact of main tillage systems and fertilization for crops of a short crop rotation on agrochemical soil properties	20
Vasylyshyna O. Evaluation of ascorbic acid content in different varieties of frozen of cherry fruit	31
Ushkarenko V., Chaban V., Chaban A. Analysis of yield and essential oils formation on clary sowings in the conditions of the south of Ukraine	38
Ermantraut E., Stefaniuk V. Biological and agrotechnical bases of stevia (<i>Stevia rebaudiana bertoni</i>) cultivation in the Forest-steppe and the Steppe of Ukraine	47
Malienko A., Borys N. Typical hydrothermal conditions of the Right-bank Forest-step zone and their influence on corn productivity	55
Knyazyuk O., Melnyk I., Horbatiuk V., Lytvyn Kh. Seedlings planting terms and row spacings influence on fennel seed yield formation	65
Andriievsky V., Vrublevsky A., Filipova L., Matskevych V., Matskevych O. The problems of hazelnut microclonal propagation	74

LANDSCAPE GARDENING

Turchyna S. Explants selection and conditions of the donor material cultivation for <i>Callistephus Chinensis</i> (L.) Ness. introduced sorts <i>in vitro</i> introduction with a view to its further use in greening	85
--	----

ОГЛАВЛЕНИЕ

АГРОНОМИЯ

Бабьяж А.И., Чередничок О.И., Григоренко Н.О. Использование RAPD-маркеров для изучения молекулярно-генетического полиморфизма видов рода <i>Miscanthus</i>	6
Карпук Л.М., Павличенко А.А., Караульная В.Н., Богатырь Л.В., Поляков В.И., Ермолаев Н.Н. Биоэнергетическая эффективность отдельных элементов технологии выращивания сахарной свеклы	13
Примак И.Д., Панченко О.Б., Войтовик М.В., Панченко І.А., Карпенко В.Г. Влияние систем основной обработки и удобрения под культуры короткоротационного севооборота на агрохимические свойства почвы	20
Василишина Е.В. Оценка содержания аскорбиновой кислоты в замороженных плодах вишни разных сортов	31
Ушкаренко В.А., Чабан В.А., Чабан А.В. Анализ формирования урожая и эфирных масел на посевах шалфея мускатного в условиях юга Украины	38
Эрмантраут Э.Р., Стефанюк В.И. Биологические и агротехнические основы выращивания (размножения) стевии (<i>Stevia rebaudiana Bertoni</i>) в Лесостепи и Степи Украины	47
Малиенко А.М., Борис Н.Е. Типичность гидротермических условий зоны Правобережной Лесостепи и их влияние на продуктивность кукурузы	55
Князюк О.В., Мельник И.А., Горбатюк В.С., Литвин К.О. Влияние сроков высадки рассады и ширины междурядий на формирование семенной продуктивности фенхеля обыкновенного	65
Андривский В. В., Врублевский А. Т., Филиппова Л. Н., Мацкевич В. В., Мацкевич О.В. Проблемы микроклонального размножения фундука	74

САДОВО-ПАРКОВОЕ ХОЗЯЙСТВО

Турчина С.Я. Отбор эксплантов и условия культивирования донорных материалов для введения <i>in vitro</i> интродуцированных сортов <i>Callistephus Chinensis</i> (L.) Ness. с целью дальнейшего использования в озеленении.....	85
---	----

АГРОНОМІЯ

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

**БАБ'ЯЖ А.І.
ЧЕРЕДНИЧОК О.І.
ГРИГОРЕНКО Н.О.**

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

ВИКОРИСТАННЯ RAPD-МАРКЕРІВ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНОГО ПОЛІМОРФІЗМУ У ВИДІВ РОДУ *MISCANTHUS*

Метою роботи є дослідження молекулярно-генетичного поліморфізму у представників різних видів, що представлені кількома популяціями рослин біоенергетичних культур роду *Miscanthus* колекції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. Пошук та підбір молекулярних маркерів для їх диференціації за умов використання RAPD PCR методик.

Методи. У дослідженнях застосовували молекулярно-генетичний метод детекції поліморфізму шляхом аналізу довжин фрагментів ампліфікації, отриманих у результаті RAPD PCR. Розрахунки проводили за допомогою комп'ютерних програм Excel, Statistica 6.0.

Результати. При проведенні ампліфікації 7-ма RAPD-праймерами отримано 28 локусів, 23 з яких виявилися поліморфними. Рівень поліморфізму в середньому склав 65 %. Індекс поліморфності локусу коливався в межах від 0,17 до 0,56. У досліджуваних зразках роду *Miscanthus* найбільшу кількість алелей ідентифіковано маркером P822 – шість із розміром від 230 до 613 п.н. Праймер P820 ампліфікував два локуси розміром 311 та 482 п.н., за маркерами P816 і P817 ідентифіковано по три алелі розміром від 219 до 530 п.н. Спектри ампліконів, отримані з використанням зазначених вище праймерів, дають змогу диференціювати представників роду *Miscanthus* різних видів, адже встановлено різницю за кількістю локусів для кожного представника виду. Унікальний алель з частотою 0,35, розмір якого 605 п.н., було отримано з використанням праймера RAPD2.

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено доцільність використання праймерів P816 та RAPD2 для диференціювання різних генотипів видів *M. sacchariflorus*, *M. giganteus*, *M. sinensis*. Отримана велика частка поліморфних локусів і, як наслідок, високий рівень поліморфізму підтверджують популяційний склад модельної вибірки.

Ключові слова: види роду *Miscanthus*, RAPD PCR, поліморфізм, частоти алелей.

doi: 10.33245/2310-9270-2019-146-1-6-12

Постановка проблеми. Україна належить до енергозалежних країн, оскільки щороку використовує близько 90 млн тонн нафтового еквівалента, з яких 39 % змушена імпортувати [1]. Тому для України актуальним є пошук альтернативних джерел енергії з постійним зменшенням частки викопних видів палива. Використання біоенергетичних культур у сільському господарстві України дозволить зменшити залежність від природних джерел енергії (нафти та газу), які імпортують з інших країн.

Бурхливий розвиток біоенергетики у світі спонукав до широкого використання нових культур, які раніше не були об'єктом уваги сільгоспвиробників. Це призвело до створення популяцій біоенергетичних культур, походження яких часто не встановлено, а подекуди, взагалі не досліджувалось. Наприклад, одна з найбільш перспективних біоенергетичних культур – міскантус – характеризується широким рівнем різноманіття за морфологією та плоідністю. Пояснити таку різноманітність наразі неможливо, оскільки джерела походження представників різних видів, а іноді і в межах одного виду, не встановлено [2].

Аналіз останніх досліджень. На сьогодні створено понад 100 сортів міскантусу, що відрізняються формою і забарвленням суцвіть – від чисто-білого і рожевого до коричнево-бордового, а також формою, розміром і забарвленням листків – від тонких, вигнутих до міцних вертикальних, мають зелене, жовтувате, рожеве, коричневе забарвлення та поздовжні або поперечні смуги білого, кремового або жовтого кольору [3].

Найбільш цінним за показниками продуктивності представником роду *Miscanthus* нині є вид *Miscanthus giganteus*, що за генетичною природою є триплоїдом, і який поки що не піддається відтворенню традиційними методами селекції. Іншим представником цього роду є *Miscanthus sinensis*, або міскантус китайський, який в іноземній літературі ще називають elephantgrass за здатність рослин досягати висоти до 3 метрів. У результаті його інтенсивного використання отримано величезну кількість популяцій цієї форми. При цьому не встановлено генетичні джерела їх походження, локальність використання та особливості модифікаційних варіацій [4].

Вирощування культури міскантусу спрямовано на отримання продуктивної біомаси, природного полімеру целюлози. Для підвищення результативності селекційної роботи для видів цього роду ефективним є встановлення базових даних про рівні видового поліморфізму, що дозволяє спрогнозувати можливість покращення культури. Тому дослідження у цьому напрямку є актуальними і корисними для селекційної практики [5].

Оскільки рослини роду *Miscanthus* характеризуються підвищеною урожайністю сухої біомаси, посухостійкістю, зимостійкістю та наявністю у складі природних біополімерів, сучасна селекція спрямована на отримання сортів з високими базовими показниками продуктивності. За даними IENICA-CROPS DATABASE, продуктивність *Miscanthus giganteus* на сьогодні складає 11,7–25,3 т/га сухої біомаси в рік, а результати визначення хімічного складу підтверджують вміст целюлози в межах 44 %, лігніну – 17 та геміцелюлози – 24 % [4,6].

Відбір вихідного матеріалу базується на потребах селекційної практики, що орієнтована на максимальну реалізацію потенціалу генетичного різноманіття досліджуваних видів. Сучасна селекція біоенергетичних культур спрямована на підвищення вмісту целюлози, сухої речовини та продуктивності біомаси. Застосування новітніх методів дослідження селекційного матеріалу дозволить оптимізувати селекційний процес шляхом значного скорочення терміну його аналізу.

Метою роботи є дослідження молекулярно-генетичного поліморфізму у представників різних видів, що представлені кількома популяціями рослин біоенергетичних культур роду *Miscanthus*, які входять до колекції ІБКіЦБ НААН України. Пошук та підбір молекулярних маркерів для їх диференціації за умов використання RAPD PCR методик.

Матеріал і методи дослідження. Для дослідження та вивчення молекулярно-генетичного поліморфізму на внутрішньовидовому та міжвидовому рівнях у видів роду *Miscanthus* створено модельну популяцію зразків рослин, які входять до колекції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Відбір проводили на вегетуючих рослинах та рослинах культури *in vitro* колекції біоенергетичних культур ІБКіЦБ (табл. 1).

Таблиця 1 – Колекція форм міскантусу, отриманих з різних джерел вирощування

№ зразку	Видова назва	Назва сорту/гібриду	Від кого отримано рослинний матеріал
1	Міскантус гігантський (<i>Miscanthus giganteus</i>)	Зінченко В.О.	Квак В.М. (ІБКіЦБ НААН) (Зінченко В.О. – ЖНАУ)
2	Міскантус гігантський (<i>Miscanthus giganteus</i>)	Зінченко В.О. третє вегетативне покоління	Квак В.М. (ІБКіЦБ НААН) (Зінченко В.О. – ЖНАУ)
3	Міскантус гігантський (<i>Miscanthus giganteus</i>)	різновид Австрійський	Квак В.М. (ІБКіЦБ НААН)
4	Міскантус гігантський (<i>Miscanthus giganteus</i>)	різновид Польський	Квак В.М. (ІБКіЦБ НААН)
5	Міскантус китайський (<i>Miscanthus sinensis</i>)	Німеччина	Квак В.М., Недяк Т.М. (ІБКіЦБ НААН)
6	Міскантус цукровітковий (<i>Miscanthus sacchariflorus</i>)	Снігова королева ІБКіЦБ	Квак В.М. Недяк Т.М. (ІБКіЦБ НААН)
7	Міскантус цукровітковий (<i>Miscanthus sacchariflorus</i>)	регенерант <i>in vitro</i>	Недяк Т.М. (ІБКіЦБ НААН)
8	Міскантус гігантський (<i>Miscanthus giganteus</i>)	регенерант <i>in vitro</i>	Недяк Т.М. (ІБКіЦБ НААН)
9	Міскантус китайський (<i>Miscanthus sinensis</i>)	регенерант <i>in vitro</i>	Недяк Т.М. (ІБКіЦБ НААН)

Згідно з літературними даними встановлено, що високим рівнем диференціації характеризуються RAPD-праймери, які дають змогу дослідити суттєву частину геному. Оскільки локуси, що є комплементарними до цих праймерів, локалізовано по всьому геному [7].

Основні структурні характеристики та оптимальну температуру відпалу залучених у дослідженнях праймерів наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Характеристика використаних RAPD-праймерів

№ п/п	Назва праймера	Нуклеотидна послідовність 5' 3'	К-ть нуклеотидів, шт.	CG-склад, %	Температура відпалу, °C
1	P815	ggC ATC ggC C	10	80	36
2	P816	CCC AAg ATC C	10	60	32
3	P817	CCA CgggAA g	10	70	34
4	P818	TCA gAgCgC C	10	70	34
5	P819	gTCTCgTCg g	10	70	34
6	P820	gTgTAgggC g	10	70	34
7	P822	gCT CTC ACC g	10	70	34
8	RAPD1	CCA gCCgAA C	10	70	34
9	RAPD2	ATggATCCg C	10	60	32

Реакцію ампліфікації проводили з використанням набору PCR Mix 2x(NEOGENE). Набір реагентів має у своєму складі суміш, готову для ампліфікації ДНК: інгібовану для «гарячого старту» Таq ДНК полімераза, дезоксинуклеозидтрифосфати та хлорид магнію в складі оптимізованої буферної системи для проведення стандартної PCR. Для проведення реакції об'ємом 20 мкл в пробірку додають 10 мкл 2x суміші для ПЛР, 5 мкл матричної ДНК та 5 мкл праймера.

При проведенні ПЛР з HotStartTaq ДНК полімеразаю дотримувалися таких температурних умов: 1-й крок – початкова денатурація – 10 хв при 94 °C; 2-й крок – 33 цикли – 0,5 хв денатурація при 93 °C, 0,5 хв відпал при 34 °C; 3-й крок – елонгація – 1 хв при 72 °C.

Після закінчення ПЛР проводили електрофоретичне розділення продуктів у 2 % агарозному гелі з додаванням броміду етидію в 1X ТБЕ при постійній напрузі 2–6 В/см² гелю протягом трьох годин [8,9].

Фіксацію електрофоретичного розподілу продуктів ПЛР проводили за допомогою системи документування гелів, що складається з транслюмінатора, який випромінює світло в ультрафіолетовому діапазоні, відеосистеми з цифровою камерою та комп'ютера для аналізу отриманих зображень [9].

Показник частоти алеля, який відображає його відносну кількість у досліджуваній вибірці, обраховували за формулою:

$$p = \frac{n}{N}$$

де n – кількість зразків з наявністю певного алеля, N – загальна кількість зразків.

Одним із критеріїв, що характеризує ступінь ідентифікованої мінливості у популяції та спроможність маркера визначати різницю між генотипами, є PIC (polymorphism information content) – індекс поліморфності локусу. Цей показник розраховують за формулою:

$$PIC = 1 - \sum_i p_{li}^2$$

де p_{li} – частота i -того алеля для l локусу.

Розрахунки проводили за допомогою комп'ютерних програм Excel, Statistica 6.0.

Результати дослідження. Колекція ІБКіЦБ популяція включає 5 представників *Miscanthus giganteus*, 2 – *Miscanthus sinensis*, 2 представники *Miscanthus sacchariflorus*. Виділення ДНК проводили з кожної рослини в трикратній повторності, при цьому було отримано 27 зразків ДНК для проведення подальшого аналізу.

На основі літературних даних для дослідження молекулярно-генетичного поліморфізму роду *Miscanthus* було залучено 9 RAPD-праймерів, які характеризуються високим рівнем поліморфізму.

У результаті проведення ампліфікації з 7-ма RAPD-праймерами було отримано 28 локусів, 23 з яких виявилися поліморфними. Рівень поліморфізму в середньому становив 65 %. Індекс поліморфності локусу коливався у межах від 0,17 до 0,56 (табл. 3). При ампліфікації з двома

RAPD-праймерами – P815 і RAPD1 – не було отримано жодного амплікона, хоча згідно з літературними даними їх рівень поліморфізму досягав 100 %.

Таблиця 3 – Поліморфізм RAPD-локусів, виявлених у міскантусу

№ п/п	Назва праймера	Всього локусів	З них поліморфних	% поліморфізму	Індекс поліморфності локусу
1	P816	3	2	67	0,17
2	P817	3	3	100	0,56
3	P818	4	2	50	0,48
4	P819	5	5	100	0,46
5	P820	2	2	100	0,49
6	P822	6	4	67	0,38
7	RAPD2	5	5	100	0,53
		28	23	65*	0,34*

Примітка: *- середнє значення.

На основі досліджень встановлено, що найбільш результативні показники отримано за використання праймерів P816, P822, зважаючи на їх індекс поліморфності локусу, який коливався в межах 0,17–0,38, а рівень поліморфізму праймерів становив 67 %. Слід зазначити, що праймери P817, RAPD2 є недостатньо інформативними, оскільки їх показник індексу поліморфності локусу становив від 0,53 до 0,56, при цьому показник відсотка поліморфізму становив 100.

Використання маркерів P816, P818, P822 дозволило встановити 13 локусів, 8 з яких виявилися поліморфними. Відповідно електрофоретичним спектрам ампліконів, отриманих за допомогою праймера P816, виявлено три локуси, два з яких поліморфні, при цьому кількість алелей у представників видів роду *Miscanthus* була різною. Показник індексу поліморфізму локусу вказує на те, що цей праймер дає змогу диференціювати різні генотипи міскантусу. Також результативним для диференціації наявних представників є праймер RAPD2, оскільки він дає змогу ідентифікувати різну кількість алелей для видів роду *Miscanthus*.

Всі амплікони, отримані при ампліфікації RAPD-праймерами, та їх розмір наведено в таблиці 4.

Таблиця 4 – Розмір отриманих ампліконів

№ з/п	RAPD-маркер	Кількість алелів, шт.	Розмір алелів, п. н.	PIС
1	P816	3	219, 390, 456	0,17
2	P817	3	341, 474, 530	0,56
3	P818	4	202, 387, 475, 560	0,48
4	P819	5	186, 210, 378, 400, 523	0,46
5	P820	2	311, 482	0,49
6	P822	6	230, 312, 440, 536, 570, 613	0,38
7	RAPD2	5	194, 251, 420, 518, 605	0,53

У досліджуваних зразках роду *Miscanthus* найбільшу кількість алелей ідентифіковано маркером P822 – шість з розміром від 230 до 613 п.н. Праймер P820 ампліфікував два локуси розміром 311 та 482 п.н., за маркерами P816 і P817 ідентифіковано по три алелі розміром від 219 до 530 п.н.

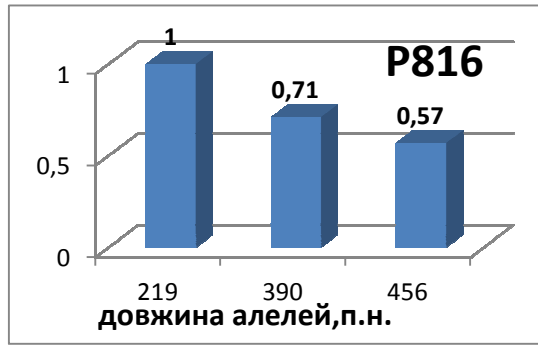
Для виявлення поліморфізму та диференціації генотипів найбільш цінними в роботі є маркери, які дають змогу ідентифікувати більшу кількість алелей з їх меншою частотою [10].

Праймери P816, P817, P818 і P820 дали змогу отримати невелику кількість алелей, частоти яких коливались у межах 0,43–1 (рис.1).

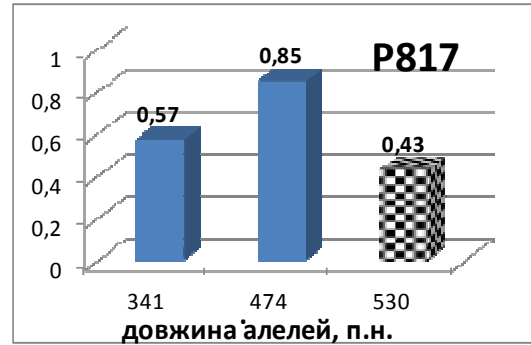
Розмір алелей з частотою 0,43 був у праймера P817 – 530 п.н., а у праймера P818 – 387 та 560 п.н.

Більшу кількість алелей було ідентифіковано за допомогою праймерів P819, P822, RAPD2. Частоти отриманих алелей коливались у межах 0,35–1.

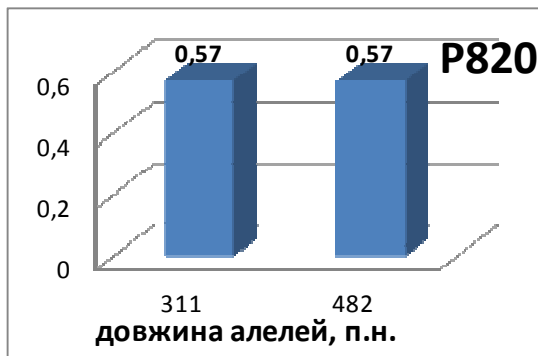
Унікальний алель із частотою 0,35, розмір якого 605 п.н., було отримано за використання праймера RAPD2 (рис. 2). Враховуючи літературні дані та отримані результати, можна припустити, що цей праймер доцільно використовувати для диференціації різних видів роду *Miscanthus*.



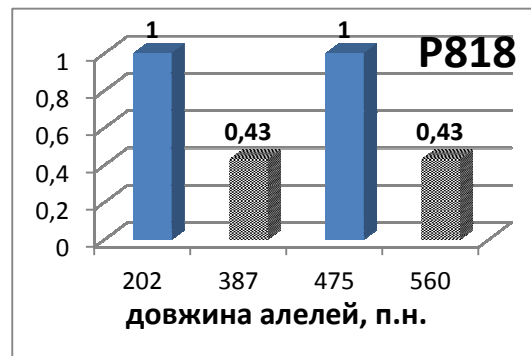
a



b

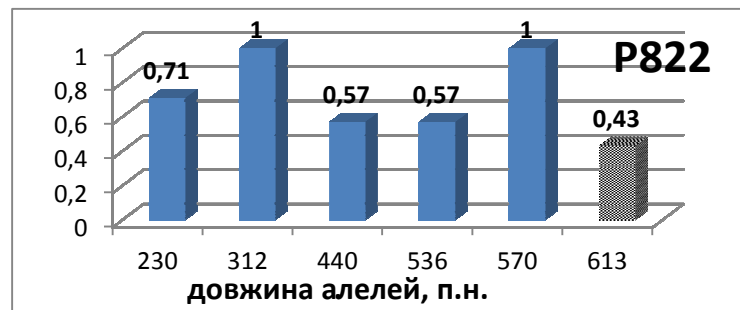


c

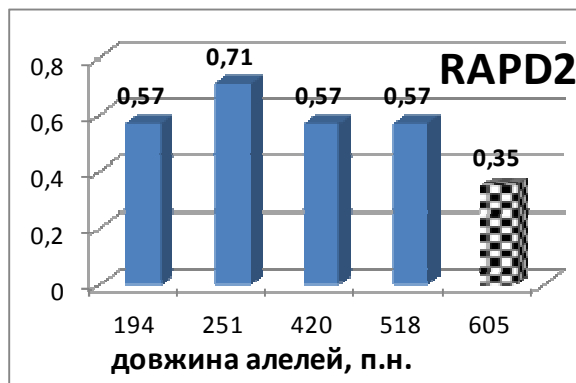


d

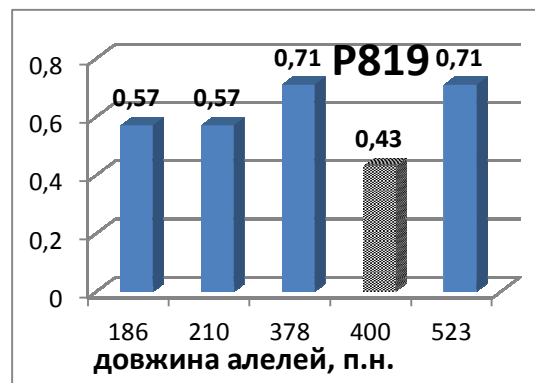
Рис. 1. Частоти алелей, отриманих за використання праймерів P816(a), P817(b), P818(d), P820(c).



a



b



c

Рис. 2. Частоти алелей, отриманих за використання праймерів P822(a), RAPD2(b), P819(c).

Висновки. Результатами досліджень встановлено 28 RAPD-локусів, з яких поліморфними є 23. Рівень поліморфізму в середньому становив 65 %. Індекс поліморфності локусу коливався у межах від 0,17 до 0,56. Спектри ампліконів, що отримано з використанням зазначених вище праймерів, дають змогу диференціювати представників роду *Miscanthus* різних видів, за встановленою різницею у кількості локусів для кожного представника виду.

Встановлено доцільність використання праймерів P816 та RAPD2 для диференціювання різних груп генотипів видів *M. sacchariflorus*, *M. giganteus*, *M. sinensis*. Отримана велика частка поліморфних локусів і, як наслідок, високий рівень поліморфізму підтверджують популяційний склад модельної вибірки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергетичний баланс України за 2017 рік. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/express/expr2018/12/192.pdf>.
2. MISCANTHUS/Мискантус. URL: http://c-13.herbs.on-planet.net/MISCANTHUS_Miskantus.htm.
3. Мискантус. URL: <http://www.kazedu.kz/referat/161223>
4. Зінченко О.В. Біохімічні особливості рослин *miscanthus giganteus* в умовах Полісся України. Агропромислове виробництво Полісся. 2015. Вип. 8. С.127–129.
5. Мискантус. URL: http://www.tsvetnik.info/lawn/lawn_Miskantus.htm.
6. Альтернативні джерела енергії. URL: <http://www.kazedu.kz/referat/161223>
7. Cichorz S., Goska M., Litwiniec A. *Miscanthus*: Genetic Diversity and Genotype Identification Using ISSR and RAPD Markers. *Mol. Biotechnol.* 2014. Vol. 56. P. 911–924.
8. Сиволап Ю.М. Использование ПЦР-анализа в генетико-селекционных исследованиях: научно-методическое руководство. Київ: Аграрна наука, 1998. С. 8–70.
9. Визначення молекулярно-генетичного поліморфізму роду *Beta L.* за допомогою полімеразної ланцюгової реакції: методичні рекомендації / Роїк М.В. та ін. Київ: Поліграф Консалтинг, 2007. 27 с.
10. Саналатий А. В., Солоденко А. Е., Сиволап Ю. М. Идентификация генотипов подсолнечника украинской селекции при помощи SSRP-анализа. *Цитология и генетика.* 2006. №4. С. 37–43.

REFERENCES

1. Energetychnyj balans Ukrainy za 2017 rik. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [Energy balance of Ukraine for 2017. State Statistics Service of Ukraine]. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/express/expr2018/12/192.pdf>.
2. Miskantus. Available at: http://c-13.herbs.on-planet.net/MISCANTHUS_Miskantus.htm.
3. Myskantus. Available at: <http://www.kazedu.kz/referat/161223>
4. Zinchenko, O.V. (2015). Biohimichni osoblyvosti Roslyn miscanthus × giganteus v umovah polissja Ukrainy [Biochemical features of plants miscanthus × giganteus in the conditions of Polissya Ukraine]. *Agropromyslove vyrobnyctvo Polissja* [Agro-industrial production of Polissya], Issue 8, pp. 127–129.
5. Myskantus. Available at: http://www.tsvetnik.info/lawn/lawn_Miskantus.htm.
6. Al'ternatyvni dzherela energii' [Alternative Energy Sources]. Available at: <http://www.kazedu.kz/referat/161223>
7. Cichorz, S., Goska, M., Litwiniec, A. (2014). *Miscanthus*: Genetic Diversity and Genotype Identification Using ISSR and RAPD Markers. *Mol. Biotechnol.* Vol. 56, pp. 911–924.
7. Cichorz, S., Goska, M., Litwiniec, A. (2014). *Miscanthus*: Genetic Diversity and Genotype Identification Using ISSR and RAPD Markers. *Mol. Biotechnol.* Vol. 56, pp. 911–924.
8. Sivolap, Ju.M. (1998). Ispol'zovanie PCR-analiza v genetiko-selekcionnyh issledovaniyah [The use of PCR analysis in genetic and breeding studies]. *Kyiv, Agrarian science*, pp. 8–70.
9. Roi'k, M.V., Syvolap, Ju.M., Petjuh, G.P. (2007). Vyznachenja molekularno-genetychnogo polimorfizmu rodu *Beta L.* za dopomogoju polimeraznoi lancjugovoi reakcii' [Determination of molecular genetic polymorphism of the genus *Beta L.* by polymerase chain reaction]. *Kyiv. Poligraf Konsalting*, 27 p.
10. Sanalatiy, A.V., Solodenko, A.E., Sivolap, Ju.M. (2006). Identifikacija genotipov podsolnechnika ukrainkoj selekcii pri pomoshhi SSRP-analiza [Identification of sunflower genotypes of Ukrainian selection using SSRP analysis]. *Citologija i genetika* [Cytology and Genetics], no. 4, pp. 37–43.

Использование RAPD-маркеров для изучения молекулярно-генетического полиморфизма видов рода *Miscanthus*

Бабьяж А.И., Чердничок О.И., Григоренко Н.О.

Цель. Исследовать молекулярно-генетический полиморфизм представителей разных популяций и групп растенной биоэнергетических культур рода *Miscanthus* коллекции Института биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины. Поиск и подбор молекулярных маркеров для их дифференциации при использовании RAPD PCR методик.

Методы. В исследованиях применяли молекулярно-генетический метод детекции полиморфизма путем анализа длины фрагментов амплификации, полученных в результате RAPD PCR. Обработку данных проводили при помощи компьютерных программ Excel, Statistica 6.0.

Результаты. При проведении амплификации 7 RAPD-праймерами получено 28 локусов, 23 из которых оказались полиморфными. Степень полиморфизма в среднем составила 65 %. Индекс полиморфности локуса находится в пределах от 0,17 до 0,56. В исследуемых образцах рода *Miscanthus* наибольшее количество аллелей (шесть) иденти-

фицировано с использованием маркера P822, размер полученных фрагментов от 230 до 613 п.н. С участием праймера P820 амплифицировано два локуса размером 311 и 482 п.н. При этом маркеры P816 и P817 позволили выявить по три аллеля размером от 219 до 530 п.н. Спектры ампликонов, которые получены с использованием упомянутых выше праймеров, позволяют дифференцировать представителей рода *Miscanthus* различных видов, так как установлена разница по количеству локусов для каждого представителя вида. Используя маркер RAPD2, был выявлен уникальный аллель с частотой 0,35.

Выводы. В результате проведенных исследований установлена целесообразность использования праймеров P816 та RAPD2 для дифференциации разных генотипов видов *M. sacchariflorus*, *M. giganteus*, *M. sinensis*. Полученная значительная часть полиморфных локусов и, как следствие, высокий уровень полиморфизма подтверждают популяционный состав модельной выборки.

Ключевые слова: виды рода *Miscanthus*, RAPD PCR, полиморфизм, частоты аллелей.

Using RAPD-markers in studying molecular genetic polymorphism in the genus *Miscanthus* species

Bab'janzh A., Cherednychok O., Hryhorenko N.

Aim. The study aims to investigate molecular genetic polymorphism in the representatives of different populations and bioenergy crops plant groups of the genus *Miscanthus* of the collection of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the NAAS of Ukraine as well as to search and select the molecular markers to differentiate them using RAPD PCR methods.

Methods. The studies used the molecular genetic method for detecting polymorphism by analyzing the lengths of amplification fragments and the method of electrophoretic distribution of amplification products in agarose gel.

Results. In the course of amplification with 7 RAPD primers, 28 loci were obtained, of which 23 were polymorphic. The polymorphism degree averaged 65 %. The index of polymorphism locus ranged from 0.17 to 0.56. There were identified six alleles by marker P822 -with sizes ranging from 230 to 613 bp. P820 primer amplified two loci of 311 and 482 bp, three alleles sized from 219 to 530 bp were identified by P816 and P817 markers. The spectra of the amplicons obtained using the above-mentioned primers make it possible to differentiate representatives of the *Miscanthus* genus of different species, since the difference in the number of loci for each species representative is established. A unique allele with the frequency of 0.35 and the size of 605 bp was obtained using the RAPD2 primer.

Conclusions. According to the results it was found that the use of primers P816 and RAPD2 allowed to separate genotypes of *M. sacchariflorus*, *M. giganteus*, *M. sinensis*. A large proportion of polymorphic loci confirm the population composition of the model sample which resulted in high level of polymorphism.

Key words: genus *Miscanthus*, RAPD primers, PCR, polymorphism, allele frequencies.

Надійшла 08.04.2019 р.

УДК 633.63:620.925

КАРПУК Л.М.
ПАВЛІЧЕНКО А.А.
КАРАУЛЬНА В.М.
БОГАТИР Л.В.
ПОЛЯКОВ В.І.
ЄРМОЛАСЬ М.М.

Білоцерківський національний аграрний університет

БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

Мета дослідження – оцінка біоенергетичної ефективності окремих елементів технології вирощування буряків цукрових.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили у Навчально-виробничому центрі (НВЦ) Білоцерківського національного аграрного університету у 2015–2017 роках. Усі польові дослідження проводили на фоні основного удобрення. Під основний обробіток ґрунту вносили 40 т/га гною та $N_{120}P_{100}K_{140}$ мінеральних добрив (д.р.) з розрахунку планової урожайності 70 т/га. Норми органічних і мінеральних добрив розраховували з урахуванням наявності елементів живлення в ґрунті та коефіцієнту їх виносу цукровими буряками.

Результати дослідження. За проведення енергетичної оцінки елементів технології вирощування буряків цукрових в умовах центральної частини Правобережного Лісостепу України, витрати сукупної енергії на одиницю площі визначали за технологічними картами, які групували й аналізували за такими статтями: насіння, добрива, пально-мастильні матеріали, механізовані й ручні роботи та ін. Ефективність використання енергії визначали за коефіцієнтом енергетичної ефективності (K_{ee}) – відношенням різниці між відтвореною енергією (енергоємністю врожаю) і спожитою. Коефіцієнт енергетичної ефективності там, де висівали насіння з лабораторною схожістю понад 95 % ($K_{ee} = 5,51$). За використання для сівби насіння з лабораторною схожістю понад 91–95 % коефіцієнт енергетичної ефективності був дещо нижчий, ніж за сівби насінням понад 95 % і становив 5,42.

Зі збільшенням густоти рослин до збирання з 80–90 до 101–110 тис./га вихід енергії з урожаєм зростав від 829521 до 905520 МДж, проте за рахунок вищої врожайності у варіантах, де густота стояння рослин складала 101–110 тис./га, вихід енергії порівняно до контролю був вищим. Коефіцієнт енергетичної ефективності мав тенденцію до зниження як за використання гібридів, так і за внесення мікроелементів у підживлення, і складав 5,57–6,08.

Висновки. Доведено, що розроблені агротехнологічні заходи з вирощування буряків цукрових у ланці гібрид – якість насіння – густота стояння рослин – добрива – тривалість періоду вегетації забезпечують отримання високого економічного ефекту.

Формування оптимального посіву буряків цукрових на площі забезпечувало найвищий вихід енергії з урожаєм на варіантах з подвійним внесенням мікродобрив у позакореневе підживлення.

Ключові слова: буряки цукрові, біоенергетична ефективність, схожість висіяного насіння, густота рослин, сортовий склад, позакореневе підживлення, тривалість вегетаційного періоду.

doi: 10.33245/2310-9270-2019-146-1-13-19

Постановка проблеми. Технологія вирощування буряків цукрових є затратною за рахунок внесення органічних, мінеральних добрив і засобів захисту рослин, проведення міжрядних обробітків ґрунту, формування густоти рослин, збирання врожаю [1–8].

Ефективність застосування елементів технології вирощування буряків цукрових визначають не лише оцінкою показників вартості приросту отриманої продукції з витратами на вирощування, що пов'язані із застосуванням технології, а й співвідношенням поновлюваної енергії до непоновлюваної [8, 9].

Тому визначення енергетичної ефективності вирощування буряків цукрових в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України є актуальним.

Аналіз останніх досліджень. На сьогодні інтенсифікація виробництва супроводжується зростанням енергоємності продукції, тому для виявлення резервів її зниження проводять біоенергетичну оцінку як окремих елементів, так і технології вирощування культури в цілому. Необхідність проведення енергетичної оцінки зумовлена високими цінами на енергетичні носії, мінеральні добрива, пестициди. Так, 1 кг азотних добрив у перерахунку на 100 % поживних речовин за витратами споживчої енергії дорівнює 61,74 МДж, фосфорних – 10,92 і калійних – 6,72 МДж; 1 кг гербіцидів – 348,99 МДж, фунгіцидів – 205,67 МДж; 1 т гною – 688,8 МДж. Енергетичний еквівалент 1 кг бензину становить 54,6 МДж, дизельного палива – 52,92, живої праці за людино-годину – 12,0 МДж [10].

Буряки цукрові належать до інтенсивних культур, які культивують переважно у зоні Лісостепу. Високі врожаї буряків цукрових потребують для виробництва все більшого використання праці та енергії. Для створення кожної додаткової тонни врожаю витрачається енергія, носієм якої є якісна передпосівна підготовка насіння, формування оптимального фітоценозу, позакореневого підживлення рослин, терміни збирання коренеплодів та використання різних біологічних форм буряків цукрових, які активно впливають на ріст і розвиток рослин.

Енергоємність 1 кг коренеплодів буряків цукрових становить 610,5 ккал [10].

Аналіз біоенергетичних показників дозволяє ефективно проводити розрахунки щодо оптимального застосування добрив та інших біологічних і технологічних чинників з метою максимальної реалізації генетичного потенціалу рослин буряків цукрових. Біоенергетичні показники дозволяють усі елементи агротехнології, технічні засоби, ресурси привести до єдиного індикатора – Дж, і завдяки цьому встановити активну позицію кожного елемента системи технопроцесу [11–18].

Мета дослідження – оцінка біоенергетичної ефективності окремих елементів технології вирощування буряків цукрових.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили у Навчально-виробничому центрі (НВЦ) Білоцерківського національного аграрного університету у 2015–2017 роках. Усі польові дослідження проводили на фоні основного удобрення. Під основний обробіток ґрунту вносили 40 т/га гною та $N_{120}P_{100}K_{140}$ мінеральних добрив (д.р.) з розрахунку планової урожайності 70 т/га. Норми органічних і мінеральних добрив розраховували з урахуванням наявності елементів живлення в ґрунті та коефіцієнту їх виносу цукровими буряками.

Енергетичну оцінку здійснювали за методикою О. К. Медведовського та П. І. Іваненка [10].

Результати дослідження. За проведення енергетичної оцінки елементів технології вирощування буряків цукрових в умовах центральної частини Правобережного Лісостепу України, витрати сукупної енергії на одиницю площі визначали за технологічними картами, які групували й аналізували за такими статтями: насіння, добрива, пально-мастильні матеріали, механізовані й ручні роботи та ін. Ефективність використання енергії визначали за коефіцієнтом енергетичної ефективності (K_{ee}) – відношенням різниці між відтвореною енергією (енергоємністю врожаю) і спожитою [10].

Залежно від якості висіяного насіння. Для розрахунку енергетичної ефективності використовували показники урожайності коренеплодів буряків цукрових залежно від якості висіяного насіння, отриманих у польових дослідках (табл. 1).

Таблиця 1 – Енергетична ефективність вирощування буряків цукрових залежно від схожості висіяного насіння

Варіант – схожість висіяного насіння, %	Вихід енергії з урожаєм, МДж	Затрати на 1 т	Коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee})
80–85 контроль	614460	28,2	5,74
86–90	682374	29,5	5,47
91–95	777777	29,8	5,42
> 95	865095	29,3	5,51

Коефіцієнт енергетичної ефективності там, де висівали насіння з лабораторною схожістю понад 95 % – ($K_{ee} = 5,51$). За використання для сівби насіння з лабораторною схожістю понад 91–95 % коефіцієнт енергетичної ефективності був дещо нижчий, ніж за сівби насінням понад 95 %, і становив 5,42.

За рахунок підвищення урожайності за використання для сівби насіння з високою лабораторною схожістю (понад 95 %) вихід енергії з урожаєм зростав до 865095 МДж, що на 250635 МДж більше, порівняно з варіантом, де висівали насіння з лабораторною схожістю понад 80–85 % [3].

За формування оптимального посіву. Незалежно від густоти насадження рослин буряків цукрових, за оптимальної густоти стояння рослин 101–110 тис./га, порівняно з контролем, коефіцієнт енергетичної ефективності склав 5,55 (табл. 2).

На варіантах з густотою рослин до збирання 80–90, 91–100 та 111–120 тис./га $K_{ee} = 6,10$, 5,68 і 5,47.

Зі збільшенням густоти рослин до збирання з 80–90 до 101–110 тис./га вихід енергії з урожаєм зростав від 829521 до 905520 МДж, проте за рахунок вищої урожайності у варіантах, де густота стояння рослин складала 101–110 тис./га, вихід енергії порівняно до контролю був вищим [4].

Таблиця 2 – Енергетична ефективність вирощування буряків цукрових залежно від густоти рослин

Варіант – схожість висіяного насіння, %	Вихід енергії з урожаєм, МДж	Затрати на 1 т	Коефіцієнт енергетичної ефективності (К _е)
80–90	829521	26,5	6,10
91–100 (контроль)	837606	28,5	5,68
101–110	905520	29,1	5,55
111–120	821436	29,6	5,47

Залежно від позакореневого підживлення. Використання для досліджень мікродобрив сприяло зростанню виходу енергії з урожаєм у середньому на 72765–122892 МДж, порівняно з контролем, де підживлення не проводили. Внесення мікроелементів у підживлення було енергетично виправдано, про що свідчать дані таблиці 3.

Таблиця 3 – Енергетична ефективність вирощування буряків цукрових залежно від сортового складу та позакореневого підживлення

Варіант		Вихід енергії з урожаєм, МДж	Затрати на 1 т	Коефіцієнт енергетичної ефективності (К _е)
гібрид	підживлення			
Уманський ЧС 97	контроль	685608	27,5	5,88
	з підживленням	758373	29,0	5,57
Орікс	контроль	819819	26,6	6,08
	з підживленням	942711	28,0	5,78

Результатами енергетичного аналізу встановлено, що вихід енергії з урожаєм там, де використовували гібрид Орікс з підживленням, був вищим порівняно з варіантом, де застосовували гібрид Уманський ЧС 97, і склав 942711 МДж, тобто було додатково затрачено енергії на отримання одиниці урожаю.

Коефіцієнт енергетичної ефективності мав тенденцію до зниження як за використання гібридів, так і за внесення мікроелементів у підживлення і складав 5,57–6,08. Тобто, за рахунок зростання урожайності ефективність використання енергії була вищою на контролі [5].

Залежно від тривалості вегетаційного періоду біологічних форм буряків цукрових. Аналіз енергетичної ефективності підтвердив результати польових досліджень щодо продуктивності біологічних форм буряків цукрових залежно від тривалості вегетаційного періоду (табл. 4 і табл. 5). Достатньо енергоефективні показники, порівняно з II терміном збирання (30 жовтня), отримано за збирання буряків 10 листопада (III термін) диплоїдних біологічних форм буряків цукрових [8]. Тобто, додатково отримано приріст врожаю, і за рахунок цього вихід енергії склав у межах гібридів 915222–987987 МДж. Коефіцієнт енергетичної ефективності за збирання 10 листопада у диплоїдних гібридів становив 5,56–5,62.

Таблиця 4 – Енергетична ефективність вирощування буряків цукрових диплоїдних гібридів залежно від тривалості вегетаційного періоду

Гібрид	Термін збирання коренеплодів	Вихід енергії з урожаєм, МДж	Затрати на 1 т	Коефіцієнт енергетичної ефективності (К _е)
Український ЧС 72	30 вересня	835989	26,5	6,10
	30 жовтня	947562	27,9	5,79
	10 листопада	970200	28,8	5,61
Леопард	30 вересня	886116	26,2	6,16
	30 жовтня	952413	27,9	5,79
	10 листопада	987987	28,8	5,62
Зум	30 вересня	844074	26,4	6,11
	30 жовтня	907137	28,1	5,75
	10 листопада	915222	29,1	5,56

За збирання коренеплодів 30 жовтня (III термін), вихід енергії урожаєм триплоїдних біологічних форм був майже на рівні диплоїдних форм. Однак коефіцієнт енергетичної ефективності триплоїдних гібридів був вищим залжено від термінів збирання, порівняно з диплоїдними (табл. 5).

Затрати на 1 т продукції були вищими за третього терміну збирання (10 листопада), порівняно з іншими термінами, про що свідчать дані таблиці 4.

Таблиця 5 – Енергетична ефективність вирощування буряків цукрових триплідних гібридів залежно від тривалості вегетаційного періоду

Гібрид	Термін збирання коренеплодів	Вихід енергії з урожаєм, МДж	Затрати на 1 т	Коефіцієнт енергетичної ефективності (К _е)
Уманський ЧС 97	30 вересня	890967	26,2	6,17
	30 жовтня	999306	27,7	5,83
	10 листопада	1041314	28,6	5,66
Орікс	30 вересня	873180	26,3	6,15
	30 жовтня	944328	28,0	5,78
	10 листопада	971817	28,8	5,61
Муррей	30 вересня	813351	26,6	6,07
	30 жовтня	882882	28,2	5,72
	10 листопада	894201	29,2	5,54

Залежно від комплексного використання агрозаходів. Використання комплексу агротехнологічних заходів вирощування буряків цукрових сприяло зростанню виходу енергії з урожаєм у середньому на 56595–66297 МДж, порівняно з контролем. Проведення комплексного застосування агрозаходів було енергетично виправдано, про що свідчать дані таблиці 6.

Згідно з результатами енергетичного аналізу встановлено, що вихід енергії з урожаєм на варіанті, де використовували зарубіжний гібрид Леопард, за дворазового підживлення був вищим, порівняно з варіантом, де застосовували гібрид Український ЧС 72, і склав 923307 МДж, тобто додатково було затрачено енергії на вихід енергії з урожаєм [3, 6, 7].

Таблиця 6 – Енергетична ефективність комплексного використання агротехнологічних заходів за вирощування буряків цукрових

Варіант		Вихід енергії з урожаєм, МДж	Затрати на 1 т	Коефіцієнт енергетичної ефективності (К _е)
гібрид	агрозахід			
Український ЧС 72	контроль	831138	26,5	6,10
	дворазове підживлення	887733	28,3	5,72
Леопард	контроль	857010	26,4	6,13
	дворазове підживлення	923307	28,1	5,76

За визначення коефіцієнту енергетичної ефективності було встановлено, що він мав тенденцію до зниження як за використання гібридів, так і за комплексного застосування агрозаходів, і складав у межах 5,72–6,13. Тобто, за рахунок підвищення врожайності ефективність використання енергії у варіантах, де проводили комплексне використання агрозаходів, була нижчою.

Висновки. Доведено, що розроблені агротехнологічні заходи з вирощування буряків цукрових у ланці гібрид – якість насіння – густина стояння рослин – добрива – тривалість періоду вегетації забезпечують отримання високого економічного ефекту.

Формування оптимального посіву буряків цукрових на площі забезпечувало найвищий вихід енергії з урожаєм на варіантах з подвійним внесенням мікродобрив у позакореневе підживлення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Карпук Л.М. Продуктивність гібридів залежно від біологічних форм цукрових буряків. Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. Київ, 2013. Вип. 17. Т. 1. С. 140–145.
2. Карпук Л.М. Влияние сроков уборки на продуктивность биологических форм сахарной свеклы. Сахарная свекла. 2013. № 8. С. 45–48.
3. Карпук Л.М. Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от агротехнических приемов выращивания. Земледелие и защита растений. 2013. № 6. С. 62–63.
4. Doronin V.A., Byelyk Ya.V., Polishchuk V.V., Karpuk L.M. The quality of sugar beet seed and the ways of its increase. Ecological consequences of increasing crop productivity: plant breeding and biotic diversity. Canada, 2014. P. 175–190.

5. Doronin V.A., Karpuk L.M. Sugar Beet Productivity Formation Depending on Foliar Application of Microelements. Biological systems, biodiversity and stability of plant communities. Toronto. New jersey. Apple Academic Press. 2015. P. 175–191.
6. Карпук Л.М., Вахній С.П., Крикунова О.В., Кикало М.М., Поліщук В.В. Продуктивність буряків цукрових залежно від гідротермічних умов вегетаційного періоду. Збірник наукових праць “Агробіологія”. Біла Церква, 2015. Вип. 2 (121). С. 23–28.
7. Karpuk L., Vachniy S., Krykunova O., Pavlichenko A. etc. Quality of sugar beet seeds and the ways of its increase. Збірник наукових праць “Агробіологія”. Біла Церква, Вип. 2 (128). 2016. С. 52–62.
8. Карпук Л.М., Вахній С.П., Крикунова О.В., Караульна В.М., Богатир Л.В., Павліченко А.А. Продуктивність посівів буряків цукрових залежно від генотипу. Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Херсон: Гельветика. 2018. Вип. 100. Т. 1. С. 81–87.
9. Doronin V.A., Dryha V.V., Karpuk L.M., Vachniy, S.P., Pavlichenko, A.A., Mykolayko, V.P., Polischuk, V.V. Specific aspects of the formation of Miscanthus planting material depending on cultivation conditions. Eurasian Journal of Biosciences. 2018. Vol. 12. Issue 2. P. 325–331.
10. Медвидовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай. 1988. 205 с.
11. Тараріко Ю.О., Несмашна О.С., Глущенко Л.Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації. К.: Нора-прінт. 2001. 60 с.
12. Шамсутдінова А.В. Продуктивність та економічна ефективність вирощування цукрових буряків залежно від позакореневого підживлення мікродобривами. Наукові доповіді НУБіП України. 2016. № 5. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/-Dopovidi/article/view/7240>
13. Нормативні витрати, ціни, баланси сільськогосподарської продукції в Україні та країнах світу / за ред. О.М. Шпичака, Ю.Я. Гапусенка. К.: ННЦ "ІАЕ", 2006. 693 с.
14. Марсанов В.В. Элементы теории управленческих решений. Херсон: Айлант, 2002. 71 с.
15. Миронова Н.М. Напрямки зниження та шляхи вдосконалення структури виробничих витрат. Таврійський науковий вісник. 2006. Вип. 44. С. 326–333.
16. Базаров Е.И., Глинка Е.В. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства. М. 1983. 43 с.
17. Бусыгин Н.Г. Прогрессивные методы организации ресурсо-обеспечения сельских товаропроизводителей. М.: Росагроснаб. 2006. 6 с.
18. Ярчук І.І. Енергетична оцінка окремих елементів вирощування сільськогосподарських культур. Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН. К., 2001. Вип. 1/2. С. 102–105.

REFERENCES

1. Karpuk, L.M. (2013). Produktivnist' gibrydiv zalezchno vid biologichnyh form cukrovoy burjakiv [Productivity of hybrids depending on the biological forms of sugar beet]. Zbirnyk naukovykh prac' Instytutu bioenergetychnykh kul'tur i cukrovoy burjakiv NAAN Ukrainy [Collection of scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS of Ukraine]. Kyiv, Issue 17, Vol. 1, pp. 140–145.
2. Karpuk, L.M. (2013). Vliyanie srokov uborki na produktivnost' biologicheskikh form saharnoy svekly [The effect of harvest time on the productivity of biological forms of sugar beet]. Saharnaya svekla [Sugar beet], no. 8, pp. 45–48.
3. Karpuk, L.M. (2013). Produktivnost' saharnoy svekly v zavisimosti ot agrotehnicheskikh priemov vyrashhivaniya [The productivity of sugar beet, depending on the agrotechnical methods of cultivation]. Zemledelie i zashhita rasteniy [Agriculture and Plant Protection], no. 6, pp. 62–63.
4. Doronin, V.A., Byelyk, Ya.V., Polishchuk, V.V., Karpuk, L.M. (2014). The quality of sugar beet seed and the ways of its increase. Ecological consequences of increasing crop productivity: plant breeding and biotic diversity. Canada, pp. 175–190.
5. Doronin, V.A., Karpuk, L.M. (2015). Sugar Beet Productivity Formation Depending on Foliar Application of Microelements. Biological systems, biodiversity and stability of plant communities. Toronto. New jersey. Apple Academic Press., pp. 175–191.
6. Karpuk, L.M., Vahnij, S.P., Krykunova, O.V., Kykalo, M.M., Polishhuk, V.V. (2015). Produktivnist' burjakiv cukrovoyh zalezchno vid gidrotermichnyh umov vegetacijnogo periodu [Productivity of beet sugar depending on hydrothermal conditions of the growing season]. Zbirnyk naukovykh prac' “Agrobiologija” [Collection of scientific works "Agrobiology"]. Bila Tserkva, Issue 2 (121), pp. 23–28.
7. Karpuk, L., Vachniy, S., Krykunova, O., Pavlichenko, A. (2016). Quality of sugar beet seeds and the ways of its increase. Zbirnyk naukovykh prac' “Agrobiologija” [Collection of scientific works "Agrobiology"]. Bila Tserkva, Issue (128), pp. 52–62.
8. Karpuk, L.M., Vahnij, S.P., Krykunova, O.V., Karaul'na, V.M., Bogatyr, L.V., Pavlichenko, A.A. (2018). Produktivnist' posiviv burjakiv cukrovoyh zalezchno vid genotypu [Productivity of sugar beet crops depending on genotype]. Tavrijs'kyj naukovyj visnyk: Naukovyj zhurnal [Taurian Scientific Journal: Scientific Journal.]. Kherson, Gel'vetyka, Issue 100, Vol. 1, pp. 81–87.
9. Doronin, V.A., Dryha, V.V., Karpuk, L.M., Vachniy, S.P., Pavlichenko, A.A., Mykolayko, V.P., Polischuk, V.V. (2018). Specific aspects of the formation of Miscanthus planting material depending on cultivation conditions. Eurasian Journal of Biosciences. Vol. 12, Issue 2, pp. 325–331.
10. Medvydovc'kyj, O.K., Ivanenko, P.I. (1988). Energetychnyj analiz intencyvnyh tehnologij v cil'c'kogospodarc'komu vyrobnyc'tvi [Energy analysis of intechanical technologies in the field of industrial augmentation]. Kyiv, Urozhaj, 205 p.

11. Tarariko, Ju.O., Nesmashna, O.Je., Glushhenko, L.D. (2001). Energetychna ocinka system zemlerobstva i tehnologij vyroshhuvannya sil'skogospodars'kyh kul'tur [Energy assessment of agricultural systems and technologies for growing crops]. Kyiv, Nora-print, 60 p.
12. Shamsutdinova, A.V. (2016). Produktivnist' ta ekonomichna efektyvnist' vyroshhuvannya cukrovyyh burjakiv zalezno vid pozakorenevoogo pidzhyvlennja mikrodozvymy [Productivity and economic efficiency of sugar beet cultivation depending on foliar fertilization by microfertilizers]. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy [Scientific reports of NUBiP of Ukraine], no. 5. Available at: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view-/7240>.
13. Shpychak, O.M., Gapusenko, Ju.Ja. (2006). Normatyvni vytraty, ciny, balansy sil'skogospodars'koi' produkci' i Ukraini ta kra'nah svitu [Normative costs, prices, balances of agricultural products to Ukraine and countries of the world]. Kyiv, NNC "IAE", 693 p.
14. Marsanov, V.V. (2002). Jelementy teorii upravlencheskih reshenij [Elements of the theory of management decisions]. Kherson, Ajlant, 71 p.
15. Mironova, N.M. (2006). Naprjamki znizhennja ta shljahi vdoskonalennja strukturi virobnychih vitrat [Directions of reduction and ways to improve the structure of production costs]. Tavrijs'kij naukovij visnik [Taurian Scientific Bulletin], Issue 44, pp. 326–333.
16. Bazarov, E.I., Glinka, E.V. (1983). Metodika bioenergeticheskoj ocenki tehnologij proizvodstva produkci' rastenievodstva [Methods of bioenergy assessment of crop production technologies]. Moscow, 43 p.
17. Busygin, N.G. (2006). Progressivnye metody organizacii resurso-obespechenija sel'skih tovaroproizvoditelej [Progressive methods of organizing the resource provision of rural producers]. Moscow, Rosagrosnab, 6 p.
18. Jarchuk, I.I. (2001). Energetychna ocinka okremyh elementiv vyroshhuvannya sil'skogospodars'kyh kul'tur [Energy assessment of individual elements of cultivating crops]. Zb. nauk. pr. In-tu zemlerobstva UAAN [Collection of scientific works of Institute of Agriculture NAAS]. Kyiv, Issue 1/2, pp. 102–105.

**Биоэнергетическая эффективность отдельных элементов технологии выращивания сахарной свеклы
Карпук Л.М., Павличенко А.А., Караульная В.Н., Богатырь Л.В., Поляков В.И., Ермолаев Н.Н.**

Цель исследования – оценка биоэнергетической эффективности отдельных элементов технологии выращивания сахарной свеклы.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в Учебно-производственном центре (УПЦ) Белоцерковского национального аграрного университета в 2015–2017 годах. Все полевые опыты проводили на фоне основного удобрения. Под основную обработку почвы вносили 40 т/га гноя и $N_{120}P_{100}K_{140}$ минеральных удобрений (д.в.) с расчёта плановой урожайности 70 т/га. Нормы органических и минеральных удобрений рассчитывали с учетом наличия элементов питания в почве и коэффициенту их выноса сахарной свеклой.

Результаты исследования. При проведении энергетической оценки элементов технологии выращивания сахарной свеклы в условиях центральной части Правобережной Лесостепи Украины, затраты совокупной энергии на единицу площади определяли по технологическим картам, которые группировали и анализировали по следующим статьям: семена, удобрения, горюче-смазочные материалы, механизированные и ручные работы и др. Эффективность использования энергии определяли по коэффициенту энергетической эффективности (Кээ) – отношением разницы между воспроизведенной энергией (энергоёмкостью урожая) и потребленной. Коэффициент энергетической эффективности там, где высевали семена с лабораторной всхожестью более 95 % – (Кее = 5,51). При использовании для посева семян с лабораторной всхожестью более 91–95 % коэффициент энергетической эффективности был несколько ниже, чем при посеве семенами более 95 %, и составил 5,42.

С увеличением густоты растений к уборке с 80–90 до 101–110 тыс./га выход энергии с урожаем рос от 829521 до 905520 МДж, однако за счет более высокой урожайности в вариантах, где густота стояния растений составляла 101–110 тыс./га, выход энергии по сравнению к контролю был выше. Коэффициент энергетической эффективности имел тенденцию к снижению как при использовании гибридов, так и при внесении микроэлементов в подкормку, и составлял 5,57–6,08.

Выводы. Доказано, что разработанные агротехнологические приемы с выращивания сахарной свеклы в звене гибрид – качество семян – густота растений – удобрение – продолжительность периода вегетации обеспечивают получение высокого экономического эффекта.

Формирование оптимального посева сахарной свеклы на площади обеспечивало высокий выход энергии с урожаем на вариантах с двукратным внесением микроудобрений при внекорневой подкормке.

Ключевые слова: сахарная свекла, биоэнергетическая эффективность, схожесть высеянных семян, густота растений, сортовой состав, внекорневые подкормки, продолжительность вегетационного периода.

Bioenergy efficiency of some elements of sugar beets growing technology

Karpuk L., Pavlichenko A., Karaulnaya V., Bogatyr L., Polyakov V., Yermolayev M.

The goal of the research is to assess the bioenergy efficiency of individual elements of sugar beet growing technology.

Materials and methods. The experiment was conducted at the Training and Production Center (BCC) of Bila Tserkva National Agrarian University in 2015–2017. All field experiments were conducted on the background of the main fertilizer. Under the basic cultivation of the soil 40 t/h of manure and $N_{120}P_{100}K_{140}$ mineral fertilizers (a.s.) were introduced, on the basis of the planned yield of 70 t/ha. Norms of organic and mineral fertilizers were calculated taking into account the presence of nutrients in the soil and the coefficient of their removal by sugar beet.

The results of research. For the energy assessment of the elements of sugar beet cultivation technology in the central part of the Right-bank Forest-steppe zone of Ukraine, the cost of the total energy per unit area was determined by the technological maps, which were grouped and analyzed according to the following articles: seeds, fertilizers, fuels and lubricants,

mechanized and manual work, and etc. The energy efficiency was determined by the energy efficiency ratio (Cee) – the ratio of the difference between the reproduced energy (energy consumption of the crop) and the consumed energy efficiency coefficient where the seed with the laboratory similarity was sown more than 95 % – (Cee = 5.51). When used for sowing seeds with a laboratory similarity of more than 91–95 %, the energy efficiency was slightly lower than that of sowing seeds more than 95 % and was 5.42.

With the increasing of plant density to harvesting from 80–90 to 101–110 thousand/ha, the energy output from the harvest increased from 829521 to 905520 MJ, but due to higher yields in variants where the plant density was 101-110 thousand/ha of energy, comparatively before control was higher. The energy efficiency ratio tended to decrease both for the use of hybrids and for the introduction of trace elements in the feed and amounted to 5.57–6.08.

Conclusions. It is proved that the developed agrotechnological measures for sugar beet cultivation in the line hybrid – the quality of the seeds – the plant stomatal density – fertilizers – the duration of the vegetation period, provide a high economic effect.

The formation of optimal sugar beet seeding on the area provided the highest yield of energy with the yield on variants with double application of microfertilizers in the non-root nutrition.

Key words: sugar beets, bioenergy efficiency, similarity of sown seeds, plant density, varietal composition, foliar nutrition, duration of vegetation period.

Надійшла 16.04.2019 р.

УДК 631.51.021/582:631.41

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

Білоцерківський національний аграрний університет

ВПЛИВ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ І УДОБРЕННЯ ПІД КУЛЬТУРИ КОРОТКОРОТАЦІЙНОЇ СІВОЗМІНИ НА АГРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ

Постановка проблеми. В останні два десятиліття в Україні відбувається швидке падіння родючості чорноземів, зокрема, погіршення їх агрохімічних властивостей. Одним з напрямків відтворення їх родючості є розробка і впровадження науково обґрунтованої ресурсозберігаючої і ґрунтозахисної системи механічного обробітку за раціонального удобрення польових культур на орних землях.

Мета дослідження – шляхом польового експерименту встановити раціональну систему основного обробітку і удобрення чорнозему типового у зернопросапній п'ятипільній сівозміні, що забезпечує отримання з одного гектара ріллі 5,5 т/га сухої речовини за розширеного відтворення агрохімічних показників родючості ґрунту та адекватної енергетичної ефективності.

Висновки. За дискового і безполицевого обробітків, особливо удобрених ділянок, спостерігається диференціація орного шару ґрунту за агрохімічними показниками його родючості. Стабілізація вмісту гумусу, загального азоту і елементів живлення в орному шарі відбувається за внесення 8 т/га гною + $N_{76}P_{64}K_{57}$.

Ефективність гуміфікаційних процесів у ґрунті найнижча за дискового, найвища – за полицево-безполицевого і полицевого обробітків у сівозміні. Зі зростанням глибини ґрунту у межах його орного шару щорічне убування запасів загального азоту на неудобрених ділянках за полицевого і диференційованого обробітків зменшується, а за безполицевого і дискового – зростає. На неудобрених ділянках спостерігається зворотна залежність.

За полицевого і полицево-безполицевого обробітку отримано практично однакову, а за безполицевого і дискового – істотно нижчу продуктивність сівозміни.

У польовій зернопросапній п'ятипільній сівозміні Правобережного Лісостепу України рекомендовано глибoku культурну оранку проводити лише в одному полі, а на решті – безполицевий і дисковий обробіток з внесенням на гектар ріллі 8 т гною + $N_{76}P_{64}K_{57}$ за простого і 12 т/га гною + $N_{95}P_{82}K_{57}$ розширеного відтворення родючості чорнозему типового.

Ключові слова: ґрунт, обробіток, сівозміна, добрива, родючість, ротація.

doi: 10.33245/2310-9270-2019-146-1-20-30

Постановка проблеми. Маючи у своєму розпорядженні 6–8 % світових і 13–14 % європейських запасів чорноземних ґрунтів і займаючи лише 4 % світового суходолу, Україна знаходиться в стані продовольчої небезпеки і є найбіднішою державою на континенті. Частина чорноземів в Україні – майже 65 % її загальної площі і 73 % ріллі [1].

Інтегральним показником ефективної родючості чорноземних ґрунтів є уміст і якість гумусу. Не випадково з 13 типів їх деградацій на перше місце за значимістю і масштабами вітчизняні науковці одноставно відводять дегуміфікації. На сьогодні середньорічні втрати гумусу чорноземних ґрунтів держави перевищують 1 т/га [2].

Вміст ґрунтового гумусу в орному шарі невпинно зменшується. В 1882, 1961, 1991 і 2015 роках зафіксовано відповідно такі його значення: 4,17; 3,64; 3,23 і 3,16 %. За 133 роки цей показник зменшився на 1,01 або на 24,2 %, а в Лісостепу України – на 1,3 або 28,8 % [3]. Щорічні втрати гумусу орних земель впродовж 1986–2005 рр. досягли 29 млн т, що еквівалентно 5,7 млрд доларів [4]. Тому вчені пропонують відшкодувати державі втрати за нераціональне використання ґрунтів саме за показниками погіршення гумусного стану.

Щорічно впродовж 1986–1990 рр. вітчизняні аграрії вносили 148 кг/га діючої речовини NPK, а в 2011–2015 рр. – майже вдвічі менше (76 кг/га). Баланс елементів азотного і зольного живлення рослин впродовж 2011–2015 рр. був від'ємним і становив 47,5 кг/га діючої речовини мінеральних добрив, в т.ч. азоту 20, фосфору 12,3, калію 15,2 кг/га. Щорічно на гектар ріллі хлібороби вносили менше 0,5 т гною (рекомендовано 8–14 т/га), тоді як в 1985 р. цей показник досяг 9,4 т/га [3].

В Україні площа кислих ґрунтів становить майже 4 млн га, з яких половина – в лісостеповій зоні. Вчені наголошують на необхідності термінового впровадження комплексу заходів, спря-

мованих на призупинення процесів інтенсивної декальцинації чорноземів, однією з причин якої є застосування аграріями фізіологічно кислих форм мінеральних добрив.

Аналіз останніх досліджень. Впродовж останніх трьох десятиріч в Україні найбільшого поширення набула диференційована система основного обробітку ґрунту, яка передбачає поєднання різних способів, заходів і засобів його виконання на різну глибину. Вона визначається біологічними особливостями культур та їх чергуванням в сівозміні, агрохімічними і агрофізичними властивостями ґрунтів, фіто-санітарним станом, кліматичними і погодними умовами, удобренням тощо. За цієї системи під просапні культури (кукурудзу, соняшник, буряки цукрові, картоплю тощо) проводять оранку на глибину орного шару або дещо мілкіше, під зернобобові, озимі і ярі – мілкий або поверхневий обробіток. Як правило, оранку глибоку за ротацією сівозміни здійснюють один раз на 3–5 років (залежно від тривалості ротаційного періоду), а в решту часу – мілкі чи поверхневі обробітки, а також різноглибинні безполицеві.

У досліджах Національного університету біоресурсів і природокористування України впродовж 20 років найвищу агротехнічну і економічну ефективність отримано за полицево-безполицевої системи основного обробітку чорнозему типового малогумусного, що передбачала у типовій польовій зернопросапній десятипільній сівозміні дві оранки (під буряки цукрові), п'ять безполицевих різноглибинних розпушувань і два поверхневі обробітки (під пшеницю озиму після гороху і кукурудзи на силос) [5].

До позитивних сторін оранки науковці цього навчального закладу відносять: оптимальну будову оброблюваного шару; добрий розвиток кореневих систем; глибоке загортання органічних добрив, що підвищує коефіцієнт їх гуміфікації; поліпшення фітосанітарного стану і поживного режиму ґрунту. А до негативних – диференціацію орного шару за оструктуреністю ґрунту, погіршення його агрофізичних властивостей, небезпеку прояву ерозійних процесів, прискорення мінералізації органічної речовини і непродуктивних втрат вологи, енергоємність [5].

Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва рекомендує в польових сівозмінах Лівобережного Лісостепу і Північного Степу диференційовану систему основного обробітку, за якої глибоку (не менше 25–27 см) оранку слід проводити під просапні культури (у першу чергу буряк цукровий) один раз у 3–4 роки, поверхневий і мілкий обробітки під озимі зернові і частково ярі колосові культури дисковими і комбінованими знаряддями, безполицевий (чизельний) різноглибинний обробіток – під зернобобові, ярі зернові, соняшник [6].

Інститут сільського господарства степової зони НААН на чорноземах звичайних малогумусних Північного Степу України пропонує під кукурудзу і соняшник глибоку (на 25–27 см) зяблеву оранку, а на ерозійно небезпечних землях – плоскорізний обробіток [7].

На чорноземах звичайних середньогумусних Правобережного Степу України найбільш ефективним у польових сівозмінах є полицево-безполицевий обробіток, за якого оранка під просапні культури поєднується з "нульовим" обробітком під сільськогосподарські рослини звичайної рядкової сівби.

Кіровоградський інститут агропромислового виробництва під соняшник рекомендує у посушливі роки оранку на 22–25 см, зволожені – мінімальні технології обробітку; під буряки цукрові – оранку на 28–30 см на тлі безполицевого обробітку на 18–22 см під попередник (пшеницю озиму); під ячмінь ярий – безполицевий обробіток на 20–22 см на тлі глибокої (28–30 см) оранки під попередник (буряки цукрові); під кукурудзу на зерно і горох – оранку на глибину відповідно 25–27 і 18–20 см; під пшеницю озиму – безполицевий обробіток на 18–22 см за розміщення її після чорного пару або мілкий на 10–12 см за вирощування після кукурудзи на силос, або "нульовий" за умови оранки під попередник [8].

У досліджах Інституту зернових культур НААН за вмістом нітратного азоту в орному шарі чорнозему звичайного мінімальний (дисковий, плоскорізний) обробіток поступався оранці на глибину 20–22 см у разі вирощування ячменю ярого після просапного попередника на 1,7–3,0 мг/кг, стерньового – 1,0–4,4 мг/кг. Перевагу оранки щодо поліпшення поживного режиму зафіксовано як на неодобренних, так і на удобрених ділянках. Зменшення глибини зяблевого обробітку до 10–14 см спричинило зниження урожайності цієї культури, порівняно з оранкою і чизелюванням, відповідно на 0,19–0,48 і 0,14–0,16 т/га. Ефективність чизельного обробітку під ячмінь ярий вища після соняшнику, ніж кукурудзи [9].

Періодична оранка глибиною до 20–25 см, як зазначає С. Гаврилов, є ефективним заходом запобігання переушільненню ґрунту, особливо в сівозмінах з кукурудзою на зерно, яка може формувати до 15 т/га листостеблової маси. Науковець вказує на неминуче підкислення ґрунтів по технології міні-тілл за внесення фізіологічно кислих мінеральних добрив. Основна частка мінеральних добрив має перебувати на глибині 8–10 см [10].

У дослідях Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції зменшення глибини плоскорізного обробітку під пшеницю озиму з 20–22 до 14–16 і 10–12 см забезпечило зростання урожайності відповідно на 0,15 і 0,25 т/га. Заміна оранки на 20–22 см плоскорізним обробітком на 10–12 см сприяла підвищенню цього показника на 0,3 т/га. Урожайність зерна кукурудзи практично на одному рівні за оранки на 25–27 і 14–16 см, а також плоскорізного обробітку на 14–16 см [11].

На чорноземі звичайному малогумусному способи обробітку (полицевий, чизельний, безполицевий, дисковий) помітно не впливали на вміст K_2O і P_2O_5 в орному шарі ґрунту. Перевага щодо вмісту нітратного азоту в ґрунті у першу половину вегетації соняшнику була по оранці, у другу – по чизельному обробітку. Урожайність цієї культури практично на одному рівні за полицевого, безполицевого і чизельного обробітку та дещо нижча за дискового [12].

Мета дослідження – встановити експериментальним шляхом оптимальне поєднання систем основного обробітку і удобрення, що забезпечує просте і розширене відтворення родючості чорнозему типового за агрохімічними показниками та продуктивність сівозміни на рівні 5,5 т/га сухої речовини.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження виконані впродовж 2009–2013 рр. у стаціонарному польовому досліді, закладеному на чорноземі типовому дослідного поля Білоцерківського НАУ. Повторність в досліді триразова, посівна площа елементарних ділянок становила 171 м² (9х19), а облікова – 112 м² (7х16). Кількість елементарних ділянок – 240. Схема досліду включала вивчення чотирьох систем основного обробітку (табл. 1) і чотирьох систем удобрення ґрунту, за яких нульовий рівень не передбачав внесення добрив, перший – 8 т/га гною + $N_{76}P_{64}K_{57}$, другий – 12 т/га гною + $N_{95}P_{82}K_{72}$, третій – 16 т/га гною + $N_{112}P_{100}K_{86}$.

Таблиця 1 – Системи основного обробітку ґрунту в сівозміні

№ поля	Культура сівозміни	Варіанти обробітку ґрунту*			
		1 полицевий (контроль)	2 безполицевий	3 полицево- безполицевий (диференційований)	4 дискування (постійний мілкий)
		Глибина (см) і заходи 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 (ПЛН-3-35), д.б. – дискова борона (БДВ-3), г. – глибокорозпушувач (ГР-3,4).

Мінеральні добрива використовували у формі аміачної селітри, гранульованого простого суперфосфату і калійної солі.

Визначили гумус методом Тюріна, обмінну кислотність – потенціометричним методом, гідролітичну кислотність – методом Каппена, суму вбирних основ – методом Каппена – Гільковица, фосфор і калій – методом Чирикова, амонійний азот – за методикою ЦІНАО, нітратний азот – фотоколориметричним методом, загальний азот – методом К'ельдаля, обмінні кальцій і магній – трилонометричним методом [13].

Результати дослідження. Механічний обробіток впливає на інтенсивність мінералізації і гуміфікації органічної речовини ґрунту та агрохімічні показники його родючості. Встановлено позитивний вплив на ці показники диференційованого обробітку в сівозміні. За систематичного

обробітку чорнозему типового дисковою бороною вони погіршувались (табл. 2). Запаси гумусу в орному (0–30 см) шарі за ротацію сівозміни, а також загального азоту за полицево-безполицевого і полицевого обробітку зменшилися лише на неудобрених варіантах, а за дискового і безполицевого – ще й за внесення найнижчої норми органічних і мінеральних добрив, проте на удобрених ділянках (8 т/га гною + N₇₆P₆₄K₅₇) ця різниця за п'ять років не досягала статистично значущих величин.

Таблиця 2 – Зміна агрохімічних властивостей ґрунту за різних систем основного обробітку і удобрення (в чисельнику дробу дані за 2009 рік, в знаменнику – 2013 рік)

Система обробітку ґрунту	Рівень удобрення	Шар ґрунту, см	Гумус	Азот	рН (сол)	N _r	S	V, %	Ca ²⁺	Mg ²⁺
			т/га			мг-екв/100г ґрунту			мг-екв/100г ґрунту	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Полицевий (контроль)	0	0-10	<u>42,3</u>	<u>3,61</u>	<u>5,68</u>	<u>2,80</u>	<u>24,1</u>	<u>88,6</u>	<u>14,41</u>	<u>2,06</u>
			41,0	3,50	5,98	2,10	27,4	90,4	15,40	2,48
		10-20	<u>41,5</u>	<u>3,54</u>	<u>5,63</u>	<u>2,83</u>	<u>24,0</u>	<u>88,3</u>	<u>14,48</u>	<u>2,16</u>
			40,6	3,46	6,02	2,10	27,8	90,8	15,45	2,52
		20-30	<u>40,4</u>	<u>3,44</u>	<u>5,66</u>	<u>2,85</u>	<u>23,7</u>	<u>88,3</u>	<u>14,29</u>	<u>2,09</u>
			39,9	3,40	6,05	2,11	28,2	90,9	15,45	2,52
	1	0-10	<u>45,2</u>	<u>3,85</u>	<u>5,50</u>	<u>2,92</u>	<u>23,4</u>	<u>87,4</u>	<u>14,34</u>	<u>1,98</u>
			44,9	3,82	5,89	2,31	25,9	88,3	14,98	2,18
		10-20	<u>44,8</u>	<u>3,81</u>	<u>5,53</u>	<u>2,93</u>	<u>23,1</u>	<u>87,2</u>	<u>14,12</u>	<u>1,88</u>
			44,7	3,81	5,86	2,32	26,4	89,0	15,01	2,21
		20-30	<u>43,9</u>	<u>3,72</u>	<u>5,50</u>	<u>2,93</u>	<u>23,1</u>	<u>86,4</u>	<u>14,12</u>	<u>1,86</u>
			44,3	3,77	5,84	2,32	26,7	89,2	15,00	2,23
	2	0-10	<u>47,3</u>	<u>3,93</u>	<u>5,25</u>	<u>3,13</u>	<u>23,1</u>	<u>86,5</u>	<u>13,95</u>	<u>1,91</u>
			47,8	3,97	5,77	2,57	24,8	87,4	14,65	2,10
		10-20	<u>46,9</u>	<u>3,89</u>	<u>5,27</u>	<u>3,13</u>	<u>22,8</u>	<u>86,0</u>	<u>14,13</u>	<u>1,85</u>
			47,7	3,96	5,75	2,59	25,1	87,7	14,72	2,07
		20-30	<u>46,3</u>	<u>3,85</u>	<u>5,29</u>	<u>3,11</u>	<u>22,6</u>	<u>85,8</u>	<u>14,10</u>	<u>1,86</u>
			47,3	3,93	5,74	2,58	25,4	87,8	14,65	2,08
3	0-10	<u>48,7</u>	<u>4,05</u>	<u>5,21</u>	<u>3,32</u>	<u>22,7</u>	<u>85,1</u>	13,82	1,84	
		49,4	4,11	5,62	2,83	24,3	85,8	14,20	1,95	
	10-20	<u>48,3</u>	<u>4,02</u>	<u>5,18</u>	<u>3,30</u>	<u>22,4</u>	<u>84,7</u>	13,75	1,87	
		49,3	4,10	5,64	2,85	24,5	86,2	14,28	1,99	
	20-30	<u>47,9</u>	<u>3,98</u>	<u>5,18</u>	<u>3,29</u>	<u>22,2</u>	<u>84,5</u>	<u>13,85</u>	<u>1,87</u>	
		49,3	4,10	5,65	2,85	24,8	86,2	14,26	1,98	
Безполицевий	0	0-10	<u>42,4</u>	<u>3,62</u>	<u>5,63</u>	<u>2,82</u>	<u>23,6</u>	<u>87,9</u>	<u>14,38</u>	<u>2,07</u>
			41,8	3,57	5,89	2,40	27,0	88,6	15,29	2,38
		10-20	<u>41,4</u>	<u>3,53</u>	<u>5,63</u>	<u>2,81</u>	<u>23,7</u>	<u>88,0</u>	<u>14,43</u>	<u>2,10</u>
			40,4	3,45	6,02	2,10	27,5	90,5	15,43	2,51
		20-30	<u>40,3</u>	<u>3,45</u>	<u>5,65</u>	<u>2,81</u>	<u>23,6</u>	<u>88,3</u>	<u>14,40</u>	<u>2,08</u>
			39,0	3,33	6,11	1,84	28,3	92,7	15,52	2,58
	1	0-10	<u>45,2</u>	<u>3,84</u>	<u>5,49</u>	<u>2,89</u>	<u>23,2</u>	<u>87,0</u>	<u>14,23</u>	<u>1,90</u>
			45,2	3,84	5,76	2,44	25,9	88,0	14,67	2,18
		10-20	<u>44,9</u>	<u>3,82</u>	<u>5,51</u>	<u>2,90</u>	<u>23,1</u>	<u>87,0</u>	<u>14,17</u>	<u>1,92</u>
			44,7	3,81	5,87	2,33	26,4	88,9	15,10	2,21
		20-30	<u>43,7</u>	<u>3,72</u>	<u>5,47</u>	<u>2,93</u>	<u>23,0</u>	<u>87,3</u>	<u>14,19</u>	<u>1,93</u>
			43,5	3,70	5,99	2,25	26,9	90,1	15,18	2,29
	2	0-10	<u>47,2</u>	<u>3,92</u>	<u>5,28</u>	<u>3,09</u>	<u>23,0</u>	<u>85,8</u>	<u>13,97</u>	<u>1,90</u>
			47,9	3,98	5,60	2,78	24,7	86,7	14,56	2,02
		10-20	<u>46,8</u>	<u>3,89</u>	<u>5,26</u>	<u>3,09</u>	<u>22,8</u>	<u>86,1</u>	<u>14,11</u>	<u>1,88</u>
			47,2	3,92	5,72	2,51	25,2	87,5	14,71	2,12
		20-30	<u>46,7</u>	<u>3,87</u>	<u>5,29</u>	<u>3,11</u>	<u>22,7</u>	<u>86,3</u>	<u>14,08</u>	<u>1,88</u>
			46,9	3,89	5,89	2,42	26,0	89,0	14,82	2,17
3	0-10	<u>48,6</u>	<u>4,03</u>	<u>5,18</u>	<u>3,28</u>	<u>22,6</u>	<u>84,8</u>	<u>13,84</u>	<u>1,84</u>	
		49,7	4,10	5,51	2,96	23,9	85,6	14,12	1,93	
	10-20	<u>48,3</u>	<u>4,02</u>	<u>5,20</u>	<u>3,29</u>	<u>22,5</u>	<u>85,0</u>	<u>13,77</u>	<u>1,87</u>	
		48,9	4,07	5,60	2,86	24,3	86,1	14,20	1,94	
	20-30	<u>48,1</u>	<u>4,00</u>	<u>5,21</u>	<u>3,28</u>	<u>22,3</u>	<u>85,4</u>	<u>13,83</u>	<u>1,87</u>	
		48,3	4,04	5,78	2,72	25,1	86,9	14,26	1,97	

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Диференційований	0	0-10	<u>42,3</u> 41,0	<u>3,62</u> 3,52	<u>5,61</u> 5,99	<u>2,80</u> 2,09	<u>23,6</u> 27,5	<u>87,9</u> 90,4	<u>14,40</u> 15,43	<u>2,12</u> 2,51
		10-20	<u>41,4</u> 40,7	<u>3,54</u> 3,48	<u>5,63</u> 6,02	<u>2,80</u> 2,12	<u>23,5</u> 27,9	<u>88,1</u> 90,5	<u>14,45</u> 15,46	<u>2,10</u> 2,50
		20-30	<u>40,2</u> 39,8	<u>3,45</u> 3,40	<u>5,64</u> 6,01	<u>2,82</u> 2,11	<u>23,3</u> 27,7	<u>88,0</u> 90,7	<u>14,43</u> 15,41	<u>2,10</u> 2,50
	1	0-10	<u>45,3</u> 45,0	<u>3,85</u> 3,82	<u>5,50</u> 5,83	<u>2,92</u> 2,32	<u>23,2</u> 25,8	<u>87,4</u> 88,2	<u>14,17</u> 15,05	<u>1,95</u> 2,22
		10-20	<u>44,8</u> 44,7	<u>3,81</u> 3,80	<u>5,50</u> 5,86	<u>2,92</u> 2,31	<u>23,1</u> 26,2	<u>87,0</u> 88,8	<u>14,24</u> 15,10	<u>1,92</u> 2,17
		20-30	<u>43,9</u> 44,4	<u>3,74</u> 3,78	<u>5,48</u> 5,85	<u>2,93</u> 2,32	<u>23,1</u> 26,1	<u>86,8</u> 88,8	<u>14,24</u> 14,95	<u>1,93</u> 2,21
	2	0-10	<u>47,2</u> 47,9	<u>3,92</u> 3,98	<u>5,25</u> 5,75	<u>3,10</u> 2,58	<u>23,0</u> 24,9	<u>86,0</u> 87,4	<u>14,11</u> 14,68	<u>1,87</u> 2,09
		10-20	<u>47,0</u> 47,7	<u>3,90</u> 3,96	<u>5,27</u> 5,77	<u>3,13</u> 2,56	<u>22,8</u> 25,1	<u>86,3</u> 88,0	<u>13,96</u> 14,74	<u>1,91</u> 2,14
		20-30	<u>46,5</u> 47,3	<u>3,87</u> 3,93	<u>5,28</u> 5,78	<u>3,13</u> 2,57	<u>22,7</u> 25,0	<u>86,2</u> 88,0	<u>14,03</u> 14,75	<u>1,91</u> 2,13
	3	0-10	<u>48,8</u> 49,5	<u>4,06</u> 4,12	<u>5,20</u> 5,69	<u>3,29</u> 2,84	<u>22,4</u> 24,3	<u>84,9</u> 85,9	<u>13,90</u> 14,20	<u>1,88</u> 1,95
		10-20	<u>48,3</u> 49,3	<u>4,03</u> 4,10	<u>5,18</u> 5,67	<u>3,27</u> 2,84	<u>22,4</u> 24,5	<u>85,2</u> 86,1	<u>13,81</u> 14,25	<u>1,90</u> 1,99
		20-30	<u>47,9</u> 49,2	<u>3,98</u> 4,09	<u>5,18</u> 5,67	<u>3,27</u> 2,82	<u>22,7</u> 25,0	<u>85,2</u> 86,0	<u>13,82</u> 14,22	<u>1,84</u> 2,00
Дисковий	0	0-10	<u>42,4</u> 41,8	<u>3,63</u> 3,58	<u>5,67</u> 5,86	<u>2,78</u> 2,45	<u>23,6</u> 26,8	<u>88,2</u> 88,7	<u>14,45</u> 15,31	<u>2,10</u> 2,41
		10-20	<u>41,5</u> 40,5	<u>3,54</u> 3,46	<u>5,64</u> 6,03	<u>2,81</u> 2,11	<u>23,9</u> 27,4	<u>88,4</u> 90,1	<u>14,40</u> 15,40	<u>2,08</u> 2,55
		20-30	<u>40,0</u> 38,7	<u>3,43</u> 3,31	<u>5,65</u> 6,13	<u>2,81</u> 1,81	<u>24,0</u> 28,2	<u>88,4</u> 92,3	<u>14,40</u> 15,47	<u>2,07</u> 2,58
	1	0-10	<u>45,3</u> 45,3	<u>3,85</u> 3,85	<u>5,50</u> 5,74	<u>2,89</u> 2,45	<u>23,2</u> 25,8	<u>87,0</u> 88,0	<u>14,20</u> 14,71	<u>1,90</u> 2,17
		10-20	<u>44,8</u> 44,5	<u>3,82</u> 3,79	<u>5,52</u> 5,86	<u>2,90</u> 2,33	<u>23,4</u> 26,3	<u>87,4</u> 88,8	<u>14,17</u> 15,07	<u>1,93</u> 2,22
		20-30	<u>43,9</u> 43,4	<u>3,73</u> 3,63	<u>5,53</u> 5,94	<u>2,91</u> 2,22	<u>23,5</u> 26,6	<u>87,5</u> 89,4	<u>14,19</u> 15,20	<u>1,94</u> 2,26
	2	0-10	<u>47,3</u> 47,7	<u>3,93</u> 3,96	<u>5,29</u> 5,55	<u>3,11</u> 2,77	<u>22,8</u> 24,6	<u>86,3</u> 86,6	<u>14,00</u> 14,60	<u>1,87</u> 2,05
		10-20	<u>46,9</u> 47,1	<u>3,89</u> 3,91	<u>5,31</u> 5,73	<u>3,11</u> 2,53	<u>23,2</u> 25,2	<u>86,6</u> 87,7	<u>14,06</u> 14,70	<u>1,91</u> 2,11
		20-30	<u>46,8</u> 46,9	<u>3,87</u> 3,88	<u>5,28</u> 5,97	<u>3,09</u> 2,38	<u>23,3</u> 25,8	<u>86,6</u> 88,6	<u>14,04</u> 14,78	<u>1,91</u> 2,15
	3	0-10	<u>48,7</u> 49,6	<u>4,05</u> 4,11	<u>5,20</u> 5,46	<u>3,25</u> 3,00	<u>22,5</u> 23,8	<u>85,0</u> 85,5	<u>13,78</u> 14,10	<u>1,84</u> 1,94
		10-20	<u>48,4</u> 48,9	<u>4,02</u> 4,06	<u>5,20</u> 5,59	<u>3,27</u> 2,86	<u>22,8</u> 24,4	<u>85,3</u> 86,1	<u>13,84</u> 14,22	<u>1,89</u> 1,97
		20-30	<u>48,0</u> 48,2	<u>3,98</u> 4,01	<u>5,22</u> 5,90	<u>3,28</u> 2,64	<u>22,8</u> 25,3	<u>85,4</u> 86,7	<u>13,85</u> 14,29	<u>1,89</u> 2,01

Диференційований обробіток в сівозміні знижує, а дисковий і безполицевий з кожним роком посилюють природну гетерогенність орного шару чорнозему типового. Зростання рівня внесених добрив прискорює диференціацію орного шару ґрунту за агрохімічними показниками його родючості за безполицевого і мілкого обробітку в сівозміні.

На неудобраних ділянках в шарах ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см запаси гумусу щорічно зменшувалися відповідно на 0,26; 0,18 і 0,10 т/га за полицевого обробітку, 0,12; 0,20 і 0,26 – безполицевого і мілкого, 0,21; 0,14 і 0,08 т/га за диференційованого.

За найвищого рівня внесення добрив запаси гумусу в шарах ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см щорічно зростали за полицевого обробітку відповідно на 0,14; 0,20; і 0,28 т/га, безполицевого – 0,22; 0,12 і 0,04, дискового – 0,18; 0,10 і 0,04, полицево-безполицевого – 0,14; 0,20 і 0,26 т/га.

За п'ятирічного застосування полицевого, безполицевого, диференційованого і мілкого обробітку неудобрених ділянок запаси гумусу в орному шарі за ротацію сівозміни зменшилися на 2,7; 2,9; 2,4 і 2,9 т/га відповідно, а щорічне убування їх становило 0,54; 0,58; 0,48 і 0,58 т/га. Внесення впродовж п'яти років на гектар ріллі 16 т гною + $N_{112}P_{100}K_{86}$ забезпечило зростання цього показника за згаданих вище варіантів обробітку на 3,1; 1,9; 3,0 і 1,6 т/га відповідно, а щорічний приріст запасів гумусу склав 0,62; 0,38; 0,60 і 0,32 т/га.

Ефективність гуміфікаційних процесів у ґрунтовому середовищі найнижча за постійного мілкого, найвища – за диференційованого і полицевого обробітку в сівозміні. Так, норма добрив 12 т/га гною + $N_{95}P_{82}K_{72}$ забезпечила щорічне підвищення запасів гумусу в орному шарі чорнозему типового на 0,46 т/га за полицевого, 0,26 – безполицевого, 0,44 – полицево-безполицевого і 0,14 т/га за дискового обробітку.

На ділянках без внесення добрив щорічне зменшення запасів ґрунтового азоту у шарах ґрунту 0–30, 0–10, 10–20 і 20–30 см зафіксовано на рівні відповідно 0,046; 0,022; 0,016 і 0,008 т/га за полицевого обробітку, 0,050; 0,010; 0,016 і 0,024 – безполицевого, 0,042; 0,020; 0,012 і 0,010 – полицево-безполицевого, 0,050; 0,010; 0,016 і 0,024 т/га – за дискового обробітку в сівозміні.

Внесення на 1 га сівозміни 16 т гною + $N_{112}P_{100}K_{86}$ забезпечило щорічне поповнення запасів загального азоту у зазначених шарах відповідно на 0,052; 0,012; 0,016 і 0,024 т/га за полицевого обробітку, 0,032; 0,014; 0,010 і 0,008 – безполицевого, 0,050; 0,012; 0,016 і 0,022 т/га – диференційованого, 0,026; 0,012; 0,008 і 0,006 т/га – за мілкого. З отриманих даних виходить, що на неудобрених варіантах зі зростанням глибини ґрунту у межах його орного шару щорічне убування запасів загального азоту зменшується за полицевого і диференційованого та зростає за безполицевого і дискового обробітку.

За внесення добрив спостерігається зворотня залежність. Динаміка цього показника впродовж ротації сівозміни засвідчує перевагу полицево-безполицевого обробітку.

За найнижчої норми добрив запаси загального азоту в орному шарі за п'ять років підвищилися лише за полицевого обробітку (на 0,02 т/га); за диференційованого вони не зазнали змін, а за безполицевого і мілкого – знизилися (на 0,03 і 0,07 т/га).

За однакових норм внесення добрив кислотність, сума увібраних основ, ступінь насичення ґрунту основами, вміст катіонів кальцію і магнію в чорноземі типовому істотно не відрізнялися в шарах 0–10, 10–20 і 20–30 см за полицевого і полицево-безполицевого обробітку. За безполицевого і мілкого обробітку зі зростанням глибини ґрунту у межах його орного шару спостерігається зниження кислотності, підвищення показників ступеня насиченості основами, суми увібраних основ, вмісту обмінних катіонів кальцію і магнію. За внесення найвищої норми добрив $pH_{ксс}$, гідролітична кислотність, сума увібраних основ, ступінь насичення основами, вміст катіонів кальцію і магнію у верхньому (0–10 см) шарі чорнозему типового у рік закінчення ротації (2013) сівозміни становили за полицевого обробітку відповідно 5,62; 2,83 ммоль/100 г, 24,3 ммоль /100 г, 85,8 %, 14,20 і 1,95 ммоль/100 г, безполицевого – 5,51; 2,96; 23,9; 85,6; 14,12 і 1,93, диференційованого – 5,65; 2,84; 24,3; 85,9; 14,20 і 1,95, мілкого – 5,46; 3,00; 23,8; 85,5; 14,10 і 1,94. У нижньому (20–30 см) шарі за полицевого обробітку – 5,65; 2,85; 24,8; 86,2; 14,26 і 1,98, безполицевого – 5,78; 2,72; 25,1; 86,9; 14,26 і 1,97, диференційованого – 5,67; 2,82; 25,0; 86,0; 14,22 і 2,00, мілкого – 5,90; 2,64 ммоль /100 г, 25,3 ммоль/100 г, 86,7 %, 14,29 і 2,01 ммоль/100 г.

Таким чином, постійний безполицевий і мілкий обробітки чорнозему типового прискорюють диференціацію його орного шару за агрохімічними показниками родючості, в тому числі і за кислотністю. Це узгоджується з висновками вітчизняних науковців, які пропонують з метою забезпечення гомогенного за кислотністю орного шару ґрунту один раз у 4–5 років проводити оранку або періодичне вапнування. Поліпшення балансу гумусу і агрохімічних показників родючості чорноземних ґрунтів за науково обґрунтованих норм, способів і строків внесення органічних і вапняних добрив вчені пов'язують з оптимізацією агрофізичних властивостей цих ґрунтів [14, 15].

Диференційований, полицевий і безполицевий обробітки справляли майже однаковий вплив на зміну вмісту в орному шарі поживних речовин. Так, на варіантах без добрив зменшення кількості лужногідролізуемого азоту, P_2O_5 , K_2O і NH_4+NO_3 за ротацію сівозміни становило відповідно 1,6; 2,5; 2,0 і 2,2 мг/кг за полицевого обробітку, 1,6; 2,7; 2,1 і 2,5 –

безполицевого, 1,8; 2,6; 2,2 і 2,1 мг/кг – диференційованого, 2,1; 2,9; 2,4 і 2,7 мг/кг – мілко-го обробітку (табл. 3).

Таблиця 3 – Вміст елементів живлення в ґрунті за різних систем основного обробітку і удобрення, мг/кг (в чисельнику дробу представлено дані за 2009 рік, знаменнику – 2013 рік)

Обробіток ґрунту	Норми внесення добрив	Шар ґрунту, см	Азот легко-гідралізований	NH ₄ ⁺	NH ₄ ⁺ NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	3	4	5	6	7	8
Полицевий	Без добрив	0-10	<u>117,5</u> 116,2	<u>32,6</u> 32,0	<u>36,5</u> 34,2	<u>117,3</u> 114,6	<u>64,5</u> 63,0
		10-20	<u>117,8</u> 115,6	<u>32,5</u> 31,7	<u>36,2</u> 34,0	<u>116,8</u> 114,4	<u>64,9</u> <u>62,7</u>
		20-30	<u>117,0</u> 115,6	<u>32,3</u> 31,7	<u>36,1</u> 33,9	<u>116,5</u> 114,3	<u>64,9</u> 62,7
	8 т гною + N ₇₆ P ₆₄ K ₅₇	0-10	<u>124,4</u> 124,6	<u>33,8</u> 34,6	<u>40,4</u> 41,6	<u>133,4</u> 134,2	<u>78,0</u> 80,0
		10-20	<u>123,5</u> 124,0	<u>34,0</u> 34,4	<u>40,4</u> 42,0	<u>132,8</u> 134,5	<u>78,0</u> 79,8
		20-30	<u>123,5</u> 124,2	<u>34,2</u> 34,5	<u>40,6</u> 41,6	<u>133,0</u> 134,5	<u>78,2</u> 79,8
	12 т гною + N ₉₅ P ₈₂ K ₇₂	0-10	<u>130,7</u> 131,0	<u>36,2</u> 37,0	<u>46,0</u> 47,8	<u>148,6</u> 150,9	<u>85,4</u> 88,3
		10-20	<u>129,9</u> 131,0	<u>36,6</u> 37,4	<u>45,6</u> 48,1	<u>147,8</u> 151,4	<u>85,2</u> 88,6
		20-30	<u>130,2</u> 131,2	<u>36,6</u> 37,3	<u>45,6</u> 48,0	<u>147,8</u> 151,3	<u>85,3</u> 88,7
	16 т гною + N ₁₁₂ P ₁₀₀ K ₈₆	0-10	<u>134,1</u> 135,1	<u>37,8</u> 38,4	<u>51,0</u> 53,8	<u>156,0</u> 160,3	<u>90,3</u> 94,8
		10-20	<u>135,0</u> 135,8	<u>38,0</u> 38,4	<u>50,6</u> 54,1	<u>155,2</u> 160,0	<u>90,5</u> 95,0
		20-30	<u>133,9</u> 135,4	<u>38,1</u> 38,6	<u>50,5</u> 54,3	<u>155,2</u> 160,1	<u>90,6</u> 95,1
Безполицевий (чизельний)	Без добрив	0-10	<u>116,9</u> 114,6	<u>32,0</u> 30,6	<u>36,3</u> 33,1	<u>117,5</u> 114,2	<u>64,6</u> 61,6
		10-20	<u>117,4</u> 115,8	<u>32,3</u> 31,5	<u>36,3</u> 34,1	<u>117,4</u> 114,6	<u>64,8</u> 62,7
		20-30	<u>117,4</u> 116,5	<u>32,2</u> 32,0	<u>36,6</u> 34,6	<u>117,0</u> 115,1	<u>64,9</u> 63,7
	8 т гною + N ₇₆ P ₆₄ K ₅₇	0-10	<u>124,3</u> 137,3	<u>33,5</u> 37,9	<u>40,6</u> 45,9	<u>133,0</u> 149,8	<u>77,7</u> 90,0
		10-20	<u>123,7</u> 132,4	<u>33,5</u> 35,9	<u>40,3</u> 43,4	<u>133,0</u> 144,4	<u>78,1</u> 84,9
		20-30	<u>123,7</u> 103,6	<u>33,7</u> 28,1	<u>40,2</u> 34,5	<u>132,5</u> 107,9	<u>78,2</u> 64,2
	12 т гною + N ₉₅ P ₈₂ K ₇₂	0-10	<u>130,7</u> 147,1	<u>36,0</u> 41,8	<u>46,0</u> 53,7	<u>148,2</u> 170,3	<u>85,6</u> 102,3
		10-20	<u>130,4</u> 141,3	<u>36,3</u> 40,0	<u>45,7</u> 51,0	<u>148,5</u> 163,8	<u>85,6</u> 97,1
		20-30	<u>130,3</u> 105,3	<u>36,1</u> 29,0	<u>45,7</u> 38,7	<u>148,5</u> 120,0	<u>85,4</u> 67,4
	16 т гною + N ₁₁₂ P ₁₀₀ K ₈₆	0-10	<u>134,7</u> 154,6	<u>38,0</u> 44,8	<u>50,7</u> 60,8	<u>156,0</u> 180,6	<u>90,8</u> 111,8
		10-20	<u>134,4</u> 145,4	<u>38,2</u> 42,0	<u>51,1</u> 58,0	<u>155,8</u> 176,6	<u>91,1</u> 105,9
		20-30	<u>134,4</u> 106,6	<u>38,3</u> 30,3	<u>51,3</u> 43,0	<u>155,7</u> 123,5	<u>91,1</u> 69,1

Продовження табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Диференційований	Без добрив	0-10	<u>117,8</u> 116,0	<u>32,1</u> 31,2	<u>35,5</u> 34,0	<u>117,1</u> 115,3	<u>64,4</u> 62,8
		10-20	<u>117,3</u> 115,5	<u>32,3</u> 31,5	<u>36,3</u> 33,8	<u>117,4</u> 115,0	<u>64,6</u> 62,6
		20-30	<u>117,3</u> 115,7	<u>32,1</u> 31,3	<u>36,3</u> 33,8	<u>117,4</u> 113,8	<u>64,7</u> 61,9
	8 т гною + N ₇₆ P ₆₄ K ₅₇	0-10	<u>123,7</u> 124,1	<u>34,0</u> 34,2	<u>40,4</u> 41,2	<u>133,1</u> 134,8	<u>78,0</u> 80,1
		10-20	<u>124,3</u> 124,5	<u>33,5</u> 34,5	<u>40,4</u> 41,6	<u>133,1</u> 134,5	<u>77,7</u> 79,8
		20-30	<u>124,1</u> 124,5	<u>33,5</u> 34,3	<u>40,2</u> 41,6	<u>132,8</u> 133,6	<u>77,7</u> 79,2
	12 т гною + N ₉₅ P ₈₂ K ₇₂	0-10	<u>129,9</u> 130,8	<u>36,1</u> 37,4	<u>45,5</u> 48,0	<u>148,6</u> 152,5	<u>85,2</u> 89,1
		10-20	<u>130,5</u> 131,4	<u>36,1</u> 36,8	<u>45,7</u> 48,2	<u>148,4</u> 151,5	<u>85,4</u> 88,6
		20-30	<u>130,3</u> 131,2	<u>36,3</u> 36,8	<u>45,8</u> 48,3	<u>148,4</u> 151,1	<u>85,4</u> 88,1
	16 т гною + N ₁₁₂ P ₁₀₀ K ₈₆	0-10	<u>135,0</u> 135,7	<u>37,8</u> 39,1	<u>51,0</u> 53,7	<u>156,1</u> 161,6	<u>90,7</u> 95,8
		10-20	<u>134,5</u> 136,2	<u>38,0</u> 38,7	<u>50,6</u> 54,1	<u>155,9</u> 160,6	<u>91,1</u> 95,5
		20-30	<u>134,5</u> 136,2	<u>38,1</u> 38,7	<u>50,5</u> 54,2	<u>156,0</u> 159,9	<u>91,1</u> 94,9
Дисковий	Без добрив	0-10	<u>116,8</u> 114,0	<u>32,5</u> 30,4	<u>36,0</u> 32,5	<u>117,0</u> 113,1	<u>64,5</u> 60,7
		10-20	<u>117,4</u> 115,3	<u>32,1</u> 31,5	<u>36,3</u> 33,5	<u>117,3</u> 114,0	<u>64,7</u> 62,4
		20-30	<u>117,6</u> 116,4	<u>32,2</u> 32,1	<u>36,1</u> 34,1	<u>117,4</u> 115,8	<u>64,7</u> 63,6
	8 т гною + N ₇₆ P ₆₄ K ₅₇	0-10	<u>124,0</u> 140,6	<u>34,0</u> 39,1	<u>40,1</u> 47,0	<u>132,8</u> 158,5	<u>78,2</u> 95,5
		10-20	<u>124,5</u> 129,6	<u>34,0</u> 36,2	<u>40,5</u> 44,0	<u>133,11</u> 137,0	<u>77,8</u> 81,3
		20-30	<u>124,2</u> <u>103,4</u>	<u>33,8</u> 27,5	<u>40,5</u> 32,2	<u>133,2</u> 106,0	<u>77,8</u> 61,5
	12 т гною + N ₉₅ P ₈₂ K ₇₂	0-10	<u>130,1</u> 150,0	<u>36,4</u> 42,4	<u>46,3</u> 54,3	<u>148,7</u> 179,3	<u>85,3</u> 108,8
		10-20	<u>130,4</u> <u>138,2</u>	<u>36,1</u> 38,8	<u>46,0</u> 50,7	<u>148,5</u> 156,6	<u>85,6</u> 91,6
		20-30	<u>130,4</u> 104,9	<u>36,1</u> 28,8	<u>45,8</u> 37,7	<u>148,4</u> 117,4	<u>85,7</u> 65,2
	16 т гною + N ₁₁₂ P ₁₀₀ K ₈₆	0-10	<u>134,7</u> 156,3	<u>38,2</u> 45,3	<u>50,5</u> 61,1	<u>156,0</u> 192,4	<u>91,0</u> 120,0
		10-20	<u>134,5</u> 143,8	<u>38,0</u> 40,9	<u>51,0</u> 55,4	<u>156,0</u> 166,8	<u>90,8</u> 98,8
		20-30	<u>134,4</u> 106,5	<u>38,0</u> 30,0	<u>51,0</u> 43,3	<u>155,8</u> 120,3	<u>90,8</u> 65,8

На удобрених варіантах за систематичного дискового обробітку зростання вмісту елементів зольного і азотного живлення рослин в орному шарі дещо менше, ніж на контролі. На ділянках з щорічним внесенням найвищої норми добрив вміст лужногідролізованого азоту, P₂O₅; K₂O і NH₄+NO₃ підвищився відповідно на 1,1; 4,6; 4,5 і 3,4 мг/кг за полицевого обробітку, 1,0; 4,4; 4,6 і 2,9 – безполицевого, 1,3; 4,5; 4,4 і 3,3 – полицево-безполицевого, 1,0; 3,9; 4,0 і 2,5 мг/кг – за мілкового обробітку в сівозміні.

Систематичний безполицевий і особливо мілкий обробіток спричиняв диференціацію орного шару за показниками вмісту поживних речовин. На удобрених ділянках найбільше їх виявлено у верхній, найменше – у нижній частинах орного шару. На неудобрених варіантах простежується зворотна тенденція.

За безполицевого і особливо мілкого обробітку неудобрених ділянок зі збільшенням глибини ґрунту, але у межах орного шару чорнозему типового, убування поживних речовин дещо знижується. За полицевого і полицево-безполицевого обробітку ґрунту спостерігається порівняно рівномірне зменшення вмісту елементів живлення по всій глибині орного шару чорнозему типового. Так, за полицевого обробітку неудобрених ділянок убування поживних речовин в шарах ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см за ротацію сівозміни становило відповідно: K_2O – 1,5; 2,2 і 2,2 мг/кг, P_2O_5 – 2,7; 2,4 і 2,2, NH_4+NO_3 – 2,2, NH_4 – 0,6; 0,8 і 0,6, азоту лужногідролізуючого – 1,3; 2,2 і 1,4 мг/кг. За обробітку ґрунту глибокорозпушувачем і дисковою бороною ці показники становили відповідно: K_2O – 3,0 і 3,8; 2,1 і 2,3; 1,2 і 1,1 мг/кг, P_2O_5 – 3,4 і 3,9; 2,8 і 3,3; 1,9 і 1,6, NH_4+NO_3 – 3,2 і 3,5; 2,2 і 2,8; 2,0 і 2,0, NH_4 – 1,4 і 2,1; 0,8 і 0,6; 0,2 і 0,1; азоту лужногідролізуючого – 2,3 і 2,8; 1,6 і 2,1; 0,9 і 1,2 мг/кг.

Уповільнення убування елементів живлення зі зростанням глибини ґрунту в межах його орного шару за безполицевого і мілкого обробітку неудобрених ділянок пов'язано, очевидно, зі зменшенням біологічної активності за рахунок ущільнення чорнозему типового.

За полицевого і полицево-безполицевого обробітку удобрених ділянок спостерігається порівняно рівномірне зростання вмісту поживних речовин по всій глибині орного шару, а за безполицевого і особливо мілкого обробітку ці показники підвищуються лише в шарах ґрунту 0–10 і 10–20 см. Так, за щорічного застосування впродовж ротації сівозміни 16 т/га гною + $N_{112}P_{100}K_{86}$ вміст поживних речовин в шарах чорнозему типового 0–10, 10–20 і 20–30 см зріс відповідно за полицевого і полицево-безполицевого обробітку на: K_2O – 4,5 і 5,1; 4,5 і 4,4; 4,5 і 3,8; P_2O_5 – 4,3 і 5,0; 4,8 і 4,7; 4,9 і 3,9; NH_4+NO_3 – 2,8 і 2,7; 3,5 і 3,5; 3,8 і 3,7; NH_4 – 0,6 і 1,3; 0,4 і 0,7; 0,5 і 0,6; азоту лужногідролізованого – 1,0 і 0,7; 0,8 і 1,7; 1,5 і 1,7 мг/кг.

За розпушування ґрунту чизелем це зростання в шарах чорнозему типового 0–10 і 10–20 см становило відповідно: K_2O – 21,0 і 14,8; P_2O_5 – 24,6 і 20,8; NH_4+NO_3 – 10,1 і 6,9; NH_4 – 6,8 і 3,8; азоту лужногідролізуючого – 19,9 і 11,0 мг/кг. За постійного обробітку дисковою бороною диференціація орного шару чорнозему типового за агрохімічними властивостями ще більш виражена, а згадані вище показники в шарах 0–10 і 10–20 см підвищилися відповідно на: K_2O – 29,0 і 8,0, P_2O_5 – 36,4 і 10,8; NH_4+NO_3 – 10,6 і 4,4; NH_4 – 7,1 і 2,9; азоту лужногідролізуючого – 21,6 і 9,3 мг/кг. У шарі 20–30 см вміст поживних речовин за ротацію сівозміни за безполицевого і дискового обробітку зменшився відповідно на 22,0 і 25,0 мг/кг K_2O ; 32,2 і 35,5 – P_2O_5 ; 8,3 і 7,7 – NH_4+NO_3 ; 8,0– NH_4 , 27,8 і 27,9 мг/кг – азоту лужногідролізованого.

Продуктивність сівозміни істотно не відрізняється за полицевого і диференційованого обробітку ґрунту, а за безполицевого і дискового суттєво знижується. Так, на неудобрених ділянках, удобрених 8 т/га гною + $N_{76}P_{64}K_{57}$, 12 т/га гною + $N_{95}P_{82}K_{72}$ і 16 т/га гною + $N_{112}P_{100}K_{86}$ зібрано сухої речовини відповідно: за полицевого обробітку – 3,04; 4,29; 5,45 і 6,35 т/га, безполицевого – 2,67; 3,81; 4,88 і 5,69, диференційованого – 3,01; 4,31; 5,47 і 6,34, дискового – 2,76; 3,88; 5,02 і 5,91 т/га за $HP_{0,05}$, для фактора А (обробіток) 0,20 т/га, В (добрива) – 0,24 і АВ (взаємодія факторів) – 0,21 т/га.

Найвищий рівень рентабельності і коефіцієнта енергетичної ефективності на всіх варіантах основного обробітку в сівозміні визначено за внесення 12 т гною + $N_{95}P_{82}K_{72}$ на гектар ріллі.

Висновки. 1. За дискового і безполицевого обробітків, особливо удобрених ділянок, спостерігається диференціація орного шару ґрунту за агрохімічними показниками родючості. Стабілізація вмісту гумусу, загального азоту і елементів живлення в орному шарі відбувається за внесення 8 т/га гною + $N_{76}P_{64}K_{57}$. Безполицевий і дисковий обробітки посилюють гетерогенність орного шару і щодо кислотності ґрунту.

2. Ефективність гуміфікаційних процесів у ґрунті найнижча за дискового, найвища – за полицево-безполицевого і полицевого обробітків у сівозміні. Зі зростанням глибини ґрунту у межах його орного шару щорічний убуток запасів загального азоту на неудобрених ділянках за полицевого і диференційованого обробітків зменшується, а за безполицевого і дискового – зростає. На неудобрених ділянках спостерігається зворотна залежність.

3. За безполицевого і мілкового обробітку зі зростанням глибини ґрунту у межах його орного шару спостерігається зниження кислотності, підвищення показників ступеня насиченості основами, суми увібраних основ, вмісту обмінних катіонів кальцію і магнію.

4. Диференційований, полицевий і безполицевий обробітки справляли майже однаковий вплив на зміну вмісту в орному шарі поживних речовин.

5. За полицевого і полицево-безполицевого обробітку отримано практично однакову, а за безполицевого і дискового – істотно нижчу продуктивність сівозміни.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Періодична доповідь про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України за результатами 9 туру (2006–2010 рр.) агрохімічного обстеження земель / Борщак І.С. та ін. Київ, 2015. 118 с.
2. Екологічні проблеми землеробства / І.Д. Примак та ін. Київ: Центр учбової літератури, 2010. 456 с.
3. Балюк С.А., Даниленко А.С., Фурдичко О.І. Звернення до керівництва держави щодо подолання кризової ситуації у сфері охорони земель. Вісник с.-г. науки. 2017. № 11. С. 5–8.
4. Попова О.Л. Оцінка суспільних збитків і розміру відшкодування за погіршення якості сільськогосподарських земель. Економіка України. 2013. № 3(616). С. 47–56.
5. Танчик С.П., Бабенко А.І. Обробіток ґрунту в сівозміні. Фермер. 2015. № 10 (70). С. 54–55.
6. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в польових сівозмінах Лівобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... доктора с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2015. 40 с.
7. Ткалич Ю.І. Агротехнічні і біологічні заходи підвищення врожайності та контролювання забур'яненості кукурудзи, соняшнику, пшениці озимої в Північному Степу України: автореф. дис. ... доктора с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2013. 44 с.
8. Черячукін М.І. Наукове обґрунтування та розроблення заходів основного обробітку ґрунту в зональних системах землеробства Правобережного Степу України: автореф. дис. ... доктора с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2016. 51 с.
9. Горбатенко А.І. Підготовка ріллі під ячмінь. Фермер. 2017. № 7 (91). С. 32–36.
10. Гаврилов С.О. Перестороги щодо міні-тілл. Фермер. 2015 № 5 (65). С. 20–23.
11. Гангур В., Лен' О., Гангур Ю. Ефект мінімізації. Фермер. 2015 № 5 (65). С. 24–25.
12. Цилорик О.І., Судак В.М. Мульчувальний обробіток ґрунту під соняшник. Агроном. 2013. № 4 (42). С. 84–88.
13. Зубенко В.Ф., Якименко В.Н., Лютая Ю.А. Урожайность культур и баланс элементов питания в свекловичных севооборотах при разных дозах удобрений и способах обработки почвы. Вестник сельскохозяйственной науки. 1986. № 11. С. 50–59.

REFERENCES

1. Borshhak, I.S., Venglins'kyj, M.O., Gavryljuk, V.B. (2015). Periodychna dopovid' pro stan gruntiv na zemljah sil'skogospodars'kogo pryznachennja Ukrai'ny za rezul'tatamy 9 turu (2006-2010 rr) agrohimichnogo obstezhennja zemel' [Periodic report on the status of soils on agricultural lands of Ukraine based on the results of the 9th round (2006-2010) of agrochemical survey of lands]. Kyiv, 118 p.
2. Prymak, I.D. (2010). Ekologichni problemy zemlerobstva [Ecological problems of agriculture]. Kyiv, Center for Educational Literature, 456 p.
3. Baljuk, S.A., Danylenko, A.S., Furdychko, O.I. (2017). Zvernennja do kerivnyctva derzhavy shhodo podolannja kryzovoi' situacii' u sferi ohorony zemel' [Appeal to the state leadership to overcome the crisis situation in the field of land protection]. Visnyk s.-g. auky [Bulletin of Agricultural Science], no. 11, pp. 5–8.
4. Popova, O.L. (2013). Ocinka suspil'nyh zbytkiv i rozmiru vidshkoduvannja za pogirshennja jakosti sil'skogospodars'kyh zemel' [Assessment of public damages and the amount of compensation for the deterioration of agricultural land quality]. Ekonomika Ukrai'ny [Ukraine economy], no. 3(616), pp. 47–56.
5. Tanchyk, S.P., Babenko, A.I. (2015). Obrobitok ґruntu v sivozmini [Soil cultivation in crop rotation]. Fermer [Farmer], no. 10 (70), pp. 54–55.
6. Shevchenko, M.V. (2015). Naukovi osnovy system obrobitku ґruntu v pol'ovyh sivozminah Livoberezhnogo Lisostepu Ukrai'ny: avtoref. dys. ... doktora s.-g. nauk: 06.01.01 []. Dnipropetrovs'k, 40 p.
7. Tkalych, Ju.I. (2013). Agrotehniczni i biologichni zahody pidvyshhennja vrozhajnosti ta kontroljuvannja zabur'janenosti kukurudzy, sonjashnyku, pshenyци ozymoї' v Pivnichnomu Stepu Ukrai'ny: avtoref. doktora s.-g. nauk: 06.01.01 [Agro-technical and biological measures to increase yield and control of corn, sunflower, winter wheat in the Northern Steppe of Ukraine: author's abstract doctor of Agricultural sciences Sciences: 06.01.01]. Dnipropetrovs'k, 44 p.
8. Cherjachukin, M.I. (2016). Naukove obg'runtuvannja ta rozroblennja zahodiv osnovnogo obrobitku ґruntu v zonal'nyh systemah zemlerobstva Pravoberezhnogo Stepu Ukrai'ny: avtoref. dys. doktora s.-g. nauk: 06.01.01 [Scientific substantiation and development of measures for basic soil cultivation in zonal systems of agriculture of the Right Bank of Ukraine: author's abstract diss. doctor of Agricultural sciences Sciences: 06.01.01]. Kyiv, 51 p.
9. Gorbatenko, A.I. (2017). Pidgotovka rilli pid jachmin' [Preparation of arable land for barley]. Fermer [Farmer], no. 7 (91), pp. 32–36.
10. Gavrylov, S.O. (2015). Perestorogy shhodo mini – till [Warnings about mini – tiles]. Fermer [Farmer], no. 5 (65), pp. 20–23.
11. Gangur, V., Len', O., Gangur, Ju. (2015). Efekt minimizacii' [Minimizing effect]. Fermer [Farmer], no. 5 (65), pp. 24–25.

12. Сьлjuryk, O.I., Sudak, V.M. (2013). Mul'chuval'nyj obrobitok gruntu pid sonjashnyk [Multicultural cultivation of soil under sunflower]. *Agronom [Agronomist]*, no. 4 (42), pp. 84–88.

13. Zubenko, V.F., Jakimenko, V.N., Ljutaja, Ju.A. (1986). Urozhajnost' kul'tur i balans jelementov pitaniya v sveklovichnyh sevooborotah pri raznyh dozah udobrenij i sposobah obrabotki pochvy [The yield of crops and the balance of nutrients in beet-rotations with different doses of fertilizers and methods of tillage]. *Vestnik sel'skohozejstvennoj nauki [Herald of Agricultural Science]*, no. 11, pp. 50–59.

Влияние систем основной обработки и удобрения под культуры короткоротационного севооборота на агрохимические свойства почвы

Примак И.Д., Панченко О.Б., Войтовик М.В., Панченко И.А., Карпенко В.Г.

Постановка проблемы. В последние два десятилетия в Украине наблюдается быстрое падение плодородия черноземов, в частности, ухудшение их агрохимических свойств. Одним из направлений воспроизводства их плодородия является разработка и внедрение научно обоснованной ресурсосберегающей и почвозащитной системы механической обработки при рациональном удобрении полевых культур на пахотных землях.

Цель исследования – путем полевого эксперимента установить рациональную систему основной обработки и удобрения чернозема типичного в зернопропашном пятипольном севообороте, что обеспечивает получение с одного гектара пашни 5,5 т/га сухого вещества за расширенного воспроизводства агрохимических показателей плодородия почвы и адекватной энергетической эффективности.

Выводы. При дисковой и безотвальной обработках, особенно удобренных делянок, наблюдается дифференциация пахотного слоя почвы по агрохимическим показателям ее плодородия. Стабилизация содержания гумуса, общего азота и элементов питания в пахотном слое происходит при внесении 8 т/га навоза + $N_{76}P_{64}K_{57}$.

Эффективность гумификационных процессов в почве самая низкая при дисковой, наиболее высокая – при отвально-безотвальной и отвальной обработках в севообороте. С увеличением глубины почвы в пределах ее пахотного слоя ежегодная убыль запасов общего азота на неудобренных делянках при отвальной и дифференцированной обработках уменьшается, а при безотвальной и дисковой – возрастает. На неудобренных делянках наблюдается обратная зависимость.

По отвальной и отвально-безотвальной обработке получена практически одинаковая, а по безотвальной и дисковой – существенно ниже продуктивность севооборота.

В полевом зернопропашном пятипольном севообороте Правобережной Лесостепи Украины рекомендовано глубокую культурную вспашку проводить только в одном поле, а на остальных – безотвальную и дисковую обработку с внесением на гектар пашни 8 т навоза + $N_{76}P_{64}K_{57}$ за простого и 12 т/га навоза + $N_{95}P_{82}K_{57}$ расширенного воспроизводства плодородия чернозема типичного.

Ключевые слова: почва, обработка, севооборот, удобрения, плодородие, ротация.

The impact of main tillage systems and fertilization for crops of a short crop rotation on agrochemical soil properties

Prymak I., Panchenko O., Voitovyk M., Panchenko I., Karpenko V.

The problem statement. For the last two decades in Ukraine a fast decrease in chernozemic soil fertility, especially a decline of its agrochemical properties, has been noticed. One of the way of improvement its fertility is to develop and implement scientifically-based resource-saving and soil-protective system of tillage operations along with rational fertilization of field crops on the tilled soil.

The aim of the research – with the help of a field experiment to define a rational system of main tillage and fertilization of typical chernozemic soil under a grain row five course rotation which provides 5,5 t/ha of dry matter from a tilled field under the expanded reproduction of agrochemical indices of soil fertility and appropriate energetic efficiency.

Conclusions. Under disc and beardless tillage especially of fertilized areas a differentiation of tilled soil layer according to the agrochemical indices of its fertility is observed. A stabilization of humus and general nitrogen content as well as fertilizer elements in a tilled soil layer occurs under application of 8 t/ha of pus + $N_{76}P_{64}K_{57}$.

The efficiency of humification processes in soil is the lowest under disc tillage and the highest under beard-beardless and beard tillage in a crop rotation. Along with the increase of soil depth of its tilled layer, annual decrease of its general nitrogen supply on the untilled areas under beard and differential tillage falls down. However, under beardless and disc tillage it increases. An inverse relation is observed on the untilled areas.

Under beard and beard-beardless tillage almost the same crop rotation productivity was obtained, while under beardless and disc tillage the productivity was significantly lower.

For a field grain row five course crop rotation of Right Bank Forest-steppe of Ukraine a deep arable tillage is recommended only in one filed, and in the rest fields beardless and disc tillage with the application of 8 tones of pus per hectare of tilled field + $N_{76}P_{64}K_{57}$ under a common reproduction and 12 t/ha of pus + $N_{95}P_{82}K_{57}$ under expanded reproduction of typical chernozemic soil fertility is recommended.

Key words: soil, tillage, crop rotation, fertilizers, fertility, rotation.

Надійшла 12.04.2019 р.

УДК 664.8.032 : 634.23

ВАСИЛИШИНА О.В.

*Уманський національний університет садівництва***ОЦІНКА ВМІСТУ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ
У ЗАМОРОЖЕНИХ ПЛОДАХ ВИШНІ РІЗНИХ СОРТІВ**

Вишня є найпоширенішою кісточковою культурою в Україні завдяки наявності антоціанів та вітамінів, які проявляють антиоксидантну активність, але термін її зберігання всього декілька діб. Цілорічне забезпечення населення цими плодами можливе тільки при організації тривалого зберігання у свіжому та замороженому вигляді.

Мета дослідження – встановлення зміни вмісту аскорбінової кислоти у плодах вишні залежно від особливостей сорту та способу заморожування. Для досягнення мети дослідження поставлено наступні завдання: встановити вміст аскорбінової кислоти у плодах вишні залежно від сорту та способу заморожування, визначити придатність плодів вишні різних сортів для заморожування.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили у 2016–2018 рр. з плодами вишні сортів: Жадана, Шанс, Елегантна, Оптимістка, Подбельська, Альфа, Пам'ять Артеменка, вирощених на дослідній станції помології імені Л.П. Смиренка ІС НААН. Плоди вишні збирали в споживчій стадії стиглості їх попередньо сортували, інспектували, мили, заморожували в пластикових стаканах за температури -22 – -24 °С в підготовлених цукрових сиропах за варіантами: розсіпом (контроль); у 25 % цукровому сиропі; 20 % цукровому сиропі з додаванням 4 % аскорутину; 45 % цукровому сиропі. Зберігали за температури -18 °С.

Результати дослідження та обговорення. Встановлено, що у плодах вишні протягом заморожування відбувалося зниження вмісту аскорбінової кислоти на 38,2–51,4 %. Дещо нижчі втрати її вмісту у плодах, заморожених в цукрових сиропах, зокрема в 45 % цукровому сиропі – 35,5–43,2 % та в 20 % цукровому сиропі з додаванням 4 % аскорутину – 36,8–44,3 %. В цілому вміст аскорбінової кислоти для плодів вишні, заморожених в цукрових сиропах, зберігся на 53,2–64,5 %.

Висновки. Встановлено кращу збереженість аскорбінової кислоти в заморожених плодах вишні в 45 % цукровому сиропі та в 20 % цукровому сиропі з додаванням 4 % аскорутину.

Ключові слова: плоди вишні, аскорбінова кислота, цукровий сироп, заморожування.

doi: 10.33245/2310-9270-2019-146-1-31-37

Постановка проблеми. Найпоширенішою кісточковою культурою в нашій країні є вишня. Вона районована в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України і є цінною скоростиглою плодовою породою, що дає важливі для повноцінного харчування людини плоди з високими смаковими якостями. Плоди вишні містять цінні для людського організму органічні кислоти (від 0,7 до 3 %), цукри (від 6,5 до 21,5 %), вітаміни, наприклад, С (від 13 до 19 мг/100 г сирової маси). Останнім належить важлива роль у харчуванні людини, оскільки без них неможливий нормальний обмін речовин [1, 2, 3].

Вміст аскорбінової кислоти у плодах залежить від сорту, ступеня зрілості, ґрунтово-кліматичних умов вирощування, строку збору та умов транспортування і зберігання. У плодах вишні вітамін С міститься в межах 10 – 50 мг/100г і в середньому становить $11,03 \pm 0,54$ мг/100г [4–10]. Деякі сорти плодів вишні войлочної в стадії біологічної стиглості містять вітаміну С в кількості 91,61–101,76 мг/% [11].

Вишні мають значний вміст антоціанів та фенольних сполук, які разом з аскорбіновою кислотою проявляють антиоксидантну активність та лікувальні властивості [4, 5]. Лікувальні, дієтичні й тонізуючі властивості плодів цієї культури зумовлені наявністю вітаміноактивних сполук. Це обумовлює необхідність вживання у раціоні харчування людини плодів вишні протягом всього року. Вважається, що ефективним з точки зору тривалого зберігання якості вишні є швидке заморожування. Аналіз літературних джерел показав, що одним із факторів, який стримує розвиток виробництва швидкозаморожених плодів вишні та вишнево-черешневих гібридів є недостатній рівень вивчення вітчизняного сортименту цієї культури [12].

Тому у комплексі досліджень із розроблення нової технології свіжозамороженої плодово-овочевої продукції на першому етапі стоїть сортовідбір сировини. Найбільш придатні для заморожування плоди вишні сортів Владимирська, Шубінка, Мічуріна родюча, Анодольська, Кентська, Подбельська, Євгенія, Мономах, Вороб'ївка, Лутова, Ювілейна Мічуріна, Шпанка тощо; придатні для заморожування також сорти, що мають великі м'ясисті, темного або рожевого забарвлення плоди з достатньою кислотністю й цукристістю [13].

Важливу роль у формуванні вмісту вітаміну С в плодах відіграє достатнє водопостачання, його вміст визначає кліматичний водний баланс – при достатньому зволоженні плоди мають більш високий вміст вітаміну С. Між кліматичним водним балансом протягом вегетаційного періоду і вмістом вітаміну С встановлено регресійну залежність [14].

Саме тому вітамін С відноситься до групи водорозчинних вітамінів, він міститься в свіжих фруктах та знаходиться в розчиненому стані в клітинному соку. Він легко руйнується під час теплової обробки речовин, втрачається при неправильній обробці їжі і тривалому зберіганні готових харчових продуктів.

На сьогодні добова потреба людини у вітаміні С залежить від віку і складає в середньому 50–120 мг. Але забезпеченість організму людини вітаміном С (аскорбіновою кислотою) викликає особливе занепокоєння, тому що у 50–80 % населення виявляють його нестачу, що вкрай негативно впливає на здоров'я людини [7].

В період споживання термін зберігання плодів, зокрема вишні, становить всього декілька діб. Тому цілорічне забезпечення населення цими плодами можливе тільки при організації тривалого зберігання у свіжому та консервованому вигляді [12–16].

Аналіз останніх досліджень. Одним з найбільш прогресивних методів консервування є заморожування, тому що воно сприяє кращому, ніж за будь-якого іншого способу переробки, збереженню у плодах харчової цінності, у тому числі й лабільного вітаміну С. Дослідженнями встановлено, що плоди вишні під час заморожування та в період зберігання втрачають значну кількість аскорбінової кислоти. Зокрема Т.І. Войток [1] відмічає, що в середньому за три роки досліджень вміст вітаміну С в сортах, які вивчалися, знаходився в межах 7–20 мг/100 г сирової маси. Дефростовані плоди після зберігання в замороженому стані за роки досліджень і по сортах втрачали її в середньому від 6 до 7 мг/100 г сирової маси по відношенню до вмісту у свіжих плодах. Виявлено залежність між втратою соку та вмістом вітаміну С після дефростації у всіх досліджуваних сортів. Чим більше втрачається соку, тим більшу кількість вітаміну С втрачають заморожені плоди вишні. В цілому всі сорти, які вивчалися, під час зберігання в замороженому стані можуть втрачати аскорбінову кислоту, а найбільше – плоди вишні сорту Радість, які в середньому втрачали від 7,1 % і 8 мг/100 г сирової маси. Однак розмір їх втрат залежить від біологічних особливостей сорту [1].

С.М. Шевченко відмічає, що в процесі зберігання в замороженому стані протягом 6 місяців в плодах вишні повстяної (китайської) втрачалася значна кількість вітаміну С. Встановлено, що середній вміст аскорбінової кислоти після зберігання дорівнював $80,55 \pm 5,39$ мг%, що становить 82,7 % від вихідного середнього вмісту вітаміну С в момент збору врожаю. Найбільша втрата вітаміну С відзначена у кількості 68,6 % від вихідного вмісту аскорбінової кислоти, який знизився до $65,80 \pm 4,39$ мг%. Найбільшу кількість аскорбінової кислоти відмічено в дослідних зразках за кількістю 96,8 і 97,0 % від початкового вмісту в свіжих плодах. В цілому збереження вітаміну С складало 68,6–97,0 % від їх вмісту у свіжих плодах [11].

М.А. Роіана та ін. показали, що зберігання плодів у замороженому стані протягом 4–10 місяців суттєво впливає на концентрацію аскорбінової кислоти в плодах: втрати вмісту вітаміну С склали 38 % [16].

О.В. Голуб та ін. [17] відмічає, що втрати вітаміну С при заморожуванні плодів вишні склали 3,5 %, після 12 місяців заморожування – 35,9 %.

При застосуванні технологій, які направлено на збереження вмісту аскорбінової кислоти, втрати її зменшуються. Зокрема И.Д. Сазонова [18] відмічає, що при заморожуванні ягід в цукровому сиропі втрати вітаміну С були в межах 6–7 мг/100г. Тоді як при заморожуванні ягід без цукру вони були дещо більшими і досягали 18–25 мг/100г.

Дослідження А. Stan та М.Е. Рора [4] показали зміну вітаміну С в заморожених плодах вишні після їх витримання в аскорбіновій кислоті: вони знизились з 52,63 до 46,74 мг/100г.

Критерієм оцінки впливу захисних сполук на кріорезистентність тканин плодовоовочевої сировини є величина вологовіддачі та вміст аскорбінової кислоти в заморожених продуктах. Саме останній показник включено до спектра об'єктивних показників якісної оцінки заморожених рослинних продуктів у США (програма ТТТ) як обов'язковий, оскільки вітамін С є найбільш термолабільною сполукою, нестійкою до фізичних і механічних впливів [13].

Мета дослідження – встановлення зміни вмісту аскорбінової кислоти у плодах вишні, залежно від особливостей сорту та способу заморожування.

Для досягнення мети дослідження поставлено наступні завдання: встановити вміст аскорбінової кислоти у плодах вишні, залежно від сорту та способу заморожування, визначити придатність плодів вишні різних сортів для заморожування.

Матеріал і методи дослідження. Для проведення досліджень протягом 2016–2018 рр. відбирали плоди вишні сортів: Жадана, Шанс, Елегантна, Оптимістка, Подбельська, Альфа, Пам'ять Артеменка, вирощених на дослідній станції помології імені Л.П. Симиренка ІС НААН.

Плоди вишні, зібрані в споживчій стадії стиглості, сортували, інспектували, мили, заморожували в попередньо підготовлених цукрових сиропах в пластикових стаканах за температури -22 – 24 °С, зберігали за температури -18 °С до 6 місяців.

Плоди вишні заморожували за наступними варіантами:

- розсіпом (контроль);
- у 25 % цукровому сиропі;
- 20 % цукровому сиропі з додаванням 4% аскорутину;
- 45 % цукровому сиропі.

До та після заморожування, протягом трьох та шести місяців у плодах визначали вміст аскорбінової кислоти [19].

Дослідження по заморожуванню плодів вишні проводили згідно з методичними рекомендаціями по проведенню досліджень з швидкозамороженими плодами, ягодами і овочами [20]. Хімічний склад заморожених плодів досліджено з урахуванням втрат маси.

Математичну обробку даних проводили на персональному комп'ютері за програмою "Excel 2000" та Statistica.

Результати дослідження. Як видно з даних рисунка 1, плоди вишні різних сортів відрізнялися за вмістом аскорбінової кислоти.

Вміст її у свіжих плодах вишні знаходився в межах 16,25–19,15 мг/100г. Причому менший її вміст – 16–17 мг/100 г – для плодів вишні сортів Оптимістка (16,25 мг/100 г), Елегантна (16,8 мг/100 г) та Шанс (17,25 мг/100 г). Дещо вищий – 18–19 мг/100 г – вміст аскорбінової кислоти для плодів вишні сортів Пам'ять Артеменко (19,15мг/100 г), Альфа(19,05 мг/100г) та Подбельська (18,35 мг/100 г). В цілому найвищим вмістом аскорбінової кислоти відрізнялися плоди вишні сорту Пам'ять Артеменка (19,15 мг/100г), а найменшим – Оптимістка (16,25 мг/100г). Після заморожування вміст аскорбінової кислоти зменшився на 1,8–4,3 мг/100г та за кількістю – на 9,4–24,78 % по відношенню до свіжих плодів.

Після трьох місяців заморожування відбулося подальше зниження вмісту аскорбінової кислоти на 5,15–6,85 мг/100г та за кількістю – на 26,89–42,15 %, залежно від сорту та способу заморожування. Найменші втрати її вмісту для сорту Подбельська (25,9–29,2 %), а найвищі – Оптимістка (34,5–42,2 %). Найкраще вітамін С зберігся для плодів вишні, заморожених у 45 % цукровому сиропі, зі втратами всього 25,5–34,5 %, та у варіанті для заморожених плодів вишні у 20 % цукровому сиропі з додаванням 4 % аскорутину, зі зниженням вмісту вітаміну С на 27,9–35,5 %, порівняно зі свіжими плодами.

Після шести місяців заморожування, порівняно зі свіжими плодами, відбулось подальше зниження аскорбінової кислоти на 7–8,85 мг/100 г та за кількістю – на 38,2–51,4 %. Найменші втрати були у плодах вишні, заморожених в 45 % цукровому сиропі (35,5–43,2 %) та в 20 % цукровому сиропі з додаванням 4 % аскорутину (36,8–44,3 %). Це підтверджує результати досліджень І.Д. Сазоновой [18] про збереження вмісту аскорбінової кислоти для плодів, заморожених у цукрових сиропах.

Збереженість вмісту аскорбінової кислоти на кінець зберігання в контролі становила 48,6–55,3 %, а для плодів вишні, заморожених в цукрових сиропах, вона складала 53,2–64,5 %. Найвищий вміст аскорбінової кислоти зберігся в заморожених плодах вишні в 45 % цукровому сиропі – 56,9–64,5 %, та в плодах вишні, заморожених в 20 % цукровому сиропі з додаванням 4 % аскорутину – 55,42–63,2 %.

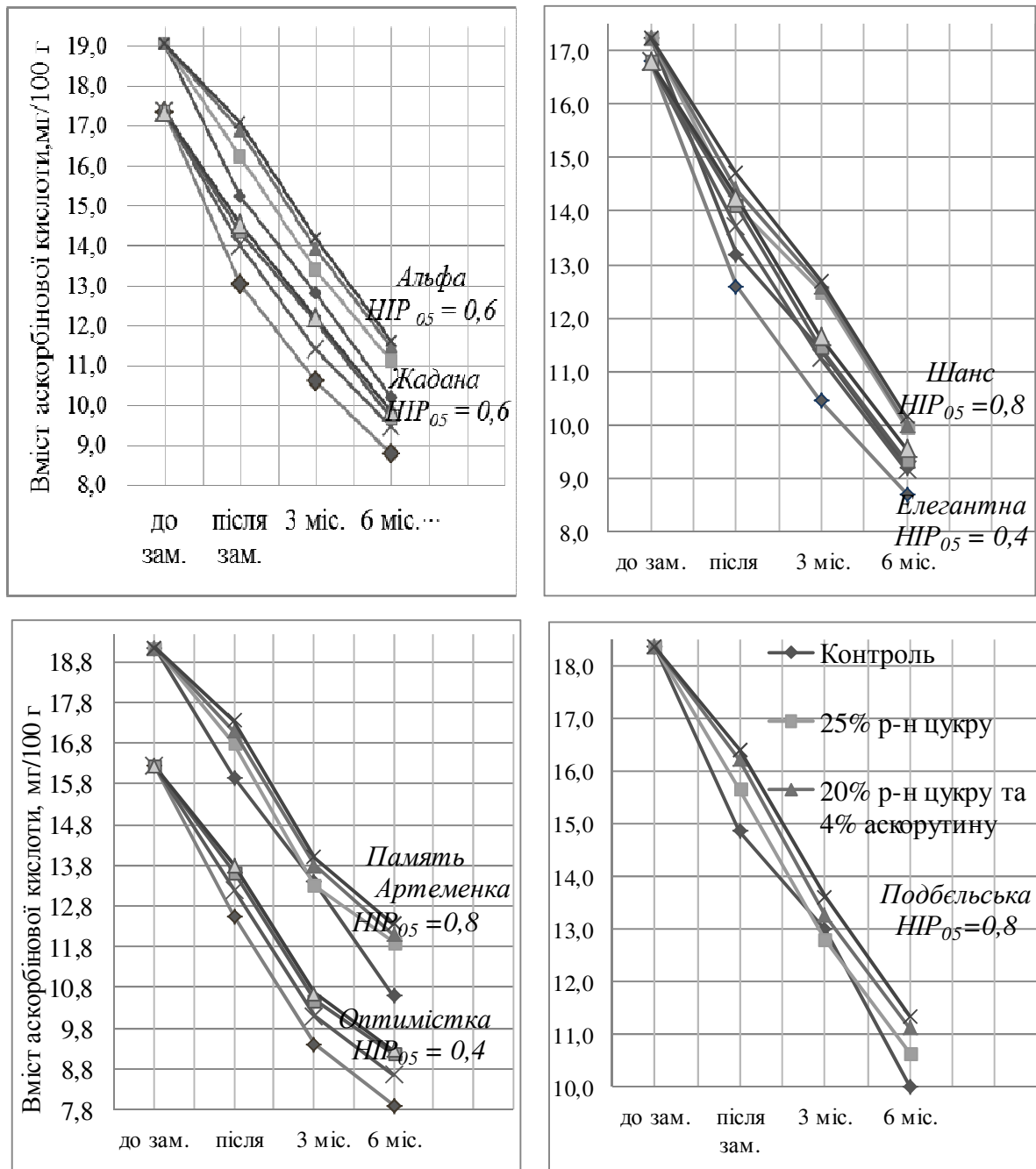


Рис. 1. Зміна вмісту цукрів у плодах вишні протягом заморожування, середнє 2016–2018 рр. (NIP₀₅=0,6).

Висновки. Отже, у плодах вишні протягом заморожування відбувалося зниження вмісту аскорбінової кислоти на 38,2–51,4 %. Деяко нижчі втрати її вмісту у плодах, заморожених в цукрових сиропах, зокрема в 45 % цукровому сиропі та в 20 % цукровому сиропі з додаванням 4 % аскорутину – 35,5–43,2 та 36,8–44,3 %. Тобто вміст аскорбінової кислоти для плодів вишні, заморожених в цукрових сиропах, зберігся на 53,2–64,5 %, причому найвищий він для плодів вишні, заморожених в 45 % цукровому сиропі, – 56,9–64,5 %.

Виходячи із завдання та результатів досліджень показник вмісту аскорбінової кислоти в плодах вишні різних сортів та способів заморожування є одним із основних протягом заморожування плодів вишні, оскільки її вміст втрачається вже на перших етапах заморожування. Тому для збереження вмісту аскорбінової кислоти плоди вишні необхідно заморожувати в 20 % цукровому сиропі з додаванням 4 % аскорутину.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Войток Т.І. Добір перспективних сортів вишні (*Cerasus vulgaris mill.*), придатних для швидкого заморожування. Садівництво. 2016. Вип.71. С. 118–122.
2. Шкіндер-Барміна А.Н. Сортвые особенности развития вишни (*Cerasus vulgaris Mill.*) на юге Украины. Современное садоводство. 2013. №3. С.1–7.
3. Бублик М.О. Зональне районування вишні і сливи в Україні. Сад, виноград і вино України. 2002. №9. С. 20–24.
4. Stan A., Popa M.E. Pretreatment and freezing storage effect on antioxidant capacity of sour cherries and correlation with color changes. Romanian Biotechnological Letters. 2015. Vol. 20(5). P. 10726–10834.
5. Vasylyshyna O. Influence of freezing and storing cherry fruit on its nutritional value. Acta scientiarum polonorum technologia alimentaria. 2016. 15(2). P. 145–150. URL: DOI: 10.17306/J.AFS.2016.2.
6. Колесникова А.Ф. Вишня и черешня. Москва: Фолио, 2003. 256 с.
7. Шульга О.К., Петухова Т.А., Моїсеєва Г.М., Рижих А.С. Маркер загального стану здоров'я людини – вітамін «С». Молодий вчений. 2018. № 2 (54). С. 56–62.
8. Василенко В.І. Біохімічна оцінка плодів нових сортів вишні (*Cerasus vulgaris mill.*). Садівництво. 2012. Вип. 67. С. 200–208.
9. Іванова І.Є. Оцінка сортів черешні української селекції на придатність до заморожування, зберігання та наступної переробки: автореф. дис. ... Київ, 2005. 34 с.
10. Poll L., Petersen M., Nielsen G.S. Influence of harvest year and harvest time on soluble solids, titratable acid, anthocyanin content and aroma components in sour cherry (*Prunus cerasus L. cv. "Stevnsbær"*). European Food Research and Technology. 2003. Vol. 216(3). P. 212–216.
11. Шевченко С.М., Сорокопудов В.Н., Навальнева І.А. Динаміка аскорбинової кислоти в плодах рослин роду *Cerasus tomentosa (thumb.) wall.* Хімія рослинного сировини. 2011. №2. С. 185–186.
12. Іванченко В.Й., Іванова І.Є. Вибір кращого для заморожування та тривалого зберігання сорту дюків з оптимальним комплексом параметрів органолептичних та фізико-хімічних показників плодів. Виноградарство и виноделие. 2009. Т. 39. С. 49–52.
13. Сімахіна Г.О., Науменко Н.В. Низькі температури у технологіях оздоровчих продуктів: монографія. Київ: Сталь, 2011. 363 с.
14. Lakatos L., Szabó T., Sun Z, Soltész M., Szabo Z., Dussi M.C., Nyeki, J. The role of meteorological variables of blossoming and ripening within the tendency of qualitative indexes of sour cherry. International Journal of Horticultural Science. 2010. Vol. 16 (1). P. 7–10.
15. Дерябина С.С. Разработка технологии замораживания косточковых плодов в жидких хладоносителях: дис. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2003. 137 с.
16. Poiana M.A., Diana M., Alexa E. Influence of home-scale freezing and storage on antioxidant properties and color quality of different garden fruits. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2010. Vol. 16(2). P. 163–171.
17. Голуб О.В., Позняковский В.М., Жарков А.С. Влияние заморозки на качественные показатели ягод вишни. Пищевая промышленность. 2009. №7. С 32–33.
18. Сазонова И.Д. Ягодные культуры как сырье для технической переработки. Научные труды Северо Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2018. Том 20. С. 125–134.
19. Найченко В.М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів. Київ: ФАДА ЛТД, 2001. 211 с.
20. Дженеева Є.Л., Анисимова В.Я., Іванова С.В. Методические указания по проведению исследований с быстрозамороженными плодами, ягодами и овощами. Москва, 1989. 32 с.

REFERENCES

1. Vojtok, T.I. (2016). Dobir perspektivnih sortiv vishni (*Cerasus vulgaris mill.*), pridatnih dlja shvidkogo zamorozhuvannja [Selection of promising varieties of cherries (*Cerasus vulgaris mill.*), Suitable for rapid freezing]. Sadivnictvo [Gardening], Issue 71, pp. 118–122.
2. Shkinder-Barmina, A.N. (2013). Sortovye osobennosti razvitija vishni (*Cerasus vulgaris Mill.*) na juge Ukrainy [Varietal varieties of cherry (*Cerasus vulgaris Mill.*) In the south of Ukraine]. Sovremennoe sadovodstvo [Modern gardening], no. 3, pp. 1–7.
3. Bublyk, M.O. (2002). Zonal'ne rajonuvannja vishni i slivi v Ukraїni [Zonal zoning of cherries and plums in Ukraine]. Sad, vinograd i vino Ukraїni [Garden, Grape and Wine of Ukraine], no. 9, pp. 20–24.
4. Stan, A., Popa, M.E. (2015). Pretreatment and freezing storage effect on antioxidant capacity of sour cherries and correlation with color changes. Romanian Biotechnological Letters. Vol. 20(5), pp. 10726–10834.
5. Vasylyshyna, O. Influence of freezing and storing cherry fruit on its nutritional value. Acta scientiarum polonorum technologia alimentaria. 2016, 15(2), pp. 145–150. Available at: DOI: 10.17306/J.AFS.2016.2.14.
6. Kolesnikova, A.F. (2003). Vishnja i chershnja [Cherry and sweet cherry]. Moscow, Folio, 256 p.
7. Shul'ga, O.K., Petuhova, T.A., Moisejeva, G.M., Rizhikh, A.S. (2018). Marker zagal'nogo stanu zdorovja ljudini – vitamin «S» [The marker of the general state of human health - vitamin "C"]. Molodij vchenij [Young scientist], no. 2 (54), pp. 56–62.
8. Vasilenko, V.I. (2012). Biohimichna ocinka plodiv novih sortiv vishni (*Cerasus vulgaris mill.*) [Biochemical evaluation of new cherry varieties (*Cerasus vulgaris mill.*)]. Sadivnictvo [Gardening], Issue 67, pp. 200–208.
9. Ivanova, I.Je. (2005). Ocinka sortiv chershni ukrai'ns'koi' selekcii' na pridatnist' do zamorozhuvannja, zberigannja ta nastupnoi' pererobki: avtoreferat diertacii' [Evaluation of sorts of Ukrainian cranberries for suitability for freezing, preservation and subsequent processing: author's abstract. Dis.]. Kyiv. 34 p.

10. Poll, L., Petersen, M., Nielsen, G.S. (2003). Influence of harvest year and harvest time on soluble solids, titrateable acid, anthocyanin content and aroma components in sour cherry (*Prunus cerasus* L. cv. "Stevnsbær"). *European Food Research and Technology*. 216(3), pp. 212–216.
11. Shevchenko, S.M., Sorokopudov, V.N., Naval'neva, I.A. (2011). Dinamika askorbinovoy kisloty v plodah rastenij roda *Cerasus tomentosa* (thumb.) wall [Dynamics of ascorbic acid in the fruits of plants of the genus *Cerasus tomentosa* (thumb.) Wall]. *Himija rastitel'nogo syr'ja* [Chemistry of plant materials], no. 2, pp. 185–186.
12. Ivanchenko, V.J., Ivanova, I.Je. (2009). Vibir krashhogo dlja zamorozhuvannja ta trivalogo zberigannja sortu djukiv z optimal'nim kompleksom parametriv organoleptichnih ta fiziko-himichnih pokaznikov plodiv [Choosing the best for freezing and long-term storage of varieties of dewes with the optimal set of parameters of organoleptic and physico-chemical parameters of fruits]. *Vinogradarstvo i vinodelie* [Viticulture and winemaking], no. 39, pp. 49–52.
13. Simahina, G.O., Naumenko, N.V. (2011). Niz'ki temperaturi u tehnologijah ozdorovchih produktiv [Low temperatures in health-improving products]. *Kyiv, Stal'*, 363 p.
14. Lakatos, L., Szabo, T., Sun, Z., Soltész M., Szabo, Z., Dussi, M.C., Nyeki, J. (2010). The role of meteorological variables of blossoming and ripening within the tendency of qualitative indexes of sour cherry. *International Journal of Horticultural Science*. 16 (1), pp. 7–10.
15. Derjabina, S.S. (2003). Razrabotka tehnologii zamorazhivanija kostochkovyh plodov v zhidkih hladonositeljah: dis. ... kand. tehn. nauk [Development of technology for freezing stone fruit in liquid coolants: dis. ... Cand. tech. of science]. *St. Petersburg*, 137 p.
16. Poiana, M.A., Diana, M., Alexa, E. (2010). Influence of home-scale freezing and storage on antioxidant properties and color quality of different garden fruits. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. Vol. 16(2), pp. 163–171.
17. Golub, O.V., Poznjakovskij, V.M., Zharkov, A.S. (2009). Vlijanie zamorozki na kachestvennye pokazateli jagod vishni [The effect of freezing on the quality indicators of cherry berries]. *Pishhevaia promyshlennost'* [Food industry], no. 7, pp. 32–33.
18. Sazonova, I.D. (2018). Jagodnye kultury kak syr'e dlja tehnichekoj pererabotki [Berry crops as raw materials for technical processing]. *Nauchnye trudy Severo Kavkazskogo federal'nogo nauchnogo centra sadovodstva, vinogradarstva, vinodelija* [Scientific works of the North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, and Winemaking], Vol. 20, pp. 125–134.
19. Najchenko, V. M. (2001). *Praktikum z tehnologii' zberirannja i pererobki plodiv ta ovochiv* [Workshop on the preservation and processing of fruits and vegetables]. *Kyiv, FADA LTD*, 211 p.
20. Dzheneeva, Je.L., Anisimova, V.Ja., Ivanova, S.V. (1989). *Metodicheskie ukazanija po provedeniju issledovanij s bystrozamorozhennymi plodami, jagodami i ovoshhami* [Guidelines for conducting research with quick-frozen fruits, vegetables and vegetables]. *Moscow*, 32 p.

Оценка содержания аскорбиновой кислоты в замороженных плодах вишни разных сортов

Василишина Е.В.

Вишня является самой распространенной из косточковых культур в Украине благодаря наличию антоцианов и витаминов, которые проявляют антиоксидантную активность, но срок ее хранения всего несколько суток. Обеспечение населения этими плодами возможно только при организации длительного хранения в свежем и замороженном виде.

Цель исследования – установление изменения содержания аскорбиновой кислоты в плодах вишни в зависимости от особенностей сорта и способа заморозки. Для достижения цели исследований поставлены следующие задачи: установить содержание аскорбиновой кислоты в плодах вишни в зависимости от сорта и способа замораживания, определить пригодность плодов вишни разных сортов для заморозки.

Материал и методы исследования. Исследования проводили в 2016–2018 гг. с плодами вишни сортов: Жада-на, Шанс, Элегантная, Оптимистка, Подбельская, Альфа, Память Артеменко, выращенных на исследовательской станции помологии имени Л.П. Симиренко ИС НААН. Плоды вишни собирали в потребительской стадии зрелости, их предварительно сортировали, проверяли, мыли, замораживали в пластиковых стаканах при температуре –22–24 °С в подготовленных сахарных сиропах по вариантам: россыпью (контроль); в 25 % сахарном сиропе; 20 % сахарном сиропе с добавлением 4 % аскорутин; 45 % сахарном сиропе. Хранили при температуре –18 °С.

Результаты исследования и обсуждение. Установлено, что в плодах вишни в течение замораживания происходило снижение содержания аскорбиновой кислоты на 38,2–51,4 %. Несколько ниже потери ее содержания в плодах замороженных в сахарном сиропе, в частности в 45 % сахарном сиропе – 35,5–43,2 % и в 20 % сахарном сиропе с добавлением 4 % аскорутин – 36,8–44,3 %. В целом содержание аскорбиновой кислоты для плодов вишни, замороженных в сахарном сиропе, сохранился на 53,2–64,5 %.

Выводы. Установлено лучшую сохранность аскорбиновой кислоты в замороженных плодах вишни в 45 % сахарном сиропе и в 20 % сахарном сиропе с добавлением 4 % аскорутин.

Ключевые слова: плоды вишни, аскорбиновая кислота, сахарный сироп, замораживание.

Evaluation of ascorbic acid content in different varieties of frozen of cherry fruit

Vasylyshyna O.

Cherry is the most common pit crop in our country. It is zoned in all soil-climatic zones of Ukraine and is a valuable fast-growing fruit breed that gives the fruit essential for human nutrition. It has high flavor qualities, contains 0.70–3.00 % valuable organic acids, 6.5–21.5 % sugar, vitamins, including 13–19 mg/100 g. of vitamin C. The latter plays an important role in human nutrition, since it is essential for normal metabolism.

Human body provision with vitamin C (ascorbic acid) is of special concern as 50–80 % of the population manifests its lack, which has a negative effect on human health.

Ascorbic acid content in fruit depends on the variety, ripeness degree, soil and climatic conditions of cultivation, harvesting time as well as transportation and storage conditions. Cherry fruit contain within 10–50 mg/100 g of vitamin C.

However, the shelf life of cherries is only a few days. Therefore, the annual provision of the population with these fruits is only possible under organization of fresh long-term and canned storage.

Freezing is one of the most advanced methods of preservation as it promotes better preservation in the fruit nutritional value, including labile vitamin C, than any other method of processing. Studies have found out that the cherry fruit lose a significant amount of ascorbic acid during the freezing and in the storage period.

The aim of the research was to study the dependence of the characteristics variety and the method of freezing cherry fruit on the change of ascorbic acid content.

The fruit of the following cherry varieties were selected for the research in 2016–2018: Zhadana, Chance, Elegant, Optimist, Podbielska, Alpha, Memory of Artemenko grown at the pomology experimental station named after L.P. Symiyenko of IH NAAS.

Cherry fruits harvested in the consumer stage of ripeness were sorted, examined, washed, frozen in pre-prepared sugar syrups in plastic cups at a temperature of –22–24 °C, kept at a temperature of –18 °C for up to 6 months.

The following variants of fruit freezing were studied: in bulk (control), in 25 % sugar syrup, in 20 % sugar syrup with 4 % ascorutin, in 45 % sugar syrup.

Before and after freezing, ascorbic acid content was determined in the fruit for three to six months.

Studies on the freezing of cherry fruit were conducted in accordance with the guidelines for conducting research on frozen fruits, berries and vegetables. The chemical composition of the frozen fruit was investigated taking into account the mass losses.

According to the research results, the content of ascorbic acid in fresh cherry fruits ranged from 16.25 to 19.15 mg/100 g. The highest content was noted in the cherry varieties of Memory of Artemenko (19.15 mg/100 g), and the lowest – in Optimist (16.25 mg/100 g).

In six months following the freezing, compared with fresh fruits, there was a decrease in ascorbic acid by 7–8.85 mg/100 g which made 38.2–51.4 % compared to the fresh fruit. The smallest losses were in the fruits, frozen in 45 % of sugar syrup (35.5–43.2 %) and in 20 % of sugar syrup with 4 % of ascorutin (36.08–44.3 %).

Ascorbic acid content at the end of storage was 48.6–55.3 % in the control and for fruit cherries, frozen in sugar syrups, it was higher and made 53.2–64.5 %. The highest content of ascorbic acid was retained in cherries frozen in 45 % sugar syrup – 56.9–64.5 % and in cherry fruit frozen in 20 % sugar syrup with 4 % ascorutin added – 55.42–63 %.

Consequently, there was a decrease in ascorbic acid content by 38.2–51.4 % in the fruits of cherry during the freezing. Somewhat lower was the loss of its content in fruit frozen in sugar syrups, in particular in 45 % of sugar syrup – 35.5–43.2 % and in 20 % of sugar syrup with 4 % of ascorutin – 36.8–44.3 %. In general, the content of ascorbic acid for fruit cherries, frozen in sugar syrups, remained at 53.2–64.5 %.

The best preservation of its content in frozen cherry fruits was found in 45 % sugar syrup and 20 % sugar syrup with addition of 4 % ascorutin.

Key words: cherry fruit, ascorbic acid, sugar syrup, freezing.

Надійшла 18.04.2019 р.

УДК 633.81: 682. 929.4: 632.931.21

УШКАРЕНКО В.О.

Херсонський державний аграрний університет

ЧАБАН В.О.

Херсонська державна морська академія

ЧАБАН О.В.

Заготівля та переробка лікарських трав м. Херсон

Fito2011@i.ua

АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ТА ЕФІРНОЇ ОЛІЇ НА ПОСІВАХ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Мета. У статті проаналізовано стан вирощування шавлії мускатної в Україні, використання лікарської рослинної сировини гарантованої якості, а також принципи і правила належної практики виробництва лікарських засобів рослинного походження згідно з положеннями GMP, у яких висвітлено вимоги стандартизації до лікарської рослинної сировини та основні показники їх якості.

Матеріал і методи дослідження. Визначено норми внесення мінеральних добрив під оранку і досліджено основний обробіток ґрунту на глибину 20–22 та 28–30 см. Проведено визначення строків посіву шавлії мускатної, ширини її міжрядь, строків збирання сировини. Для збереження вологості в ґрунті у відповідальний період розвитку рослин нами були проведені дослідження по використанню борони Радченка з привареними сегментами від коси агрегату ЖВН-6, що добре вичисували бур'яни з ґрунту та зберігали вологу в ґрунті на рівні 75 % н.в.

Результати дослідження. Проведеними дослідженнями встановлено, що продукти фотосинтезу в шавлії мускатній депозитуються в стрижневі корені, в яких на зиму накопичується до 35 % цукрів, переважно в формі сахарози.

Якщо в період проходження першої фази загартовування (жовтень) в стрижневих коренях спостерігаються незначні зміни у вмісті сахарози, то при зниженні температури повітря до мінус 8–10 °С відбувається різке збільшення вмісту сахарози. Так, якщо в жовтні в стрижневих коренях містилося 16, 55 сахарози, то в січні – 28,19. У лютому кількість сахарози знижується до 22,58. У цей час зміст моносахаридів падає до 1,40 проти 12,75 % – у жовтні.

При звичайній культиватації культиватором КРН-4,2 приживаність рослин бур'янів становила до 40, при застосованій технології з боронами Радченка – до 15 %.

Обговорення. Так, С. Ткачова зазначає, що це залежить не тільки від запиту компаній-закупівельників, але й від терміну зберігання сировини. Спосіб використання лікарських рослин залежить від особливостей біологічно активних речовин, які вміщуються в рослинах. Вміст біологічно активних речовин у рослинах та в різних їх органах непостійний, залежить від умов місця вирощування, часу доби, погодних умов та низки інших чинників.

Висновки. Таким чином, нами вперше в умовах зрошення півдня України протягом трьох років використання посіву були вивчені агротехнічні прийоми з вирощування шавлії мускатної, норми внесення мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту, глибини оранки, строків посіву та їх післядія на формування проходження фенологічних фаз розвитку рослин при різних роках життя на врожайність сировини і вміст ефірної олії в ній.

Ключові слова: шавлія мускатна, глибина оранки, строки посіву, внесення добрив, ширина міжрядь, строки збору врожаю.

doi: 10.33245/2310-9270-2019-146-1-38-46

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Ефіроолійні рослини завдяки їх цінним компонентам промислово вирощують у багатьох країнах світу з відповідними кліматичними умовами, зокрема в кримському регіоні України.

Недоліком аграрного комплексу з вирощування ефіроолійних культур в Україні є його розміщення в одному регіоні, тому необхідним є дослідження можливостей поширення цих культур на інші регіони країни.

Насамперед, важливе значення мають культури стійкі до стресових умов (підвищена температура, знижена відносна вологість повітря), які відзначаються високою продуктивністю та підвищеними якісними характеристиками сировини.

Найбільш важливими чинниками, що впливають на технології вирощування сільськогосподарських культур, є глобальні зміни клімату, ресурсний потенціал ґрунтів та еколого-економічні умови [2]. У сучасних умовах головними наслідками кліматичних змін для сільського господарства є збільшення вегетаційного періоду рослин, екстремальні умови зимового і ранньовесняного періодів, засухи в південному регіоні [3].

Мали місце спроби інтродукувати певні ефіроолійні культури до помірніших кліматичних умов: лаванду – до Підмосков'я, чебрець – до Білорусі, гісоп – до Західного Сибіру [2, 3, 7, 9, 16],

але сума ефективних температур повітря в цих зонах не дала змогу отримати сировину з якісними показниками.

Різні аспекти розвитку лікарського рослинництва розглядали такі вчені як Л. Демкевич, С. Гриценко, О. Тихонов, А. Русинов, С. Гарна, О. Березін, О. Губаньов, В. Рак, Б. Семак, А. Швець, Ю. Никитюк. Проте це питання потребує подальшої уваги з урахуванням умов сьогодення. Експерти зазначають, що на сьогодні ринок лікарських рослин є нестабільним: попит на сировину постійно змінюється. Так, Є. Ткачова зазначає, що це залежить не тільки від запиту компаній-закупівельників, але й від терміну зберігання сировини. Справа в тому, що спосіб використання лікарських рослин залежить від особливостей біологічно активних речовин, які вміщуються в рослинах. Вміст біологічно активних речовин у рослинах та в різних їх органах непостійний, залежить від умов місця вирощування, часу доби, погодних умов та низки інших чинників. Окрім того, потрібно враховувати, що більшість біологічно активних речовин легко руйнуються. Багато діючих речовин рослин непостійні, адже вони швидко випаровуються, розкладаються за підвищеної температури та під дією сонячного проміння. Атмосферні опади, навіть в такій невеликій кількості як роса, вимивають розчинні речовини з надземних органів рослин. Неврахування якогось чинника може призвести до того, що в заготовленій лікарській сировині буде мало біологічно активних речовин, що відобразиться на реалізації, тому потрібно ретельно дотримуватись правил заготівлі, щоб виключити можливість цих втрат [13].

Шавлія мускатна (*Salvia sclarea* L.) – трав'яниста рослина сімейства ясноріжкових (Lamiaceae), що має стержневий, розгалужений, проникаючий в ґрунт на глибину до 2 м, корінь. Це порівняно теплолюбна рослина. Проростання насіння починається при температурі +8+10 °С, проте оптимальними слід вважати умови при +25+28 °С [2].

Шавлія мускатна має ярі, озимі та дворічні форми. У виробництві більше поширені сорти озимого типу. У шавлії мускатної виділяють такі фази: сходи, розетка, стеблуння, цвітіння, технічна стиглість сировини, дозрівання насіння.

Шавлія мускатна не має високих вимог до тепла. Її насіння починає проростати при 10–12 °С. Сходи переносять заморозки мінус 6–8 °С, а дорослі рослини – морози мінус 28 °С [6]. Звичайно, чим вище температура під час цвітіння, тим більше олійність сировини.

У народній медицині широко використовують настій з листя і трави шавлії мускатної як спазмолітичний, протизапальний, антимікробний, сечогінний засіб при сечокам'яній хворобі, як розчин для полоскання при стоматитах і катарах верхніх дихальних шляхів.

В Україні з 2012 року впроваджено належну практику культивування і збору лікарських рослин (GACP), що уможливило використання лікарської рослинної сировини гарантованої якості, а також принципи і правила належної практики виробництва лікарських засобів рослинного походження (GMP), в яких висвітлено вимоги стандартизації до лікарської рослинної сировини та основні показники її якості [11].

Мета дослідження. Визначити вплив глибини оранки, фону живлення, строків висіву, ширини міжрядь на формування урожаю та вміст ефірної олії в шавлії мускатної при різних роках життя. Шавлію мускатну висівали овочевою сівалкою СКОН-4,2 з шириною міжрядь 45 та 70 см. Норма висіву насіння 10 кг/га.

Матеріал і методи дослідження. Головне завдання в зоні південного регіону України – це збереження вологи у верхньому шарі ґрунту. Незважаючи на наявність таких чинників землеробства, через нестачу вологи, прояви водної та вітрової ерозії, головне – це збереження вологи. Передпосівна культивация, яку проводили агрегатом КРН-4,2 призводила до зниження вологи до 60 % н.в. у верхньому шарі ґрунту, що не сприяло появі дружних сходів рослин. Тому нами для збереження вологи в ґрунті у відповідальний період розвитку рослин були проведені дослідження по використанню борони Радченка з привареними сегментами від коси агрегата ЖВН-6, що добре вичісували бур'яни з ґрунту, які знаходилися у фазі шильця. При кожному виході агрегата з загінки проводили очищення приварених сегментів на бороні Радченка від видалених бур'янів у посіві. При цій технології обробітку ґрунту вологість в шарі 0–30 см зберігалась на рівні 75 % н.в. Борона з сегментами створювала ложе в ґрунті для насіння шавлії мускатної на глибині до 3 см, що сприяло рівномірній заробці насіння шавлії мускатної на відповідну глибину та появі дружних сходів рослин, а в

іншому варіанті при культивуванні агрегатом КРН 4,2 вологість ґрунту знижувалася до 60 % н.в. Одна з причин зниження вологи в ґрунті – це підймання з нижніх шарів ґрунту вологи вгору, що негативно вплинуло на появу сходів шавлії мускатної. Висівали насіння шавлії мускатної в досліді 2009 під зиму, перший строк посіву – перша декада грудня. У 2010 висівали насіння в три строки: другий – друга декада березня, третій – третя декада березня, четвертий – перша декада квітня.

Шавлія – теплолюбна рослина. У перший рік вегетації їй необхідна сума температур 3260–3300 градусів, у другий – 1500–1550 °С. Молоді сходи шавлії легко переносять короточасні заморозки до мінус 6-8 °С. Шавлія позитивно сприймає вологу. Кращий термін посіву шавлії – підзимний, коли температура ґрунту знизиться до 12–10 °С, що зазвичай збігається з кінцем жовтня – початком листопада. За цих умов восени насіння не сходять, але ослизнюються, набухають і тільки навесні дають сходи.

Шавлію мускатну сіють овочевою сівалкою СКОН-4,2 з шириною міжрядь 70 см. Норма висіву насіння – 8–10 кг/га.

Висока вологість ґрунту необхідна в період проростання насіння. У цей час плодова оболонка поглинає води в 42,5 разів більше власної маси. Вода міцно утримується слизом оболонки, що забезпечує проростання насіння. У разі зниження вологості ґрунту в цей період слиз плодової оболонки, швидко висихаючи, перетворюється у водонепроникну плівку, яка перешкоджає надходженню вологи з повітря в насіння. Це спостерігається найчастіше при весняному посіві, коли забезпеченість вологою верхнього шару ґрунту і насіння в ній нестабільне [6, 9].

Отже, головне завдання в зоні південного регіону України – це збереження вологи у верхньому шарі ґрунту. Незважаючи на наявність таких факторів землеробства, через нестачу вологи, прояви водної та вітрової ерозії головне – це збереження вологи. Тому передпосівна культивування, яку проводили агрегатом КРН-4,2, призводила до зниження вологи до 60 % н.в. у верхньому шарі ґрунту, що не сприяло появі дружних сходів рослин.

Результати дослідження. Для збереження вологи в ґрунті у відповідальний період розвитку рослин нами були проведені дослідження по використанню борони Радченка з привареними сегментами від коси агрегата ЖВН-6, що добре вичисували бур'яни з ґрунту, які знаходилися у фазі шильця. При кожному виході агрегата з загінки проводили очищення приварених сегментів на бороні Радченка від видалених бур'янів у посіві. При цій технології обробітку ґрунту вологість в шарі 0–30 см зберігалась на рівні 75 % н.в. Борона з сегментами створювала ложе в ґрунті для насіння шавлії мускатної на глибині до 3 см, що сприяло рівномірній заробці насіння шавлії мускатної на відповідну глибину та появі дружних сходів рослин, а в іншому варіанті при культивуванні агрегатом КРН 4,2 вологість ґрунту знижувалася до 60 % н.в. Одна з причин зниження вологи в ґрунті – це підймання з нижніх шарів ґрунту вологи вгору, що негативно вплинуло на появу сходів шавлії мускатної.

Таблиця 1 – Кількість бур'янів у травостой шавлії мускатної залежно від глибини оранки, шт./м² (2012–2018 рр.)

Глибина оранки, см	Роки вегетації шавлії мускатної				Середнє за чотири роки
	перший	другий	третій	четвертий	
20–22	38	42	49	50	44,75
28–30	24	30	35	40	32,25

Більш висока забур'яненість була при глибині оранки в 20–22 см. Це можна пояснити тим, що при проведенні такої оранки насіння бур'янів, яке було раніше загорнуте на цю глибину, не втратило схожості і в наступній оранці було підняте на поверхню, що і призвело до збільшення кількості бур'янів у порівнянні з більш глибокою оранкою.

З продовженням тривалості життя шавлії мускатної забур'яненість посіву зростає, а поглиблення оранки дещо стримує цей процес. Так, за чотири роки при оранці на глибину 20–22 см кількість бур'янів збільшилася у 1,3 рази, а при оранці на 28–30 см – в 1,7 разів.

У самому травостой шавлії мускатної бур'яни до їх обнасення знищувалися при збиранні урожаю, що зменшувало попадання нового насіння бур'янів у орний шар ґрунту.

У період вегетації шавлії мускатної в перший рік використання спостерігалася забур'яненість переважно ярими та зимуючими бур'янами, і деякі з них (*Chehopadium album* L., *Capsella bursa pastoris* L.) помітно випереджали в рості та розвитку. У подальшому, при старінні рослин шавлії мускатної, спостерігали суттєві зміни як у характері забур'яненості, так і у видовому складі бур'янів. Так, у перший рік використання шавлії мускатної у травостої відзначено одиничні екземпляри *Amorantus albus*, а в наступні роки кількість бур'янів збільшувалася. Періодичне збирання врожаю сприяло знищенню бур'янів.

При звичайній культивуванні культиватором КРН-4,2 приживаність рослин бур'янів становила до 40, при застосованій технології з боровами Радченка – до 15 %. Появу сходів бур'янів при культивуванні КРН-4,2 спостерігали через 15 діб, а при застосуванні борони Радченка – через 30 діб після обробки ґрунту. Це дало змогу зменшити кількість міжрядних обробітків при вирощуванні цієї культури.

Насіння шавлії мускатної починає проростати при температурі верхнього шару ґрунту 8–10 °С. Після утворення добре розвиненої розетки листя, потреба шавлії у волозі поступово знижується. Найбільш помітне зниження водоспоживання спостерігається до моменту викидання квітконосів.

Проведеними дослідженнями встановлено, що продукти фотосинтезу в шавлії мускатній депозитуються в стрижневі корені, в яких на зиму накопичується до 35 % цукрів, переважно в формі сахарози. Крохмаль у зимуючих органах шавлії не виявлено.

Якщо в період проходження першої фази загартовування (жовтень) в стрижневих коренях спостерігаються незначні зміни у вмісті сахарози, то при зниженні температури повітря до мінус 8–10 °С відбувається різке збільшення вмісту сахарози. Так, якщо в жовтні в стрижневих коренях містилося 16,55 сахарози, то в січні – 28,19. У лютому кількість сахарози знижується до 22,58. У цей час зміст моносахаридів падає до 1,40 проти 12,75 % – у жовтні.

До цього часу шавлія встигає утворити близько 80 % всієї надземної частини рослин. Завдяки сильному приросту листя і стебел і добре розвиненій кореневій системі транспірація води рослиною зменшується, в результаті чого добре розвинена шавлія порівняно легко переносить ґрунтову і повітряну засуху. Разом із тим шавлія позитивно реагує на опади, що випадають навесні і в першій половині літа.

Тому нами для підтримання вологи в шарі ґрунту в межах 75 % н.в. було впроваджено крапельне зрошення, що дало можливість значно заощадити кошти на закупівлю води для поливу. Як відомо, при крапельному зрошенні вода безпосередньо підводиться до рослини, і при цьому не зрошуються міжряддя, що значно знижує кількість міжрядних обробітків ґрунту. В умовах достатнього зволоження рослини утворюють більш потужну розетку листя, більшу кількість квітконосів, а це обумовлює більший урожай суцвіть.

Значну кількість вологи шавлія потребує у весняний період, коли рослини другого року життя розвивають велику листову поверхню і формують суцвіття. Разом із тим, у період досягання шавлія легко витримує посуху.

Аналізуючи показники врожаю шавлії мускатної другого року використання (табл. 2), можна зробити висновки про те, що основними чинниками, які впливали на ріст врожаю, були добрива, внесені в перший рік та строки посіву.

Частка впливу факторів на формування врожаю шавлії мускатної другого року використання у відсотках була такою: фон живлення – 32,0, глибина оранки – 5,8, строки посіву – 38,0 та ширина міжрядь – 5,2 від загального врожаю.

На третьому році використання шавлії мускатної проявлялася післядія добрив, внесених при першому році використання. Добрива N₆₀P₉₀ при основній обробці ґрунту 20–22 см формували врожай на рівні 147,2 ц/га, що добре ілюструє (табл. 3).

Глибина оранки на 28–30 см також привела до зростання врожаю шавлії мускатної 150,1 ц/га, сировини, наприклад, при оранці на 20–22 см врожай шавлії мускатної склав на варіанті першого строку посіву 147,2, при більш глибокій – 2,9 ц/га, така ж тенденція зберігалася і на інших варіантах із добривами.

Проведеними дослідженнями встановлено, що продукти фотосинтезу в шавлії мускатній депозитуються в стрижневі корені, в яких на зиму накопичується до 35 % цукрів, переважно в формі сахарози. Крохмаль у зимуючих органах шавлії, не виявлено.

Таблиця 2 – Урожайність шавлії мускатної в другий рік використання залежно від чинників, що вивчали, ц/га (середнє за 2012–2016 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор В)	Строк сівби (фактор С)	Фон живлення (фактор D)			
		Без добрив	N ₆₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₆₀ P ₉₀
Оранка на глибину 20-22 см (фактор А)					
45	Перший	60,1	89,3	120,9	140,2
	Другий	56,3	61,4	92,7	100,4
	Третій	45,3	59,6	62,4	74,9
	Четвертий	40,2	45,0	49,8	54,6
70	Перший	60,0	90,8	120,6	129,3
	Другий	58,8	64,3	93,4	96,4
	Третій	45,1	60,8	65,3	75,3
	Четвертий	45,4	49,6	52,0	56,8
Оранка на глибину 28-30 см (фактор А)					
45	Перший	63,8	90,6	129,1	146,1
	Другий	56,2	62,7	93,4	106,0
	Третій	46,0	61,4	73,0	75,1
	Четвертий	45,6	46,1	50,6	54,8
70	Перший	68,0	79,8	94,6	147,4
	Другий	57,4	66,4	95,2	99,3
	Третій	47,3	64,4	77,1	88,3
	Четвертий	45,8	47,0	52,7	55,2

Примітка: НР₀₅, ц/га:

А. Оцінка істотності часткових відмінностей: ABCD = 0,52.

В. Оцінка істотності середніх (головних) ефектів: фактор А – глибина оранки – 0,15; фактор В – ширина міжряддя – 0,15; фактор С – строки сівби – 0,22; фактор D – фон живлення – 0,22.

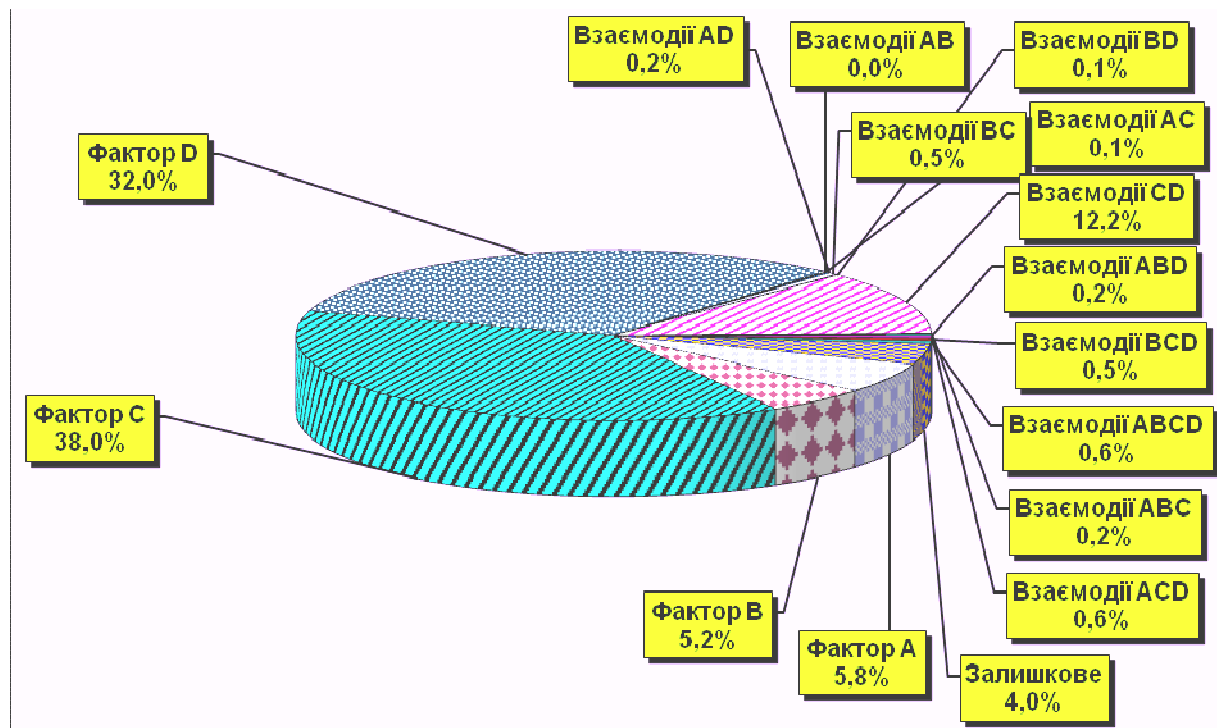


Рис. 2. Частка впливу чинників на формування урожаю шавлії мускатної другого року використання, %.

Якщо в період проходження першої фази загартовування (жовтень) в стрижневих коренях спостерігаються незначні зміни у вмісті сахарози, то при зниженні температури повітря до мінус 8–10 °С відбувається різке збільшення вмісту сахарози. Так, якщо в жовтні в стрижневих коренях містилося 16,55 сахарози, то в січні – 28,19. У лютому кількість сахарози знижується до 22,58. У цей час зміст моносахаридів падає до 1,40 проти 12,75 % – у жовтні.

Таблиця 3 – Урожайність шавлії мускатної в третій рік використання залежно від чинників, що вивчали, ц/га (середнє за 2013–2018 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор В)	Строк сівби (фактор С)	Фон живлення (фактор D)			
		Без добрив	N ₆₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₆₀ P ₉₀
Оранка на глибину 20–22 см (фактор А)					
45	Перший	63,1	90,5	120,9	147,2
	Другий	59,3	62,6	93,7	115,4
	Третій	46,5	59,6	62,4	74,9
	Четвертий	41,2	45,0	49,8	56,6
70	Перший	64,0	90,8	120,6	129,3
	Другий	57,8	64,3	93,4	96,4
	Третій	48,1	60,8	65,3	75,3
	Четвертий	46,4	49,6	52,0	56,8
Оранка на глибину 28–30 см (фактор А)					
45	Перший	63,8	90,6	129,1	150,1
	Другий	59,4	62,7	99,4	116,0
	Третій	48,0	61,4	73,0	76,1
	Четвертий	45,6	46,1	50,6	55,8
70	Перший	68,0	99,8	122,6	147,4
	Другий	59,7	66,4	95,2	109,3
	Третій	49,3	64,4	77,1	88,3
	Четвертий	46,8	52,0	55,7	56,2

Примітка: НР₀₅, ц/га:

фактор А – глибина оранки – 0,61; фактор В – ширина міжряддя – 0,61; фактор С – строки сівби – 0,87; фактор D – фон живлення – 0,87.

Частки впливу чинників на формування урожаю шавлії мускатної третього року використання у відсотках були наступні: фон живлення – 30,4, строки посіву – 43,9, ширина міжрядь – 5,3 та глибина оранки – 2,1 %, від загального урожаю (рис. 3).

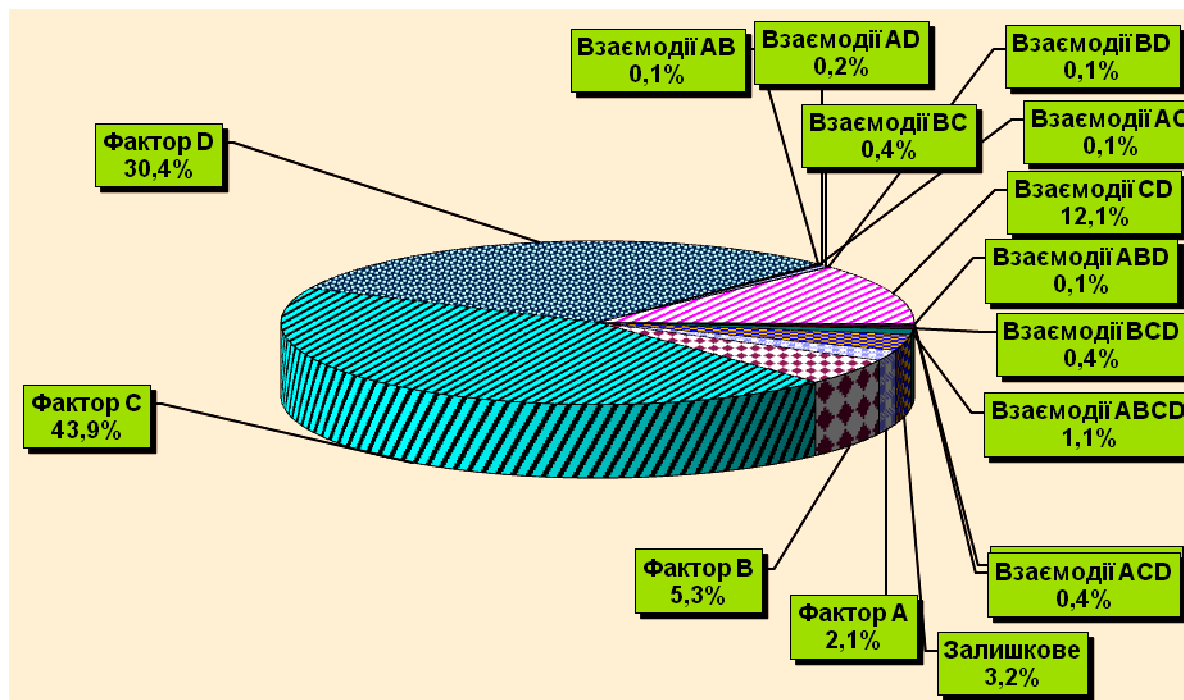


Рис. 3. Частка впливу чинників на формування урожаю шавлії мускатної третього року використання, %.

Також на вміст ефірної олії в зразках впливав температурний режим повітря, що показано (табл. 4).

Таблиця 4 – Основні чинники природнього середовища, які лімітують синтез ефірної олії в суцвіттях у % (*Salvia sclarea* L) у період вегетації, від часу відбору зразків у фазі цвітіння (середнє за 2013–2018 рр.)

Час доби відбору зразків, год. доби	6–9	9–11	11–13	13–16	16–19	19–22
Температура повітря °С	15	28	35	40	35	30
Без добрив	0,8	0,8	0,6	0,5	0,5	0,6
N ₆₀ P ₃₀	0,15	0,15	0,11	0,8	0,8	0,16
N ₆₀ P ₆₀	0,25	0,25	0,20	0,20	0,22	0,25
N ₆₀ P ₉₀	0,35	0,35	0,25	0,25	0,25	0,35

Сировина, яку скошували з 6 до 11 години дня, мала високий вміст ефірної олії. Збір врожаю в пізніший час дня знижує вміст ефірної олії у відібраних зразках. Збір сировини починали проводити з 16 години дня, коли в сировині відбувалося накопичення ефірної олії в зразках шавлії мускатної від 0,25 до 0,35 % залежно від варіантів досліду.

Скошену масу негайно транспортували на переробку. Переробляли її у свіжому вигляді, оскільки суцвіття шавлії через 3 години після збирання втрачає близько 40 % ефірної олії.

Обговорення. Так, за словами завідувача відділу Дослідної станції лікарських рослин Інституту агроєкології і природокористування НААНУ Н. Приведенюка, в Україні нині в найбільших обсягах вирощують такі лікарські культури як розторопша плямиста, ромашка лікарська, ехінацея пурпурова, м'ята перцева, шавлія лікарська, череда трироздільна, валеріана лікарська, алтея лікарська, чебрець звичайний, меліса лікарська, котяча м'ята справжня, нагідки лікарські, материнка звичайна. Фахівець з вирощування лікарських трав О. Губаньов зазначає, що останніми роками в Україні в комерційних обсягах вирощується 25–30 видів лікарських рослин, хоча насправді їх на нашій території більше 6 000 видів.

Результати емпірико-статистичних досліджень з даної проблеми висвітлено в роботах М.Б. Барабаш, Н.П. Гребенюк, О.Г. Татарчук, Т.В. Корж, Л.О. Єлістратової (Л.О. Ткач), які протягом 20 років, послідовно кожні 5 років, давали діагностичну оцінку змінам клімату України під впливом природних і антропогенних чинників. Основи агрометеорологічних стратегій адаптації меліоративного землеробства України до погоди і клімату розглядали у своїх роботах В.П. Дмитренко, Сайко В.Ф, Лимарь А.О та інші вчені [8].

Висновки. Таким чином, нами вперше в умовах зрошення півдня України протягом трьох років використання посіву були вивчені агротехнічні прийоми з вирощування шавлії мускатної, норми внесення мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту, глибини оранки, строків посіву та їх післядія на формування проходження фенологічних фаз розвитку рослин при різних роках життя на врожайність сировини і вміст ефірної олії в ній. Так, мінеральні добрива внесені сумісно під оранку на 28–30 см у перший рік розвитку рослин проявляли свою післядію на другому–третьому році використання, зокрема внесені добрива + N₆₀P₉₀ формували врожай сировини на рівні 150,1 ц/га зі вмістом ефірної олії 0,35 %, що добре ілюструють таблиці 2 і 3. Основні частки впливу чинників на формування врожаю шавлії мускатної третього року використання у відсотках були наступні: фон живлення – 30,4, строки посіву – 43,9, ширина міжрядь – 5,3 та глибина оранки – 2,1 %, від загального урожаю.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Lu Y. Flavonoid and phenolic glycosides from *Salvia officinalis* Phytochem. 2000. Vol. 55, No 3. P. 263–267.
2. Lu Y., Foo L.Y. Salvianolic acid L, a potent phenolic antioxidant from *Salvia officinalis*. Tetrahedron Letters. 2001. Vol. 42, No 46. P. 8223–8225.
3. Peana A.T., Moretti M. Pharmacological activities and applications of *Salvia sclarea* and *Salvia desoleana* essential oils. Studies in natural product chemistry. 2002. Vol. 26, No 7. P. 391–423.
4. Perry N. et al. *Salvia* for dementia therapy: review of pharmacological activity and pilot tolerability clinical trial. Pharmacology Biochem. and Behavior. 2003. Vol. 75, No 3. P. 651–659.
5. Walencka E. et al. Salvipisone and aethiopinone from *Salvia sclarea* hairy roots modulate staphylococcal antibiotic resistance and express antibiofilm activity. Planta Med. 2007. Vol. 73, No 6. P. 545–551.

6. Stanassova-Shopova S., Roussinov S. Experimental studies on certain effects of the essential oil of *Salvia sclarea* L. on the central nervous system. *Izv. Ins. Fiziol (Sofia)*. 1970. No 13. P. 89–95.
7. Саканян Е.И., Карасавиди А.О. Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения: материалы 7 Междунар. съезда Фитофарм 3-5 июля. 2003 г. Спб., 2003. С. 104–107.
8. Кириченко В.П. Комплексное действие орошения, удобрений и глубины пахоты в условиях южного чернозёма УССР на урожай сельскохозяйственных культур: автореф. дис. ... канд. с/х наук. Одесса, 1968. 12 с.
9. Лысогоров С.Д., Ушкаренко В.А. Орошаемое земледелие. М.: Колос. 1995. 445 с.
10. Танасиенко, Ф.С. Эфирные масла. Содержание и состав в растениях. Киев: Наукова думка, 1985. С. 89–122.
11. Травянистые растения СССР / под ред. Т.А. Работнова. М.: Мысль, 1971. Т. 2. С. 136–156.
12. Химический анализ лекарственных растений / под ред. Н.И. Гринкевич, Л.И. Сафронич. М.: Высш. шк., 1984. 176 с.
13. Ходжиматов К.Х. Исследование шалфея мускатного и шалфея пустынного в УзССР. Актуальные проблемы изучения эфирномасличных растений и эфирных масел. Кишинев, 1970. С. 68–70.

REFERENCES

1. Lu, Y. (2000). Flavonoid and phenolic glycosides from *Salvia officinalis* *Phytochem.* Vol. 55, no. 3, pp. 263–267.
2. Lu, Y., Foo, L.Y. (2001). Salvianolic acid L, a potent phenolic antioxidant from *Salvia officinalis*. *Tetrahedron Letters*. Vol. 42, no. 46, pp. 8223–8225.
3. Peana, A.T., Moretti, M. (2002). Pharmacological activities and applications of *Salvia sclarea* and *Salvia desoleana* essential oils. *Studies in natural product chemistry*. Vol. 26, no. 7, pp. 391–423.
4. Perry, N. (2003). *Salvia* for dementia therapy: review of pharmacological activity and pilot tolerability clinical trial. *Pharmacology Biochem. and Behavior*. Vol. 75, no. 3, pp. 651–659.
5. Walencka, E. (2007). Salvipisone and aethiopinone from *Salvia sclarea* hairy roots modulate staphylococcal antibiotic resistance and express antibiofilm activity. *Planta Med.* Vol. 73, no. 6, pp. 545–551.
6. Stanassova-Shopova, S., Roussinov, S. (1970). Experimental studies on certain effects of the essential oil of *Salvia sclarea* L. on the central nervous system. *Izv. Ins. Fiziol (Sofia)*. no. 13, pp. 89–95.
7. Sakanjan, E.I., Karasavidi, A.O. (2003). Aktual'nye problemy sozdaniya novykh lekarstvennykh preparatov prirodnoho proishozhdeniya: materialy 7 Mezhdunar. s#ezda Fitofarm 3-5 ijulja. 2003 g. [Actual problems of creating new drugs of natural origin: materials of the 7 Intern. Phytopharm Congress July 3-5. 2003]. St. Petersburg, pp. 104–107.
8. Kirichenko, V.P. (1968). Kompleksnoe dejstvie oroshenija, udobrenij i glubiny pahoty v uslovijah juzhnogo chernozjoma USSR na urozhaj sel'skohozjajstvennykh kul'tur: avtoref. dis. ... kand. s/h nauk [The combined effect of irrigation, fertilizer and plowing depth in the conditions of the southern chernozem of the Ukrainian SSR on the harvest of agricultural crops: author. dis. Cand. of Agricultural sciences]. Odessa, 12 p.
9. Lysogorov, S.D., Ushkarenko, V.A. (1995). Oroshaemoe zemledelie [Irrigated agriculture]. Moscow, Kolos, 445 p.
10. Tanasienko, F.S. (1985). Jefirnye masla. Soderzhanie i sostav v rastenijah [Essential oils. Content and composition in plants]. Kyiv, Scientific thought, pp. 89–122.
11. Rabotnova, T.A. (1971). Travjanistyje rastenija SSSR [Grass plants of the USSR]. Moscow, Think, Vol. 2, pp. 136–156.
12. Grinkevich, N.I., Safronich, L.I. (1984). Himicheskiy analiz lekarstvennykh rastenij [Chemical analysis of medicinal plants]. Moscow, High school, 176 p.
13. Hodzhimatov, K.H. (1970). Issledovanie shalfeja muskatnogo i, shalfeja pustynnogo v UzSSR [The study of clary sage and sage desert in the UzSSR]. Aktual'nye problemy izuchenija jefirnomaslichnykh rastenij i jefirnykh masel [Actual problems of studying essential oil plants and essential oils]. Chisinau, pp. 68–70.

Анализ формирования урожая и эфирных масел на посевах шалфея мускатного в условиях юга Украины Ушкаренко В.А., Чабан В.А., Чабан А.В.

Цель. В статье проанализировано состояние выращивания шалфея мускатного в Украине, использования лекарственного растительного сырья гарантированного качества, а также принципы и правила надлежащей практики производства лекарственных средств растительного происхождения в соответствии с положениями GMP, в которых отражены требования стандартизации к лекарственному растительному сырью и основные показатели их качества.

Материал и методы исследования. Определены нормы внесения минеральных удобрений под вспашку и исследовано основную обработку почвы на глубину 20–22 и 28–30 см. Проведено определение сроков посева шалфея мускатного, ширины его междурядий, сроков сбора сырья. Для сохранения влаги в почве в ответственный период развития растений нами были проведены исследования по использованию бороны Радченко с приваренными сегментами от косы агрегата ЖВН-6, которые хорошо вычесывали сорняки из почвы и сохраняли влагу в почве на уровне 75 % н.в.

Результаты исследования Проведенными исследованиями установлено, что продукты фотосинтеза в шалфея мускатного депозитируются в стержневые корни, в которых на зиму накапливается до 35 % сахаров, преимущественно в форме сахарозы.

Если в период прохождения первой фазы закаливания (октябрь) в стержневых корнях наблюдаются незначительные изменения в содержании сахарозы, то при снижении температуры воздуха до минус 8–10 °С происходит резкое увеличение содержания сахарозы. Так, если в октябре в стержневых корнях содержалось 16,55 сахарозы, то в январе – 28,19. В феврале количество сахарозы снижается до 22,58. В это время содержание моносахаридов падает до 1,40 против 12,75 % – в октябре.

При обычной культивации культиватором КРН-4,2 приживаемость растений сорняков составляла до 40, при примененной технологии с боронами Радченко – до 15 %.

Обсуждения. Так, Е. Ткачева отмечает, что это зависит не только от запроса компаний-закупщиков, но и от срока хранения сырья. Способ использования лекарственных растений зависит от особенностей биологически активных веществ, которые помещаются в растениях. Содержание биологически активных веществ в растениях и в различных их органах непостоянный, зависит от условий места выращивания, времени суток, погодных условий и ряда других факторов.

Выводы. Таким образом, нами впервые в условиях орошения юга Украины в течение трех лет использования посева были изучены агротехнические приемы по выращиванию шалфея мускатного, нормы внесения минеральных удобрений под основную обработку почвы, глубины вспашки, сроков посева и их последствие на формирование прохождения фенологических фаз развития растений при различных годах жизни на урожайность сырья и содержание эфирного масла в ней.

Ключевые слова: шалфей мускатный, глубина вспашки, сроки посева, внесение удобрений, ширина междурядий, сроки сбора урожая.

Analysis of yield and essential oils formation on clary sowings in the conditions of the south of Ukraine

Ushkarenko V., Chaban V., Chaban A.

The aim. The purpose of the article is to analyze the state of growing musk sage in Ukraine, the use of medicinal plant raw materials of guaranteed quality, as well as the principles and rules of good practice for the production of herbal medicines in accordance with GMP requirements, which highlight the requirements of standardization for medicinal plant raw materials and basic indicators of their quality.

Material and methods of research. The rates of mineral fertilizer application under the plow are determined and the basic tillage of the soil is carried out at a depth of 20–22 and 28–30 cm. The determination of the sowing dates of muscat sage, the width of its rows, the terms of harvesting raw materials has been determined. To maintain moisture in the soil during the responsible period of development of plants, we conducted research on the use of Radchenko harrow with breeding segments from the scythe of the unit ZhVN-6, which well weed out weeds from the soil and retained moisture in the soil at 75 % N.V.

Results of researches. The conducted researches have established that products of photosynthesis in Muscat sage are deposited in the root roots, in which up to 35 % of sugars are accumulated in the winter, mainly in the form of sucrose.

If during the passage of the first phase of tempering (October) in the rod root there are slight changes in the content of sucrose, then with a decrease in air temperature to minus 8–10 °C, there is a sharp increase in the content of sucrose. So, if in October in the root roots contained 16,55 sucrose, then in January – 28,19. In February, the amount of sucrose is reduced to 22,58. At this time, the content of monosaccharides falls to 1.40 versus 12.75 % – in October.

In the usual cultivation of the cultivator KRN-4.2, the acclimativeness of the weed plants was up to 40, when applied technology with Radchenko harrows up to 15 %.

Discussion. Yes, E. Tkacheva notes that this depends not only on the request of the companies-purchasers, but also on the term of storage of raw materials. The point is that the way of use of medicinal plants depends on the characteristics of biologically active substances that are contained in plants. The content of biologically active substances in plants and in their various organs is inconsistent, depending on the conditions of the place of cultivation, time of day, weather conditions and a number of other factors that are no less important.

Conclusions. Thus, for the first time in the conditions of irrigation of the south of Ukraine during the three years of sowing, agronomic techniques for growing muscat sultana, norms for introducing mineral fertilizers for basic tillage, plowing depths, seedlings, and their aftermath to form the phenological phases of plant development were studied at different years of life on the yield of raw materials, and the content of essential oil in it.

Key words: Muscat sage, depth of plowing, dates of sowing, fertilization, row spacing, harvesting terms.

Надійшла 18.04.2019 р.

УДК 633.66:631.54

ЕРМАНТРАУТ Е.Р.*Білоцерківський національний аграрний університет***СТЕФАНЮК В.Й.***Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України***БІОЛОГІЧНІ І АГРОТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ВИРОЩУВАННЯ
СТЕВІЇ МЕДОВОЇ (*Stevia rebaudiana Bertoni*)
В ЛІСОСТЕПУ І СТЕПУ УКРАЇНИ**

Теоретично обґрунтовано і практично доведено необхідність вирощування стевії медової в Лісостепу і Степу України. На основі аналізу біологічних особливостей, адаптивного потенціалу й сортів розроблено способи розмноження і основні елементи технології вирощування стевії медової.

Результати дослідження. Рекомендована технологія забезпечила максимальну реалізацію біологічного потенціалу рослин стевії медової, що проявляється в більш інтенсивному рості і розвитку рослин, значному підвищенні врожайності зеленої маси і сухого листа порівняно з контролем відповідно на 6,2 і 1,1 т/га.

Для отримання врожайності сухого листа стевії на рівні 3,5–4,0 т/га рекомендується висівати сорти вітчизняної селекції нового покоління: Галина, Марина, Катерина; запропоновано спосіб розмноження стевії (Патент № 119472, 2017 р.) За роки апробації річний економічний ефект становив 585,1 тис. грн.

Висновки. 1. Теоретичною основою рекомендованої технології вирощування стевії є визначення закономірностей формування листової маси, фотосинтетичного потенціалу і чистої продуктивності фотосинтезу залежно від сортового складу елементів технології вирощування і погодних умов вегетаційного періоду.

2. Для врожайності сухого листа стевії на рівні 3,5–4,0 т/га рекомендується:

- вирощувати стевію в регіонах, де сума опадів за рік становить 460–560 мм, у т. ч. за вегетаційний період – 322–460 мм, запаси вологи в шарі ґрунту 100 см – 150–180 мм, сума температур за період активної вегетації – 2450–2800 °С, ГТК – 0,8–1,3;

- висівати сорти вітчизняної селекції: Берегиня, Славутич, Галина, Марина, Катерина.

3. За вирощування стевії медової розсадним методом посадку проводити у третій декаді травня за схемою 70x16 см.

Ключові слова: стевія медова, інтродукція, технологія вирощування, сорти, способи розмноження, удобрення, стимуляція насіння, урожайність.

doi: 10.33245/2310-9270-2019-146-1-47-54

Постановка проблеми. Господарства України впродовж понад 30 років вирощують стевію медову за технологією, адаптованою до умов Степу, Західного і Центрального Лісостепу України [5].

Технологія вирощування її спрямована на виробництво конкурентоспроможної продукції, збереження й відновлення родючості ґрунтів. Вона базується на досягненнях науково-технічного прогресу, рівні розвитку продуктивних сил, екологічних, соціальних і демографічних особливостях регіону й конкретного господарства. Тому метою досліджень було визначити ступінь ефективності окремих елементів технології щодо адаптивності до умов вирощування і управління продукційним процесом стевії медової у ланці: сорт – насіння – спосіб розмноження – ґрунтово-кліматичні умови регіону.

Аналіз останніх досліджень. Для визначення оптимальних регіонів для вирощування стевії медової дослідження проводили на Білоцерківській дослідно-селекційній станції Інституту цукрових буряків УААН (Центральний Лісостеп) і Кримській дослідній станції тютюнництва [1]. У дослідках, проведених на Білоцерківській ДСС і Київській дослідній станції Інституту овочівництва і баштанництва, найвищу врожайність сухого листа і збір глікозидів одержано у варіанті садіння розсади стевії медової за схемою 30 x 35 см, де густина рослин становила в межах 80–100 тис/га [1, 3].

За рівнем урожайності зеленої маси і сухої речовини стевії медової найбільш придатними регіонами для її вирощування були: Автономна Республіка Крим (відповідно 0,2–37 і 0,6–3,7 т/га), Закарпаття (7–27 і 0,25–2,7), Полісся (0,2–37 і 0,6–3,7 т/га), Центральный Лісостеп (5–30 і 0,2 – 0,2–3,4 т/га). За екологічною оцінкою сортів протягом 2010–2012 рр. інтенсивним і пластичним виявився сорт Берегиня [3].

Мета дослідження – в умовах Лісостепу і Степу України провести комплекс досліджень з визначення морфологічних і біологічних особливостей, екологічної стійкості та адаптації до нових умов вирощування, створити високопродуктивні сорти стевії медової з підвищеним вміс-

том дитерпенових глікозидів, розробити способи розмноження та технологію вирощування, адаптовану до ґрунтово-кліматичних зон України [1, 2, 3, 4]

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили упродовж 1996–2017 рр. в умовах Правобережного Лісостепу (Київська, Хмельницька і Житомирська обл.); Південного Степу (Красногвардійський район АР Крим) і в лабораторії природних заміників цукру Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.

Дослідження проводили за методикою державного сорто випробування сільськогосподарських культур та іншими.

Погодні умови за роки досліджень оцінювали за температурою повітря, кількістю опадів, гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) відповідних метеостанцій. Досліджували сорти стевії медової Берегиня і Славутич, внесених до Державного Реєстру сортів і рослин України та 7 тетрапроїдних ліній за показниками: площа листкової поверхні, інтенсивність і тривіальність її роботи, продуктивність фотосинтезу, врожайність і якість листків, екологічні особливості, технології вирощування стевії медової в певних регіонах [9, 19].

Результати дослідження та їх обговорення. Ріст і розвиток та формування продуктивності агрофітоценозів стевії медової залежно від погодних умов, що склалися протягом вегетації. Особливості зволоження під час садіння і формування вегетативних органів.

Так, у Центральній підзоні Лісостепу (Київська обл.) ГТК у період садіння-приживання коливався в межах 0,9–1,8, вегетаційного періоду – 0,9–2,8; урожайність зеленої маси коливалась у межах 10,4–26,7 т/га, сухої – 1,69–2,68 т/га. У західній підзоні Лісостепу (Тернопільська обл.) ГТК в період садіння і приживання коливався в межах 0,6–2,8, вегетаційного періоду – 0,9–1,8. Урожайність зеленої і сухої маси відповідно 20,7–28,4 і 2,73–2,96 т/га. За лінією регресії врожайність зеленої маси від ГТК має незначну від'ємну залежність, а сухої речовини – позитивну; це свідчить про те, що із зростанням ГТК урожайність сухої речовини збільшується.

Найбільш об'ємні дослідження проводили в Автономній Республіці Крим. ГТК вегетаційного періоду в Криму становив 0,5–1,5, урожайність зеленої і сухої маси в регіоні коливалися в межах відповідно 20,3–23,7 і 2,75–2,95 т/га. За лінією регресії врожайність зеленої маси і сухої речовини мали криволінійну залежність від ГТК, що описується квадратичним рівнянням регресії. Регіон придатний для вирощування стевії за умов використання штучного зрошення.

У Лісостеповій зоні відхилення ряду показників (температура, кількість опадів) від середньобогаторічних наближалось в окремі роки до екстремальних (2008, 2010, 2013 рр.) За середньобогаторічного ГТК 1,4 за роками він коливався в межах від 0,4 до 1,8. В один із чотирьох років у травні за нестачі кількості опадів і підвищених температур повітря спостерігався негативний вплив на ріст і розвиток рослин стевії медової.

У підзоні південного Степу зниження кількості опадів і висока температура повітря спостерігали у 2002, 2007 і 2008 роках, коли ГТК становив відповідно 0,6, 0,7 і 0,6, що негативно вплинуло на формування і продуктивність стевії медової.

Вирощування стевії медової проаналізовано статистично регресійним методом за сьома показниками. Так, залежно від величини гідротермічного коефіцієнта протягом вегетаційного періоду врожайність зеленої маси і сухої речовини за регіонами змінювалася таким чином. У Центральній підзоні Лісостепу вона змінювалася в межах відповідно 5–30 і 0,2–3,4 т/га (рис. 1).

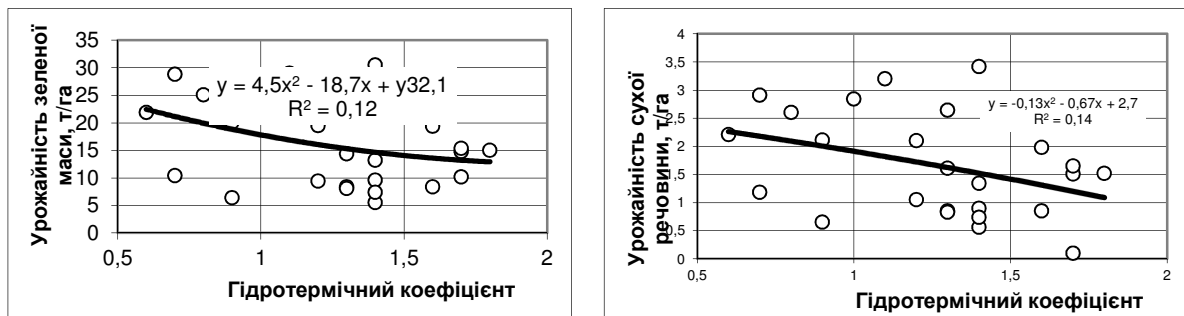


Рис. 1. Рівняння регресії рівня врожайності зеленої маси і сухої речовини стевії залежно від ГТК вегетаційного періоду Лісостепу.

В зоні Степу ГТК вегетаційного періоду коливався в межах 1–1,5 і впливав на врожайність зеленої і сухої маси відповідно на 8,4–10,4 і 0,85–1,06 т/га. За лінією регресії між врожайністю зеленої маси і сухої речовини та ГТК встановлено високу за щільністю позитивну залежність, що свідчить про високу придатність умов регіону для вирощування стевії з використанням штучного зрошення (рис. 2).

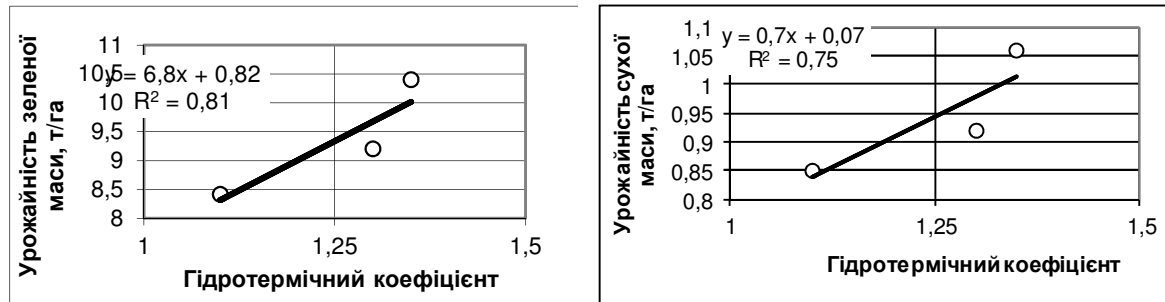


Рис. 2. Рівняння регресії залежності врожайності зеленої маси і сухої речовини стевії залежно від величини ГТК вегетаційного періоду Степу (Херсонська обл.).

Найбільш об'ємні дослідження зі стевією медовою велися в Автономній Республіці Крим, де ГТК вегетаційного періоду становив у межах 0,5–1,5. Урожайність зеленої і сухої маси культури в регіоні коливалися відповідно 0,2–37 і 0,6–3,7 т/га. Лінія регресії врожайності зеленої маси і сухої речовини та ГТК описували квадратичним рівнянням регресії (рис. 3).

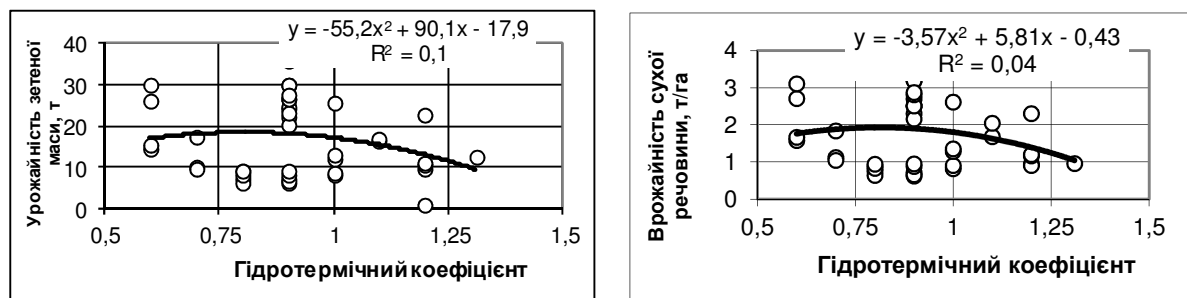


Рис. 3. Рівняння регресії залежності врожайності зеленої маси і сухої речовини стевії та ГТК вегетаційного періоду Криму.

Цей регіон теж має високу придатність для вирощування стевії, особливо за умов використання штучного зрошення.

Встановлено, що теоретичною основою управління процесом формування врожайності маси стевії медової є визначення закономірностей формування листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу і чистої продуктивності фотосинтезу під впливом погодних умов макро- і мікроелементів живлення та взаємозв'язків з окремими елементами технології вирощування.

За розміром листя в умовах Степу протягом 2000–2005 рр. виділено: дрібні, середні й крупні біотики; урожайність повітряно-сухого листя їх становила відповідно 1,27, 1,49 і 1,79 т/га, вихід дитерпенових глікозидів – 7,77, 10,44 і 8,14%. За тривалістю вегетаційного періоду з них виділено три групи: ранньостиглі й середньостиглі (з тривалістю вегетації відповідно 65–70 і 85–90 діб з підвищеною врожайністю і вмістом дитерпенових глікозидів у листках) і пізньостиглі – 120–125 діб, які формують велику вегетативну масу.

Ріст, розвиток і формування продуктивності агрофітоценозів стевії медової залежить від біологічних особливостей форм, сортів і гібридів. Використовуючи методи поліплоїдії, гібридизації й експериментального мутагенезу, у культурі *in vitro* було виділено 7 кращих тетраплоїдних номерів за масою листків. У Лісостепу середня маса однієї рослини окремих номерів досягла 393 г, найменша маса коливалась від 83,4 до 200 г. Врожайність сухих листків номерів і сортів стевії коливалась від 1,2 до 4,4 т/га; у тетраплоїдних номерів – від 1,9 до 3,2 т/га, у гібридів – від 1,2 до 3,5 т/га, одного із «космічних» номерів – 4,4 т/га, а контрольного варіанта 2n – 0,6 т/га, сортів Березиня і

Славутич – відповідно 2,7 і 3,2 т/га. Найвищий вміст глікозидів мали три тетраплоїдні номери: від 8,7 до 14,4 % та п'ять гібридів – від 8,0 до 13,0 %. Найвищим вмістом ребаудиозиду відзначився один тетраплоїдний номер – 3,9 % і три гібриди від – 3,1 до 3,8 %.

Станом на 2017 рік зареєстровано п'ять сортів стевії: Берегиня, Славутич (1999 р.), Галина, Марина, Катерина (2017 р.) [7–9].

Методологічно обґрунтовано способи розмноження стевії: вегетативно методом культури тканин, метод живців та розмноження насінням.

Мікроклональне розмноження стевії *in vitro* дозволило одержати від однієї рослини до одного мільйона ідентичних рослин і в потрібній кількості розмножити вихідний матеріал [5, 10].

Найбільш ефективним вегетативним способом розмноження стевії медової виявився зеленими живцями у квітні з використанням оптимальних доз мінеральних добрив з співвідношенням елементів $N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{75}P_{75}K_{75}$, які суттєво прискорювали приживаність, укорінення, ріст і розвиток живців [4, 5].

Для специфічних природних умов України визначальним елементом технології вирощування стевії є густина стояння рослин, яка пов'язана з коефіцієнтом продуктивної кущистості культури, загальною біомасою і часткою в них листків. За схемою посадки стевії медової з шириною міжрядь 70 см і відстанню між рослинами у рядку 16–25 см густина стояння рослин коливається в межах 80–90 тис./га. Протягом 2009–2011 рр. найвищі приживаність, висота рослин і кількість міжвузлів була за схеми посадки 70 x 16 см – відповідно 94 %, 61 см і 20 шт.

За розмноження стевії насінням визначальними факторами є тривалість від сівби до появи сходів, польова схожість насіння, архітектоніка рослин, густина стояння і врожайність зеленої й сухої маси, які залежать від якості насіння, строків сівби, погодних умов у період сівба-сходи та норми висіву.

Стимуляція насіння стевії шляхом передпосівної обробки його в розчині солей мікроелементів і мікродобрив підвищує інтенсивність та дружність проростання, що сприяє оптимальному росту і розвитку рослин протягом вегетаційного періоду і підвищенню врожайності сирової і сухої маси. В середньому за роки досліджень густина стояння перед збиранням була відповідно 8,5–11,9 тис./га, врожайність зеленого і сухого листа була більшою, ніж без стимуляції відповідно на 1,4–2,4 і 0,16–0,24 т/га [6].

У середньому за роки досліджень найбільш розвинені рослини (кількість стебел, пагонів, листків) і найвища врожайність зеленої і сухої маси були за сівби в третій декаді травня за вихідної густоти 4–5 рослин / м рядка – відповідно 32,6 і 3,9 т/га.

За екологічною оцінкою сортів стевії медової за Еберхартом і Расселом інтенсивним виявився сорт Берегиня, який упродовж трирічних випробувань за врожайністю переважив інші; він же був і найбільш пластичний, тому що за роки випробувань мав найвищу середню врожайність. За інтенсивністю до сорту Берегиня наближався сорт Славутич. Для вирощування сортів стевії найбільш сприятливими регіонами були: Степ (АР Крим, Херсонська обл.) з врожайністю зеленої маси і сухої речовини в межах 20–30 і 2,75–3,03 т/га, Західний Лісостеп – відповідно 21–28 і 2,73–2,93 т/га, Центральний Лісостеп – відповідно 17–27 і 1,70–2,70 т/га.

Ріст, розвиток і продуктивність стевії значною мірою залежали від фону живлення [7]. Найбільш інтенсивний ріст рослин, утворення міжвузлів, листків, вміст сухої речовини в листках стевії були у варіантах з фонами живлення $N_{60}P_{120}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{120}P_{120}K_{120}$: висота рослин відповідно 39,3, 36,8 і 35,2 см; порівняно до контролю кількість листків на рослині була більшою в 2,5 рази; міжвузлів – в 2,0–2,5 рази.

Прибавка врожайності сухої маси стевії медової у варіанті внесення 30 т/га гною становила 1,63 т/га, у варіанті із застосуванням повних мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 1,68 т/га; подвійна доза повних добрив $N_{120}P_{120}K_{120}$ мала прибавку врожайності сухої маси порівно з варіантом $N_{60}P_{60}K_{60}$ в межах похибки досліду 0,20 т/га (НР₀₅ – 04 і т/га). Використання мінеральних добрив, що містять один чи два елементи живлення, не забезпечували високої врожайності сухої маси, хоча прибавка врожайності в більшості варіантів, крім N_{60} і $N_{60}P_{60}$, істотно перевищувала контроль – 0,87 т/га. Під впливом органічних і мінеральних добрив у сухій масі стевії частка листків коливалася від 35,7 до 52,1 % (на контролі – 40,1 %). Істотне збільшення частки листя спостерігали у варіантах $N_{60}P_{60}$ і $N_{30}P_{30}K_{30}$ – відповідно 12,0 і 6,2 %.

Краплинне зрошення стевії медової в Степу забезпечило прибавку врожайності сухої маси листа 1,07 т/га. Урожайність тетраплоїдного біотипу була істотно вищою за диплоїдний – відповідно на 0,15 і 0,22 т/га. Варіант з площею живлення рослин 70x16 см порівняно з 70–25см за врожайністю сухого листа був істотно вищий – на 0,23 т/га.

Частка впливу краплинного зрошення на врожайність сухих листків стевії медової становила 52,4 %, площі живлення – 35,0%, взаємодія водного режиму і площі живлення – 0,9 %, інших факторів – 9,6 % (рис.4).

Краплинне зрошення стевії медової з використанням позакореневого підживлення *Ferticare Kombi 1* нормою 4 кг/300 л води забезпечило прибавку врожайності сухого листа порівняно до контролю з краплинним зрошенням 0,65 т/га або 28,3 %, фертигація шляхом внесенням *Ferticare Kombi 1* і *Ferticare Hydro 1* кг/1000 л води – 0,95 г/га або на 41,4 %, а застосування фертигації і позакореневого підживлення – 1,34 т/га або 58,5 % [10].

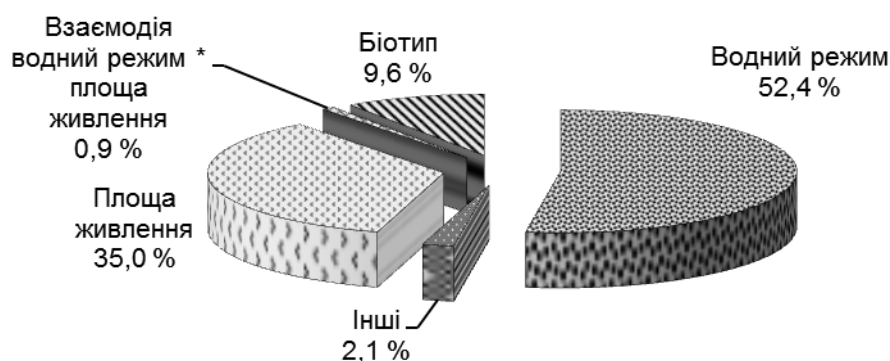


Рис. 4. Частка впливу досліджуваних факторів на врожайність сухого листа стевії медової (2009–2012 рр.).

В Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків упродовж 2012–2014 і 2015–2017 рр. досліджували розмноження стевії насінням: стимуляція насіння, строки сівби, густина рослин:

– у лабораторних умовах стимулювали насіння шляхом замочування в композиції макро- і мікроелементів;

– з просушеного насіння формували водорозчинну стрічку із розрахунку 40 насінин на 1 м (кількість підготовлених стрічок обумовлюється обсягом розмноження стевії для певного регіону);

– у третій декаді травня підготовлені стрічки розміщують в полі у борозни глибиною 2,5–3,5 см з шириною міжрядь 45–60 см; вологість ґрунту підтримується на рівні 70–80 % НВ [11].

Запропонований спосіб сприяє максимальній реалізації біологічного потенціалу рослин стевії, що проявляється в більш інтенсивному рості й розвитку рослин і значному підвищенні врожайності зеленої маси та сухого листа порівняно з контролем, де сівбу проводили стимульованим насінням безпосередньо в ґрунт (табл. 1).

Таблиця 1 – Ефективність запропонованого способу розмноження стевії (Дослідне поле ІБК і ЦБ НААН, 2012–2014 рр.)

Показник	Сорт Славутич (2012–2014 рр.)		Сорт Галина (2015–2017 рр.)	
	контроль	пропонований спосіб	контроль	пропонований спосіб
Польова схожість насіння, %	43,2	51,3	46,7	54,8
Висота рослин, см	31,3	38,9	36,2	43,2
Листків на 1-й рослині, шт.	20,4	25,6	24,3	28,7
Листкова поверхня, см	1108,9	1570,8	1207,3	1672,3
Густина перед збиранням, тис/га	102,7	110,2	105,3	114,2
Урожайність, т/га: зеленого листа	11,5	18,0	15,5	21,7
сухого листа	1,59	2,61	2,51	3,60
Собівартість сухих листків, тис. грн/т	8,3	5,0	5,8	4,3

Листкова поверхня агрофітоценозу стевії сорту Славутич за запропонованого способу розмноження порівняно з контролем збільшилась на 41,6 %, густина рослин перед збиранням – зі 102,7 на контролі до 110,2 тис./га, урожайність зеленої маси підвищилась на 56,5 %, сухої – на 64,2 %.

Найбільш розвинені рослини і найвища їх продуктивність була за використання сортів стевії медової нового покоління. Так, листкова поверхня агрофітоценозу сорту Галина збільшилась на 38,5 %, густина рослин перед збиранням – зі 105,3 на контролі до 114,2 тис./га при запропонованому способі, урожайність зеленої і сухої маси – відповідно з 15,5 до 21,7 і з 2,51 до 3,60 т/га.

Розвиток і густина рослин частково залежать від погодних умов у період сівба-сходи і впродовж вегетаційного періоду стевії. Так, у Центральному Лісостепу у помірно сухому 2012 році, коли ГТК коливався в межах 0,6–0,7, польова схожість насіння становила 25 %; у зволожені 2013 і 2014 рр., коли ГТК коливався в межах 2,4–0,9 і 2,4–1,2, польова схожість становила відповідно 36 і 44 %.

Тривалість періоду появи сходів і польова схожість насіння свідчать про перевагу погодних умов у період сівби-сходи з ГТК 2,0 і вище, ніж з 0,6–0,7. Найбільш розвинені рослини стевії були в 2014 році: висота коливалась у межах 57,0–57,6 см, кількість стебел 3,2–3,6 шт., пагонів – 8,3–9,8 шт., асиміляційна поверхня рослин – 1790–1412 см, ГТК вегетаційного періоду становив 0,9–1,2.

У Північному Степу (Херсонська обл.) за період 2012–2014 рр. найвища продуктивність агрофітоценозів стевії була у 2011, 2013 і 2014 рр. За ГТК вегетаційного періоду 0,8–1,0 і 1,0–0,7 і густоти рослин перед збиранням 91–95 тис./га урожайність зеленої і сухої маси становила 25,2–30,4 і 2,51–3,03 т/га.

Висновки. 1. Біологічний потенціал стевії в Україні як в агрономічному, так і економічному відношеннях використовується у господарствах не повністю. В системі заходів, пов'язаних з реалізацією біологічного потенціалу сучасних сортів стевії, вагоме місце займає впровадження технологій, адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов регіону.

2. Теоретичною основою рекомендованої технології вирощування стевії є визначення закономірностей формування листкової маси, фотосинтетичного потенціалу і чистої продуктивності фотосинтезу залежно від сортового складу елементів технології вирощування і погодних умов вегетаційного періоду.

3. Для отримання врожайності сухого листя стевії на рівні 3,5–4,0 т/га рекомендується:

- вирощувати стевію в регіонах, де сума опадів за рік становить 460–560 мм, у т.ч. за вегетаційний період – 322–460 мм, запаси вологи в шарі ґрунту 100 см – 150–180 мм, сума температур за період активної вегетації – 2450–2800 °С, ГТК – 0,8–1,3;

- висівати сорти вітчизняної селекції: Березина, Славутич, Галина, Марина, Катерина.

4. За вирощування стевії медової розсадним методом посадки проводити у третій декаді травня за схемою 70x16 см.

5. За розмноження стевії медової насінням сівбу проводити з шириною міжрядь 45–60 см насінням, що оброблено у розчині солей мікроелементів і мікродобрив нормою висіву 40 насінин на 1 м рядка; вологість ґрунту підтримується на рівні 70–80 % НВ; фон живлення – 30 т/га гною або N₆₀P₆₀K₆₀.

6. За вирощування стевії медової в умовах Степу проводити краплинне зрошення з використанням позакореневого підживлення *Ferticare Kombi 1* нормою 4 кг/300 л води або фертигацію шляхом внесення *Ferticare Kombi 1* і *Ferticare Hydro 1* кг/1000 л води.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Завгородній В.М. Оптимізація елементів технології вирощування стевії в умовах Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09. Київ, 2006. 20 с.
2. Зубенко В.Ф., Ковальчук М.И., Гресь Е.И. Определение оптимальной густоты насаждения стевии в условиях Лесостепи УССР. Вестник сельскохозяйственной науки. 1990. № 12. С. 131–134.
3. Роговский С.В. Размножение стевии (*Stevia rebaudiana Bertoni*) черенками и особенности выращивания в условиях Правобережной Лесостепи Украины: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.09. Київ, 1992. 25 с.
4. Стефанюк В.Й. Стевія медова в Україні. Київ: Труд-Гри Пол, 2009. 129 с.
5. Стефанюк В.И. Эффективность интенсивность технологии выращивания стевии в Украине. Сахарная свекла, 2013. № 10. 44 с.

6. Стефанюк В.Й. Стимулювання насіння стевії. Цукрові буряки, 2015. № 5. С. 8–12.
7. Свідоцтво про Державну реєстрацію сорту стевії Галина / Стефанюк В.Й., Ендріжівська Л.П., Саганова Т.П. № 171053; подання 20.05.2014; зареєстровано 31.05.2017.
8. Свідоцтво про Державну реєстрацію сорту стевії Марина / Стефанюк В.Й., Ендріжівська Л.П., Саганова Т.П. № 171054; подання 20.05.2014; зареєстровано 31.05.2017.
9. Свідоцтво про Державну реєстрацію сорту стевії Катерина / Стефанюк В.Й., Ендріжівська Л.П., Саганова Т.П. № 171055; подання 20.05.2014; зареєстровано 31.05.2017.
10. Спосіб стимуляції насіння стевії (*Stevia Rebaudiana Bertoni*): пат. 97958 Україна. № 201412016; заявл. 06.11.2014; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 17
11. Спосіб розмноження стевії (*Stevia Rebaudiana Bertoni*): пат. 119472 Україна. № 201703540; заявл. 11.04.2017; опубл. 25.09.2017, Бюл. № 18.

REFERENCES

1. Zavgorodnij, V.M. (2006). Optyimizacija elementiv tehnologii' vyroshhuvannja stevii' v umovah Lisostepu Ukraїny: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: spec. 06.01.09 [Optimization of elements of stevia cultivation technology in conditions of the forest-steppe of Ukraine: author's abstract diss. Candidate of Agriculture Sciences: special 06.01.09]. Kyiv, 20 p.
2. Zubenko, V.F., Koval'chuk, M.I., Gres', E.I. (1990). Opredelenie optimal'noj gustoty nasazhdenija stevii v uslovijah Lesostepi USSR [Determination of the optimal density of stevia plantations in the conditions of the Forest-Steppe of the Ukrainian SSR]. Vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki [Bulletin of Agricultural Science], no. 12, pp. 131–134.
3. Rogovskij, S.V. (1992). Razmnozhenie stevii (*Stevia rebaudiana Bertoni*) cherenkami i osobennosti vyrashhivaniya v uslovijah Pravoberezhnoj Lesostepi Ukrainy: avtoref. dis. ...kand. s.-h. nauk: 06.01.09 [Reproduction of stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) cuttings and features of cultivation in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine author's abstract diss. Candidate of Agriculture Sciences: 06.01.09]. Kyiv, 25 p.
4. Stefanjuk, V.J. (2009). Stevija medova v Ukraїni [Stevia honey in Ukraine]. Kyiv, Trud-Gry Pol, 129 p.
5. Stefanjuk, V.I. (2013). Jefferektivnost' intensivnost' tehnologii vyrashhivaniya stevii v Ukraїne [The effectiveness of the intensity of the technology of growing stevia in Ukraine]. Saharnaja svekla [Sugar beet], no. 10, 44 p.
6. Stefanjuk, V.J. (2015). Stymuljuvannja nasinnja stevii' [Stimulation of Stevia seeds]. Cukrovi burjaky [Sugar beet], no. 5, pp. 8–12.
7. Stefanjuk, V.J., Endrizhijevs'ka, L.P., Saganova, T.P. Svidoctvo pro Derzhavnu reejstraciju sortu stevii' Galyna [Certificate of State Registration of Stevia Variety Galina], no. 171053.
8. Stefanjuk, V.J., Endrizhijevs'ka, L.P., Saganova, T.P. Svidoctvo pro Derzhavnu reejstraciju sortu stevii' Maryna [Certificate of State Registration of Stevia Marina], no. № 171054.
9. Stefanjuk, V.J., Endrizhijevs'ka, L.P., Saganova, T.P. Svidoctvo pro Derzhavnu reejstraciju sortu stevii' Kateryna [Certificate of State Registration of Stevia Katerina], no. 171055.
10. Stefanjuk, V.J., Bondarenko, V.M., Balan, V.M. (2015). Sposib stymuljacii' nasinnja stevii' (*Stevia Rebaudiana Bertoni*) [The method of stimulation of Stevia seeds (*Stevia Rebaudiana Bertoni*)]. Patent Ukraine, no. 201412016.
11. Stefanjuk, V.J., Bondarenko, V.M., Balan, V.M. (2017). Sposib rozmnozhenija stevii' (*Stevia Rebaudiana Bertoni*) [Stevia breeding method (*Stevia Rebaudiana Bertoni*)]. Patent Ukraine, no. 201703540.

Биологические и агротехнические основы выращивания (размножения) стевии (*Stevia rebaudiana Bertoni*) в Лесостепи и Степи Украины

Эрмантраут Э.Р., Стефанюк В.И.

Теоретически обосновано и практически доказано необходимость выращивания стевии медовой в Лесостепи и Степи Украины. На основе анализа биологических особенностей, адаптивного потенциала и сортов разработаны способы размножения и основные элементы технологии выращивания стевии медовой.

Результаты исследований. Рекомендуемая технология обеспечила максимальную реализацию биологического потенциала растений стевии медовой, что проявляется в более интенсивном росте и развитии растений, значительному повышению урожайности зеленой массы и сухих листьев по сравнению с контролем соответственно на 6,2 и 1,1 т/га.

Для получения урожайности сухих листьев стевии на уровне 3,5–4,0 т/га рекомендуется высевать сорта отечественной селекции нового поколения: Галина, Марина, Екатерина; предложен способ размножения стевии (Патент № 119472, 2017). За годы апробации годовой экономической эффект составил 585,1 тыс. грн.

Выводы. 1. Теоретической основой рекомендованной технологии выращивания стевии является определение закономерностей формирования листовой массы, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза в зависимости от сортового состава элементов технологии выращивания и погодных условий вегетационного периода.

2. Для урожайности сухих листьев стевии медовой на уровне 3,5–4,0 т/га рекомендуется:

- выращивать её в регионах, где сумма осадков за год составляет 460–560 мм, в т. ч. за вегетационный период – 322–460 мм, запасы влаги в слое почвы 100 см - 150-180 мм, сумма температур за период активной вегетации – 2450–2800 °С, ГТК – 0,8–1,3;

- высевать сорта отечественной селекции: Надежда, Славутич, Галина, Марина, Екатерина.

3. Выращивать стевию медовую рассадой, высаживая её в третьей декаде мая по схеме 70х16 см.

Ключевые слова: стевия медовая, интродукция, технология выращивания, сорта, способы размножения, удобрения, стимуляция семян, урожайность.

Biological and agrotechnical bases of stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) cultivation in the Forest-steppe and the Steppe of Ukraine**Ermantraut E., Stefaniuk V.**

The necessity of growing stevia in the Forest-Steppe and the Ukrainian Steppe has been theoretically substantiated and practically proved. Breeding methods and basic elements of stevia growing technology are developed on the basis of the plant biological characteristics, its adaptive potential and varieties analysis.

Research results. The recommended technology has ensured the maximum implementation of the biological potential of stevia plants, which is manifested in more intensive growth and development of plants, significantly increased the yield of green mass and dry leaves compared with the control, respectively, by 6.2 and 1.1 t/ha.

In order to obtain stevia dry leaves yield at the level of 3.5–4.0 t/ha it is recommended to sow the new generation varieties of domestic breeding: Halyna, Maryna, Kateryna; stevia propagation method was proposed (Patent No. 119472, 2017). Over the years of testing, the annual economic effect amounted to 585.1 thousand UAH.

Conclusions. 1. The theoretical basis of the recommended stevia cultivation technology is the determination of the patterns of leaf mass formation, photosynthetic potential and the net productivity of photosynthesis depending on the varietal composition of the elements of growing technology and weather conditions of the growing season.

2. To get a yield of stevia dry leaves at the level of 3.5–4.0 t/ha it is recommended:

- to grow stevia in the regions where the annual amount of precipitation year is 460–560 mm, including 322–460 mm for the vegetation period, the moisture content in 100 cm soil layer – 150–180 mm, the amount of temperature during the period of active vegetation – 2450–2800 °C, STC – 0.8–1.3;

- to sow varieties of domestic breeding: Berehynya, Slavutych, Halyna, Maryna, Kateryna.

3. Growing stevia by seedlings method should be carried out on May 20–30 in a 70x16 cm pattern.

Key words: stevia, introduction, cultivation technology, varieties, reproduction methods, fertilization, seeds stimulation, yield.

Надійшла 23.04.2019 р.

УДК 631.51:631.445.25:633.15:631.582

МАЛІЄНКО А.М.

БОРИС Н.Є.

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

agrokaktys@ukr.net

**ТИПОВІСТЬ ГІДРОТЕРМІЧНИХ УМОВ ЗОНИ
ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ ТА ЇХ ВПЛИВ
НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ**

Мета. На основі проведеного аналізу встановлено вплив способу основного обробітку ґрунту та динамічних змін гідротермічних умов впродовж вегетаційного періоду на продуктивність рослин кукурудзи. Вивчено та детально проаналізовано гідротермічні умови України протягом останніх десятиліть, що дозволяє в широкому діапазоні окреслити тенденцію як зростання, так і істотного зниження опадів і змін температурного режиму.

Матеріал і методи дослідження. Типовість гідротермічних умов (ГТК) визначали за сумою опадів і середньодобовою температурою повітря за певний період вегетації культури, таким чином формували варіаційний ряд даних, який піддавали аналізу.

Результати дослідження. Встановлено позитивну дію глибокого чизельного обробітку, який проводили на 43–45 см на продуктивність кукурудзи з рекордною урожайністю зерна серед інших способів основного обробітку ґрунту – 9,47 т/га. Це свідчить про істотну ефективність такого розпушування сірого лісового ґрунту легкого гранулометричного складу, характерною особливістю якого є маломіцна структура з низькою водостійкістю агрегатів та невисокою природною родючістю.

Обговорення. Типовість та мінливість гідротермічних умов дозволяють окреслити тенденцію як зростання, так і істотного зниження суми опадів. У роки з несприятливим ГТК впродовж червня–вересня на 25–36 мм з K_i знаходився в діапазоні від істотно до екстремально зниженого (–1,13...–3,71). В роки з оптимальними умовами за ГТК встановлено тенденцію до підвищення місячної суми опадів у травні, червні та вересні на 22, 16 та 21 мм відповідно, та зниження місячної суми опадів у липні та серпні на 23 і 14 мм.

Висновки. Впродовж 2005–2016 рр. спостерігали неоднорідність та нетиповість розподілу опадів, а також підвищення середньодобової температури повітря як по місяцях, так і в цілому за вегетаційний період. Проаналізувавши гідротермічні умови та зміни, які відбулися за 12-річний період, можна константувати про достатній рівень забезпечення опадами у травні–червні та їх дефіцит впродовж липня–серпня, що й підтвердилось при аналізі впливу цих факторів на продуктивність культури.

Ключові слова: гідротермічні умови, гідротермічний коефіцієнт (ГТК), вегетаційний період, продуктивність кукурудзи.

doi: 10.33245/2310-9270-2019-146-1-55-64

Постановка проблеми. Гідротермічні умови України протягом останніх десятиліть почали істотно змінюватися. Це може призвести до зміщення кліматичних сезонів, зміни тривалості вегетаційного періоду (залежно від зони та біологічних особливостей рослин, скорочуватись або розширюватись), зменшення тривалості залягання стійкого снігового покриву, зміни водних ресурсів місцевого стоку. Середньорічна температура повітря за 1991–2010 рр. зросла на 0,8 °С, за період з 1991 по 2016 р. – на 1,0 °С, а вже в 2017 р. – на 1,8 °С відносно кліматичної норми [17, 19]. Зміни, які відбулися за річний цикл, свідчать про підвищення середньодобової температура повітря у грудні–січні на 1,9–2,0 °С, березні – 2,3 °С, квітні – 0,5 °С, серпні – 1,6 °С, вересні–жовтні – 1,4–2,0 °С. Зокрема за вегетаційний період пізніх ярих культур (травень–вересень), відбулося зростання температури повітря на 1,0–1,5 °С по всій території України [1, 3, 7, 10] (рис. 1).

Необхідно відмітити, що відбулися істотні зміни відносно кліматичної норми в розподілі атмосферних опадів та загалом у їх кількості. Помітними є зміни інтенсивності та характеру випадання на усій території України [1, 7, 21]. В підтвердження змін гідротермічних умов та їх типовості чи нетиповості в зоні Правобережного Лісостепу (з прив'язкою координат до пілотного району розташування: Київ; ширина 50°, 35°; довгота 30°, 42°; висота 186 м), слід зазначити про особливості 2014 р., де в травні за I декаду місяця впродовж 4 днів випало 23 мм опадів – 132 % до норми, а в III декаду за ту ж кількість днів сума опадів була вище норми на 230 % (рис. 2).

Нетиповими були гідротермічні умови II декади травня, де впродовж 5 днів випало 93 мм – 721 % до норми. Кількість днів із опадами становила 13, а сума відповідала 173 мм, ця кількість опадів була найбільша за весь проаналізований період. Це підтверджує факт зростання кількості опадів зливого характеру в першу половину вегетації пізніх ярих культур. Аномальними був 2015 р., за

період вегетації кукурудзи рівень опадів був істотно нижчий середніх багаторічних показників. Поряд із дефіцитом вологи, спостерігали підвищення температури повітря за вегетаційний період на 3,2 °С. За ГТК вегетаційний період у 2015 р. був посушливим – 0,39. Так у травні та липні він склав 0,60–0,79, що відповідає посушливому рівню, а в червні та серпні 0,12–0,16 – сухо (рис. 2).

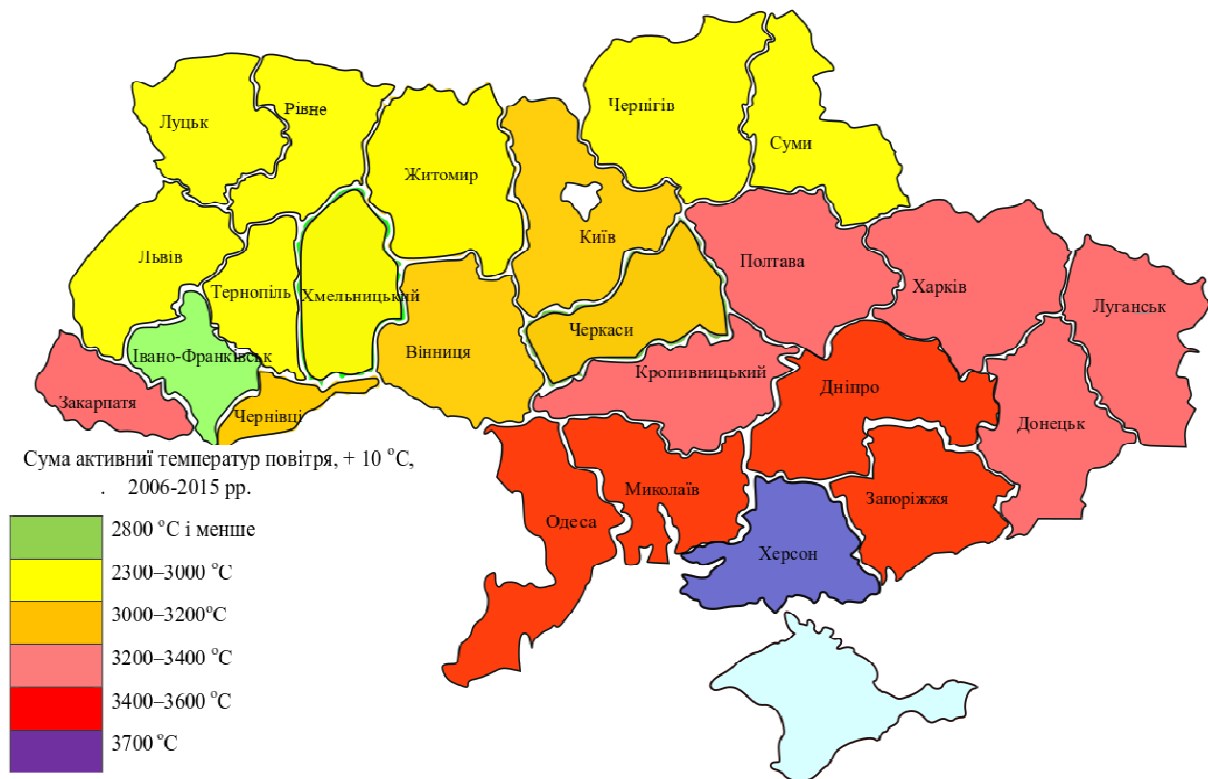


Рис. 1. Зміна суми активних температур +10 °С, 2006–2015 рр. [2].

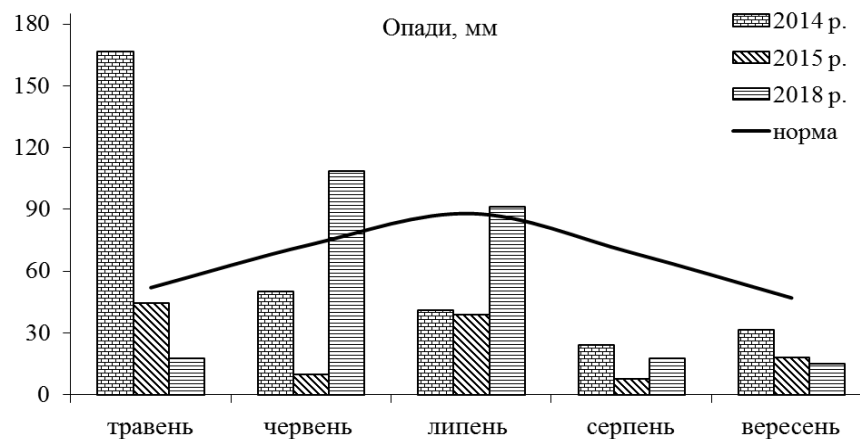


Рис. 2. Динаміка опадів за вегетаційний період кукурудзи, мм.

Аналіз останніх досліджень. Кукурудза є високопродуктивною сільськогосподарською культурою універсального призначення, яку вирощують на продовольчі – 20–25 %, кормові – 60–65 і технічні цілі – 15–20 % [12, 13]. Підвищення її урожайності можливо за рахунок удосконалення елементів технології вирощування з урахуванням біологічних особливостей. Ріст і розвиток кукурудзи, отримання високих врожаїв, а також поліпшення якості основної продукції визначається факторами антропогенного походження і погодними умовами [11].

Сьогодні недобір урожаю зернових культур [14] і кукурудзи може сягати 45–50 % за умов дефіциту вологи, а за поєднання декількох несприятливих явищ – 70 % і більше [8, 12, 13, 20]. В більшості випадків загрозу посівам кукурудзи спричиняють погодні умови, також мають міс-

це такі чинники як нехтування біологічними вимогами культури при виборі того чи іншого гібриду для зони сіяння, агротехнічні заходи, попередники, засоби захисту, удобрення, які в комплексі формують сприятливі умови для забезпечення потреб та реалізації потенціалу рослин.

Вимоги рослин кукурудзи до вмісту вологи у ґрунті в початковій фазі розвитку невисокі – 30 мм/місяць, найбільша кількість вологи рослинами споживається у фазу ВВСН 51:83, а необхідна кількість опадів в цей період – 80–120 мм/місяць [1, 5]. Недостатнє забезпечення вологою зумовлює істотне зниження ефективності елементів технології вирощування культур [9, 16, 18].

Для реалізації потенціалу кукурудзи важливим є не лише кількість опадів за вегетацію, а і їх розподіл впродовж вегетації. Відомо, що 50–70 % продуктивних витрат вологи припадає на першу половину вегетації культури, від сівби до викидання волоті. Водний дефіцит у фазі розвитку ВВСН 61:75 викликає порушення процесів запилення, внаслідок чого спостерігається зменшення кількості зерен у качані, а дефіцит вологи після запилення спричиняє зменшення їх загальної маси. Оподи в період досягання зерна практично не використовуються рослинами, а залишаються для культури, яка вирощуватиметься після кукурудзи [1].

Мета дослідження полягає у встановленні впливу способу основного обробітку ґрунту та гідротермічних умов вегетаційного періоду на продуктивність кукурудзи.

Матеріал і методи дослідження. Типовість гідротермічних умов та вплив способу основного обробітку ґрунту на продуктивність кукурудзи вивчали в тривалому стаціонарному досліді відділу обробітку ґрунту та боротьби з бур'янами ННЦ «Інститут землеробства НААН». Під кукурудзу проводили такі обробітки ґрунту: оранка на 28–30 см (контроль), плоскорізне розпушування на 28–30 см, чизельне розпушування на 43–45 см та дискування на 10–12 см. Дослідження проводили на фоні внесення під кукурудзу $N_{100}P_{80}K_{80}$ та заробляння побічної продукції попередника – 5,5–6,0 т/га. Ґрунт – сірий лісовий крупнопилувато-легкосуглинковий, який утворився на карбонатному лесовидному суглинку.

Типовість погодних умов визначали за кількістю опадів і середньодобовою температурою повітря за певний місяць вегетації культури, таким чином формувалася варіаційний ряд даних, який піддавали аналізу. Типовість гідротермічних умов виражали через K_i згідно з методикою, розробленою Ю.П. Маньком [9]. Рівень мінливості погодних умов проводили шляхом порівняння із середнім багаторічним показником, який є контролем та нормою для оцінки конкретного вегетаційного року та проведеного щорічного аналізу. Коефіцієнт істотності відхилень гідротермічних умов від багаторічної кількості проводили за методичними рекомендаціями.

Для встановлення зв'язку залежності між двома процесами, які є взаємопов'язані і неможливі за відсутності одного із них, а також оцінювання тісноти зв'язку цієї залежності застосовували кореляційний аналіз, що дозволяє зробити висновки про дію однієї змінної (урожайність) на основі іншої (гідротермічні умови, спосіб основного обробітку ґрунту). За встановленим коефіцієнтом кореляції було оцінено тісноту зв'язку за шкалою співвідношень Чеддока. У якості статистичного показника використовували коефіцієнт детермінації – r^2 , який характеризує в якій мірі мінливість y – результативна ознака – урожайність, пояснюється x – факторною ознакою – гідротермічні умови [15].

Результати дослідження. Проведений аналіз гідротермічних умов за 12-річний період свідчить про неоднорідність розподілу опадів протягом вегетації кукурудзи у розрізі років. У більшості з них перша половина вегетації (травень–червень) характеризувалася таким рівнем опадів: у 5-ти із них він був оптимальним – 49,0 мм, впродовж 4-х – неістотно зниженим – 37,0 мм, а впродовж 3-х – місячна сума опадів становила в середньому 128 мм і була завищеною на 78 мм, або 146 % до норми. Тоді як у другій половині вегетації рослин (липень–серпень), навпаки, спостерігали їх зниження (рис. 3).

За період 2005–2016 рр., несприятливі гідротермічні умови в липні спостерігали протягом 5-ти років, а дефіцит опадів склав 57–67 %. Особливо посушливими були 2012 і 2013 рр., сума опадів за місяць була на 90–95 % нижчою від середніх багаторічних показників. Коефіцієнт типовості (K_i) в ці роки був екстремально низьким –1,66...–2,88. У липні–серпні впродовж 5-ти років типовість гідротермічних умов виражалася як екстремально (K_i –2,48...–2,88) та істотно (K_i –1,66...–1,85) зниженими, а впродовж 3-х років неістотно (K_i –0,46...–0,99) зниженими. Сума опадів впродовж цих років була нетиповою для Правобережного Лісостепу (рис. 3, табл. 1).

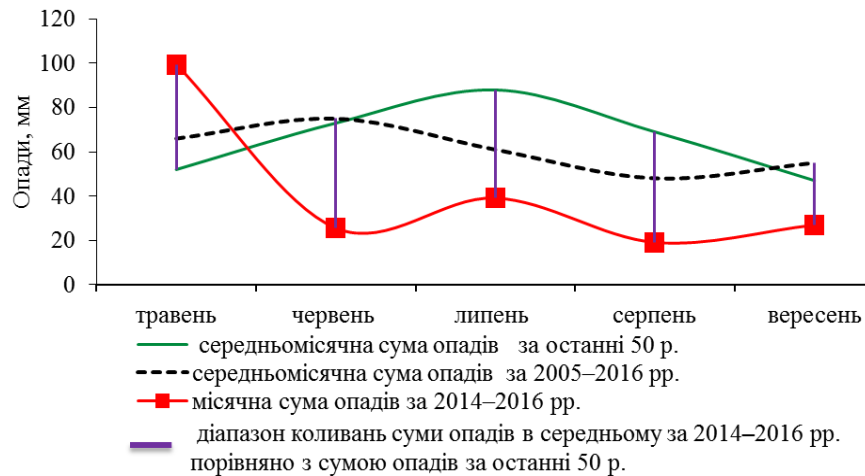


Рис. 3. Розподіл опадів за вегетаційний період кукурудзи.

Таблиця 1 – Коефіцієнт типовості (K_i) гідротермічних умов за вегетаційний період кукурудзи на зерно, 2005–2016 рр.

Рік	Коефіцієнт типовості (K_i)									
	опадів					температура повітря				
	травень	червень	липень	серпень	вересень	травень	червень	липень	серпень	вересень
2005	0,08***	0,41**	-1,66 ^{oo}	0,51**	-1,13 ^{oo}	0,59**	0,10***	0,69**	1,42*	1,59*
2006	1,88*	1,13*	-0,46 ^{ooo}	-0,43 ^{ooo}	-0,24***	-0,28***	0,07***	0,56**	0,45***	0,56**
2007	-0,09***	0,36***	0,69**	0,84**	-0,48 ^{ooo}	1,09*	0,66**	0,70**	0,95**	0,32***
2008	-0,46 ^{ooo}	0,92**	-0,13***	-1,34 ^{oo}	0,49**	-0,24***	0,26***	0,40**	0,77**	-0,11***
2009	-0,78 ^{ooo}	-0,49 ^{ooo}	-2,48 ^o	-2,57 ^o	-1,75 ^{oo}	-0,04***	0,68**	0,89**	0,04***	1,48*
2010	0,09***	-1,38 ^{oo}	0,46**	-1,29 ^{oo}	0,95**	0,50**	1,29*	1,18*	1,37*	0,23***
2011	-0,40 ^{ooo}	0,96**	1,06*	-0,26***	-0,45 ^{ooo}	0,57**	1,19*	0,91**	0,19***	0,72**
2012	0,13***	0,91**	-1,69 ^{oo}	0,85**	-0,32***	0,94**	-0,16***	1,23*	0,57**	0,98**
2013	-0,29***	-0,27***	-0,99 ^{ooo}	-0,50 ^{ooo}	1,96*	0,97**	1,17*	0,27***	0,46**	-0,43 ^{ooo}
2014	1,95*	-0,39 ^{ooo}	-0,80 ^{ooo}	-0,76 ^{ooo}	-0,25***	0,60**	0,00***	0,96**	0,93**	0,60**
2015	-0,41 ^{ooo}	-3,71 ^o	-2,88 ^o	-3,59 ^o	-1,71 ^{oo}	1,74*	0,92**	1,00**	1,79*	1,35*
2016	1,27*	-2,03 ^{oo}	-1,85 ^{oo}	-1,59 ^{oo}	-0,58 ^{ooo}	0,11***	0,20***	0,11***	1,24*	0,74**

Примітка: шкала наведена згідно з методичними рекомендаціями та градацією [9]

* – екстремально знижений ** – неістотно завищений *** – оптимальний
 ° – екстремально знижений °° – істотно знижений °°° – неістотно знижений

Аномально сухими були 2009 і 2015 рр., а $K_i = -2,57 \dots -3,59$ – екстремально зниженими. Опади у вересні в окремі роки характеризувались як істотно знижені – $K_i = -1,13 \dots -1,75$. Разом з тим у 2013 р. за цей же період їх кількість була надмірною, та прослідковувалося істотне зростання місячної суми опадів ($K_i = 1,96$), що вище від багаторічної їх кількості 353 % (табл. 1), спричинило пізніші від традиційних строки збирання, вищу на 4,0–6,0 % вологість зерна.

Загалом проаналізований нами період типовості та мінливості гідротермічних умов, дозволяє окреслити тенденцію істотного зниження опадів з несприятливим ГТК впродовж червня–вересня на 25–36 мм, а K_i знаходився у діапазоні від істотно ($-1,13 \dots -2,03$) до екстремально ($= \dots -3,71$) зниженого (табл. 1). Разом з тим у роки з оптимальними умовами за ГТК, встановлено тенденцію до підвищення місячної суми опадів у травні, червні та вересні на 22, 16 та 21 мм відповідно. При цьому одночасно відбувалося зниження місячної суми опадів у липні та серпні на 23 і 14 мм (рис. 4).

В останні роки відбувається стрімке зростання середньодобової температури повітря. Протягом 2014–2016 рр. спостерігали найвищу температуру повітря за проаналізований період.

Так, середньомісячна температура повітря у травні та серпні була вище від норми на 4,1 °С, у червні, липні та вересні – на 2,5 і 3,1 °С. Середньодобова температура повітря за вегетаційний період була вище норми на 3,2 °С. Збільшення суми активних температур повітря за вегетацію в зоні Правобережного Лісостепу, дозволяє розширити асортимент гібридів від середньостиглих до середньопізніх гібридів, які є більш продуктивними (рис. 5).

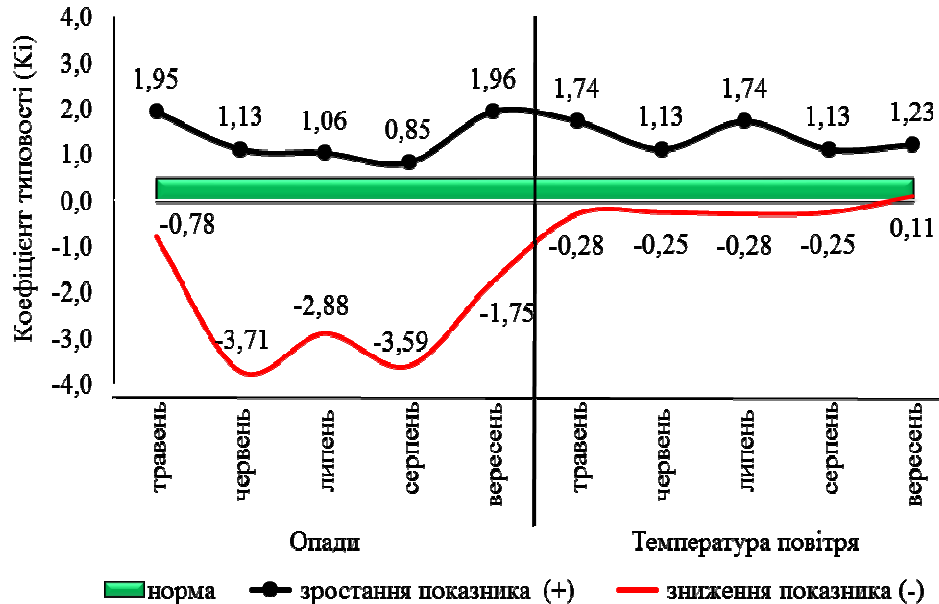


Рис. 4. Типовість гідротермічних умов (K_t) вегетаційного періоду згруповані за умов максимальних і мінімальних відхилень від норми, 2005–2016 рр.

Температурний режим повітря та зміни, які відбувалися за проаналізований вегетаційний період кукурудзи свідчать про зростання температури повітря на 0,3–2,7 °С у липні, на 2,6–4,1 °С у серпні та на 1,7–3,1 °С у вересні (рис. 5). На відміну від опадів, температура повітря є менш критичним показником у формуванні продуктивності кукурудзи. Загрозу складають лише тимчасові сухості під час цвітіння і запилення культури, які можуть відбуватися на фоні тривалої відсутності дощів та призвести до зниження продуктивності посівів кукурудзи.

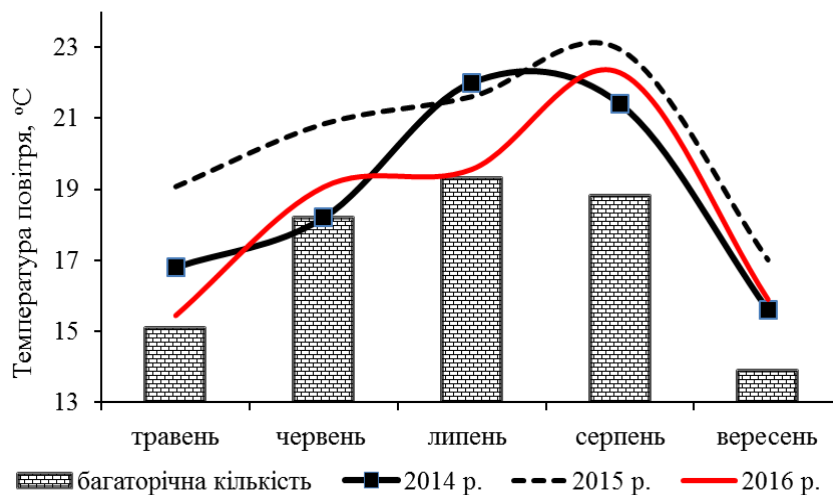
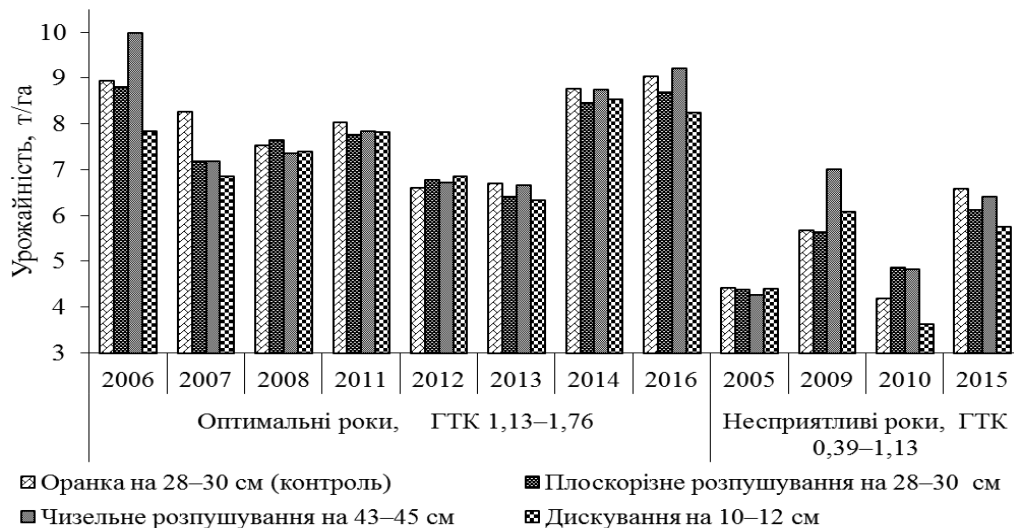


Рис. 5. Температура повітря за вегетаційний період кукурудзи, °С.

Несприятливі гідротермічні умови були в 2005, 2009–2010 і 2015 рр., з кількістю опадів за вегетацію 120–288 мм, що нижче багаторічної норми на 120 мм, або 36 %. Особливістю цих років був дефіцит опадів на рівні 37–61 % у червні–липні, а урожайність зерна становила 3,12–6,51 т/га. У роки із оптимальним ГТК (1,13–1,76) урожайність зерна кукурудзи була в межах від 6,35 до 9,47 т/га (рис. 6).



Примітка: урожайність кукурудзи за 2005–2012 рр. наведено за даними звітів відділу обробітку ґрунту і боротьби з бур'янами ННЦ «Інститут землеробства НААН».

Рис. 6. Вплив способу основного обробітку ґрунту та гідротермічних умов на врожайність кукурудзи, т/га.

Найвищий рівень урожайності (2006 р.) отримали за чизельного розпушування ґрунту – 9,47 т/га, тоді як за дискування на 10–12 см збір зерна був нижчим на 27 %. Зниження урожайності за такого обробітку, порівняно із контролем та чизельним обробітком, в роки з оптимальним ГТК складало 0,75 т/га, а за несприятливих, посушливих умов – 1,35 т/га (рис. 6).

У результаті оцінки залежності між двома змінними, урожайністю та сумою опадів і температурою повітря було встановлено кореляційний зв'язок з прямо та обернено пропорційною залежністю. Встановлено пряму пропорційну залежність між сумою опадів у травні та урожайністю кукурудзи за плоскорізного обробітку $r=0,551$ та чизельного розпушування $r=0,576$, тобто зі зростанням суми опадів у травні відбувалося зростання урожайності зерна кукурудзи. Впродовж червня–липня зв'язок був позитивним, але низьким ($r=0,092\dots-0,300$) за усіх способів основного обробітку ґрунту. Впродовж серпня–вересня кореляційний зв'язок був слабким – $r=0,026\dots-0,185$ і не мав вирішального значення у реалізації потенціалу культури (табл. 2).

Таблиця 2 – Кореляційний зв'язок (r) урожайності з сумою опадів та температурою повітря за різних способів основного обробітку ґрунту

Елемент погоди	Місяць вегетації	Спосіб основного обробітку ґрунту			
		Оранка на 28–30 см (контроль)	Плоскорізне розпушування на 28–30 см	Чизельне розпушування на 43–45 см	Дискування на 10–12 см
Опади	травень	0,496	0,551	0,576	0,467
	червень	0,203	0,234	0,183	0,300
	липень	0,173	0,173	0,092	0,070
	серпень	-0,026	-0,081	-0,185	-0,033
	вересень	-0,093	-0,075	-0,109	-0,118
Температура повітря	травень	-0,245	-0,370	-0,452	-0,347
	червень	-0,317	-0,389	-0,315	-0,407
	липень	-0,524	-0,439	-0,450	-0,522
	серпень	-0,346	-0,323	-0,432	-0,519
	вересень	-0,250	-0,276	-0,137	-0,177

Несприятливі гідротермічні умови, що відображаються у зростанні середньодобової температури повітря та дефіциті опадів негативно позначаються на формуванні продуктивності кукурудзи, про що свідчить коефіцієнт парної кореляції. Впродовж травня–червня за окремих способів основного обробітку ґрунту коефіцієнти кореляції вказують на незначну обернену за-

лежність $r = -0,245 \dots -0,407$, тоді як в липні рівень залежності був середній $r = -0,439 \dots -0,524$ (табл. 2).

Кореляційний зв'язок між урожайністю кукурудзи та гідротермічним коефіцієнтом в оптимальні роки за ГТК мав низьку обернену залежність ($r = -0,224 \dots -0,321$), незалежно від способу основного обробітку. В несприятливі роки за ГТК отримали тісну обернену залежність ($r = -0,830 \dots -0,927$) за плоскорізного розпушування і оранки, та середню обернену залежність ($r = -0,570 \dots -0,665$) за чизельного розпушування і дискування (табл. 3).

Таблиця 3 – Кореляційний зв'язок урожайності кукурудзи з ГТК за оптимальних та несприятливих погодних умов

Погодні умови	Спосіб основного обробітку ґрунту			
	Оранка на 28–30 см (контроль)	Плоскорізне розпушування на 28–30 см	Чизельне розпушування на 43–45 см	Дискування на 10–12 см
Оптимальні за ГТК	-0,321	-0,224	-0,250	-0,320
Несприятливі за ГТК	-0,927	-0,830	-0,570	-0,665

На основі проведених математично-статистичних розрахунків щодо типовості гідротермічних умов (K_i) за рівнем опадів і температурою повітря, встановлено, що умови в розрізі 2005–2016 рр. істотно відрізняються від багаторічних умов за останні 50 років. Відбувається збільшення суми активних температур повітря (+10 °C) за вегетацію кукурудзи в зоні Правобережного Лісостепу, що особливо відрізняються за останні п'ять років, дозволяють розширити асортимент гібридів для сівби з вищим числом ФАО, які є більш продуктивними.

Висновки. Проведений математично-статистичних аналіз дозволяє охарактеризувати особливості та типовість погодних умов 2005–2016 рр., оцінити вплив гідротермічних років та окремих місяців на продуктивність рослин кукурудзи. Особливості динаміки опадів за вегетаційний період кукурудзи свідчить про певні її зміни у часі з тенденцією до підвищення їх кількості у травні–червні та істотного зниження у липні–серпні. Особливо різко зміни кількості опадів проявились у 2011–2015 рр., що дає підстави константувати їх нетиповість. Зміни температури повітря свідчать про зміни клімату зони Правобережного Лісостепу в сторону посушливості.

Оптимальними за гідротермічними показниками для одержання урожаю кукурудзи на рівні 5,83–9,47 т/га виявились умови восьми років – 2006–2008, 2011–2014 і 2016 рр., коли ГТК за вегетацію становив 1,13–1,76. Несприятливими були 2005, 2009–2010 і 2015 рр. з нижчою на 120 мм, або 36 % порівняно з нормою. Особливістю цих років є нижчий на 37–61 % рівень опадів у червні–липні, з урожайністю зерна 3,12–6,51 т/га.

Встановлено, що між гідротермічними умовами в липні та урожайністю існують такі кореляційні зв'язки: тісний за дискування на 10–12 см ($r = 0,75–0,86$), середній – за оранки та чизельного розпушування ($r = 0,49–0,53$), який забезпечував вищу на 6–8 % продуктивність кукурудзи.

У зв'язку з гідротермічними змінами, які відбуваються в зоні Лісостепу, постає питання зміни підходів оцінювання типовості гідротермічних умов, особливо за глобальних змін клімату. Очевидно, що за тривалого проведення експериментів середню багаторічну норму доречно розраховувати за менший проміжок часу, наприклад за останні 15–20 років, які на нашу думку в більшій мірі будуть відображати тенденцію змін, що відбуваються, та характеризувати умови, за яких формується продуктивність культури.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Золотов В.И. Устойчивость кукурузы к засухе – основы биологии, экологии и сортовой агротехники. Днепропетровск: Новая идеология, 2010. 274 с.
2. Adamenko T. Agricultural drought monitoring in Ukraine: Presentation during EvIDENz Workshop 2017. Ukrainian Hydrometeorological Centre.
3. Adamenko T., Prokopenko A. Monitoring Droughts and Impacts on Crop Yields in Ukraine from Weather and Satellite Data. In Use of Satellite and In-Situ Data to Improve Sustainability, Felix Kogan, and others, eds. 2011. URL: <https://link.springer.com/content/pdf/bfm%3A978-90-481-9618-0%2F1.pdf>
4. Аксьонов О.О. Екологічні особливості факторів екології Києва. Вісник НАУ. 2008. № 4. С. 93–95.
5. Шпаар Д. та ін. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання. Київ: Альфа-стевія ЛТД, 2009. 396 с.

6. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
7. Bozhko L.Yu., Barsukov O.A., Adamenko T.I. Agrometeorological conditions of the corn crop in Ukraine. *Mizhvid. Science. Coll. Ukraine meteorology, climatology and hydrology*. Odessa, 2005. 49. P. 285–294. URL: <https://graintrade.com.ua/en/novosti/agrometeorologichni-umovi-v-ukraini-ne-spriyayut-rozvitku-zernovih-kultur.html>
8. Ліпінський В.М. Глобальна зміна клімату та її відгук в динаміці клімату України. Інвестиції та зміна клімату: можливості для України: міжнар. конф. Київ, 10–11 липня. 2002.
9. Манько, Ю.П. Методика оцінки адекватності явищ і технологій у землеробстві. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2007. Вип. 9. С. 26–31.
10. Шевченко О., Власюк О., Ставчук І., Ваколюк М. Оцінка вразливості до змін клімату: Україна. Кліматичний форум східного партнерства (КФСР) та Робоча група громадських організацій зі зміни клімату (РГ НУО ЗК). 2014. 74 с.
11. Підвищення стійкості до змін клімату сільськогосподарського сектору Півдня України. Сентендре, Угорщина Жовтень 2015. Регіональний Екологічний Центр для Центральної та Східної Європи надруковано в Угорщині компанією Turanova. 76 с.
12. Ukraine Corn: Harvest Reports Cite Record Production. Foreign Agricultural Service. USDA 4 December 2018. Office of Global Analysis. URL: <https://ipad.fas.usda.gov/>
13. UkrStat. Statistical yearbook of Kiev oblast. Ukrainian State Statistics. 2018. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
14. Váňová M., Palík S., Hajšlová J., Burešová I. Grain quality and yield spring barley in fields trials under variable growing conditions. *Plant soil environ.* 2006. 52. P. 211–219.
15. Higgins J. The Correlation Coefficient. 2005. URL: http://www.biddle.com/documents/bcg_comp_chapter2.pdf
16. Core Writing Team, Pachauri R.K., Meyer L.A. IPCC. 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: IPCC, 2014. 151 p.
17. Crop Explorer – Commodity Intelligence Reports – Ukraine, Moldova and Belarus. URL: <https://ipad.fas.usda.gov>
18. Tack J., Barkley A., Nalley L.L. Effect of warming temperatures on US wheat yields. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2015. 112 (22). P. 6931–36.
19. Nikolayeva L., Denisov N., Novikov V. «Climate change in Eastern Europe: Belarus, Moldova, Ukraine» in *Climate change in Eastern Europe: Belarus, Moldova, Ukraine*, 60. Environment and Security Initiative (ENVSEC), Zoi Environment Network (ZOI), 2012.
20. Lobell D.B., Burke M.B. On the use of statistical models to predict crop yield responses to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2010. 150 (11). P. 1443–52.
21. Devitt P., Polityuk P. Russia and Ukraine face lower grain crops in 2018 due to dry weather. 23 May 2018. URL: <https://www.agriculture.com/markets/newswire/russia-and-ukraine-face-lower-grain-crops-in-2018-due-to-dry-weather>

REFERENCES

1. Zolotov, V. Y. (2010). Ustojchivost' kukuruzy k zasuhe – osnovy biologii, jekologii i sortovoj agrotehniki [Stability maize to drought – the basics of biology, ecology and quality agrotechnics]. Dnepropetrovsk, New ideology, 274 p.
2. Adamenko, T. Agricultural drought monitoring in Ukraine: Presentation during EvIDENz Workshop 2017. Ukrainian Hydrometeorological Centre.
3. Adamenko, T., Prokopenko, A. (2011). Monitoring Droughts and Impacts on Crop Yields in Ukraine from Weather and Satellite Data. In *Use of Satellite and In-Situ Data to Improve Sustainability*, Felix Kogan, and others, eds. Available at: <https://link.springer.com/content/pdf/bfm%3A978-90-481-9618-0%2F1.pdf>
4. Aksonov, O.O. (2008). Ekolohichni osoblyvosti faktoriv ekolohii Kyieva [Environmental features of environmental factors of Kiev]. *Visnyk NAU [Bulletin of NAU]*, no. 4, pp. 93–95.
5. Shpaar, D. Hinap K., Dreher D., Zakharchenko A., Kalens'ka S. (2009). Kukurudza. Vyroshhuvannja, zbyrannja, konservuvannja i vykorystannja [Maize. Growing, harvesting, preserving and using. Corn. Growing, harvesting, conservation and use]. Kyiv, Alfa-steviya, 396 p.
6. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Kostohryz, P.V., Opryshko, V.P. (2014). Osnovy naukovykh doslidzhen' v agronomii' [Basic research in agronomy]. Vinnytsia, PP «TD «Edelweis i K», 332 p.
7. Bozhko, L.Yu., Barsukov, O.A., Adamenko, T.I. (2005). Agrometeorological conditions of the corn crop in Ukraine. *Mizhvid. Science. Coll. Ukraine meteorology, climatology and hydrology*. Odessa, no. 49, pp. 285–294. Available at: <https://graintrade.com.ua/en/novosti/agrometeorologichni-umovi-v-ukraini-ne-spriyayut-rozvitku-zernovih-kultur.html>
8. Lipinskiy, V.M. Hlobalna zmiana klimatu ta yii vidhuk v dynamitsi klimatu Ukrainy [Global climate change and its response to Ukraine's climate change]. *Investytsii ta zmiana klimatu: mozhlyvosti dlia Ukrainy: Mizhnar. konf. [Investments and Climate Change: opportunities for Ukraine: Intern. conf.]*. Kyiv, July 10–11, 2002.
9. Manko, Iu.P. (2007). Metodyka ocinky adekvatnosti javyssh i tehnologij u zemlerobstvi [Methods of assessing the adequacy of phenomena and technologies in agriculture]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenergetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv [Scientific works of the Institute of Bioenergetic Cultures and Sugar Beet]*, Vol. 9, pp. 26–31.
10. Shevchenko, O., Vlasiuk, O., Stavchuk, I., Vakoliuk, M. (2014). Otsinka vrazlyvosti do zmin klimatu: Ukraina [Assessment of vulnerability to climate change: Ukraine]. *Klimatychnyi forum skhidnoho partnerstva (KFSP) ta Robocha hrupa hromadskykh orhanizatsii zi zminy klimatu (RH NUO ZK) [Eastern Partnership Climatic Forum (KFSP) and Working Group on Civic Organizations on Climate Change (WG NGO ZK)]*, 74 p.
11. Pidvyshchennia stiikosti do zmin klimatu silskohospodarskoho sektoru Pivdnia Ukrainy. Szentendre, Uhorshchyna Zhovten 2015 [Increasing the resilience to climate change in the agricultural sector of the South of Ukraine. Szentendre, Hungary October 2015]. *Rehionalnyi Ekolohichniy Tsentri dlia Tsentralnoi ta Skhidnoi Yevropy nadrukovano v Uhorshchyni*

kompaniieiu Typonova [The Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe was published in Hungary by Typonova], 76 p.

12. Ukraine Corn: Harvest Reports Cite Record Production. Foreign Agricultural Service. USDA 4 December 2018. Office of Global Analysis. Available at: <https://ipad.fas.usda.gov/>

13. UkrStat. Statistical yearbook of Kiev oblast. Ukrainian State Statistics. 2018. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

14. Váňová, M. Palík, S., Hajšlová, J., Burešová, I. (2006). Grain quality and yield spring barley in fields trials under variable growing conditions. *Plant soil environ.* 52, pp. 211–219.

15. Higgins, J. (2005). The Correlation Coefficient. Available at: http://www.biddle.com/documents/bcg_comp_chapter2.pdf

16. Core Writing Team, Pachauri, R.K., Meyer, L.A. (2014). IPCC. 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland, IPCC, 151 p.

17. Crop Explorer – Commodity Intelligence Reports – Ukraine, Moldova and Belarus. Available at: <https://ipad.fas.usda.gov>

18. Tack, J., Barkley, A., Nalley, L.L. (2015). Effect of warming temperatures on US wheat yields. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 112 (22), pp. 6931–6936.

19. Nikolayeva, L., Denisov, N., Novikov, V. (2012). «Climate change in Eastern Europe: Belarus, Moldova, Ukraine» in *Climate change in Eastern Europe: Belarus, Moldova, Ukraine*, 60. Environment and Security Initiative (ENVSEC), Zoi Environment Network (ZOI).

20. Lobell, D.B., Burke, M.B. (2010). On the use of statistical models to predict crop yield responses to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology.* 150 (11), pp. 1443–1452.

21. Devitt, P., Polityuk, P. (2018). Russia and Ukraine face lower grain crops in 2018 due to dry weather. 23 May 2018. Available at: <https://www.agriculture.com/markets/newswire/russia-and-ukraine-face-lower-grain-crops-in-2018-due-to-dry-weather>

Типичность гидротермических условий зоны Правобережной Лесостепи и их влияние на продуктивность кукурузы

Малиенко А.М., Борис Н.Е.

Цель. На основе проведенного анализа было установлено влияние способа основной обработки почвы и динамических изменений гидротермических условий в течение вегетационного периода на продуктивность кукурузы. Изучено и детально проанализировано гидротермические условия Украины в течение последних десятилетий, что позволяет очертить тенденцию как роста, так и существенного снижения осадков.

Материал и методы исследования. Типичность гидротермических условий (ГТК) определяли по сумме осадков и среднесуточной температуре воздуха за определенный период вегетации культуры, таким образом формировали вариационный ряд данных, который подвергали анализу.

Результаты исследования. Установлено положительное действие глубокого чизельного рыхления почвы на 43–45 см на продуктивность кукурузы с рекордной урожайностью зерна среди других способов основной обработки почвы – 9,47 т/га. Это свидетельствует о существенной эффективности такого рыхления серой лесной почвы легкого гранулометрического состава, характерной особенностью которой является малопрочная структура с низкой водостойкостью агрегатов и низким уровнем плодородия.

Обсуждения. Анализ типичности и изменчивости гидротермических условий, позволяет очертить тенденцию как роста, так и существенного снижения осадков. В годы с неблагоприятным ГТК в течение июня-сентября наблюдали снижение осадков на 25–36 мм, а K_c находился в диапазоне от существенно к экстремально пониженного влияния (–1,13...–3,71). В годы с оптимальными условиями по ГТК установлена тенденция к повышению месячной суммы осадков в мае, июне и сентябре на 22, 16 и 21 мм соответственно, и снижение месячной суммы осадков в июле и августе на 23 и 14 мм.

Выводы. В течение 2005–2016 гг. наблюдали неоднородность и нетипичность распределения осадков, а также повышение температуры воздуха как по месяцам, так и в целом за вегетационный период. Проанализировав гидротермические условия и их изменения, которые происходят за 12-летний период, можно констатировать о достаточном уровне обеспечения осадками в мае-июне и их дефицит в течение июля-августа, что и подтвердилось при анализе влияния этих факторов на продуктивность культуры.

Ключевые слова: гидротермические условия, гидротермический коэффициент (ГТК), вегетационный период, производительность кукурузы.

Typical hydrothermal conditions of the Right-bank Forest-step zone and their influence on corn productivity **Malienko A., Borys N.**

Corn is a highly productive crop of universal purpose, which is grown for food – 20–25 %, forage – 60–65 and technical purposes – 15–20 %. Increasing its yield is possible due to the improvement of the elements of the technology of cultivation taking into account biological characteristics. The growth and development of corn, the production of high yields, as well as the improvement of the quality of the main products are determined by factors of anthropogenic origin and weather conditions. Hydrothermal conditions of Ukraine have already begun to change significantly during the last decades, which resulted in a shift in the climatic seasons, changes in the vegetation period duration (depending on the zone and the biological features of the crops it can either decrease or expand), the decrease in the duration of a stable snow cover, changes in water resources of local drainage.

The period 2005–2016 was analyzed for the reliable estimation of the typicality of weather conditions and their influence on the corn productivity under the following basic cultivation methods: ploughing at the depth of 28–30 cm (control), flat-cut tilling at the depth of 28–30 cm, chisel ploughing at the depth of 43–45 cm and disking at the depth of 10–12 cm.

The dynamics of precipitation in the northern part of the Right Bank Forest Steppe during the corn vegetation period for the last 2005–2016 testifies to the noticeable tendency of increasing the amount of precipitation in May–June and their sharp decrease in July–August. It was determined that the conditions for eight years – 2006–2008, 2011–2014 and 2016 were optimal for their hydrothermal indices for the production of corn yields at the level of 5.83–9.47 t/ha. The hydrothermal coefficient for vegetation was 1.13–1.76.

Weather conditions were unfavorable in 2005, 2009–2010, and 2015 with the amount of precipitation for vegetation of 120–288 mm, which is below the long-term amount by 120 mm, or 36 %. The peculiarity of these years was 37–61 % lower precipitation level in June–July with the grain yield of 3.12–6.51 t/ha. The mathematical-statistical analysis allows to characterize features and typicality of weather conditions of 2005–2016 and to estimate the influence of hydrothermal years and separate months on corn crops productivity. It has been established that there is the following correlation between weather conditions in July and the yield of corn: high correlation for disk soil cultivation ($r=0.75-0.86$), the average – for ploughing and chyzel loosening ($r=0.49-0.53$). Thus, the formation of a deep layer of soil with the best water–physical characteristics and fertility in these cultivation modes reduced the dependence of the elements of yield formation from the adverse weather conditions and provided a higher yield of corn by 6.0–8.0 %.

Key words: hydrothermal conditions, hydrothermal coefficient (HTC), vegetation period, corn yield.

Надійшла 16.04.2019 р.

УДК 508.112.14:635.7

КНЯЗЮК О.В.
МЕЛЬНИК І.А.
ГОРБАТЮК В.С.
ЛИТВІН Х.О.

*Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського*

ВПЛИВ СТРОКІВ ВИСАДЖУВАННЯ РОЗСАДИ ТА ШИРИНИ МІЖРЯДЬ НА ФОРМУВАННЯ НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ФЕНХЕЛЯ ЗВИЧАЙНОГО

Метою дослідження було вивчення впливу строків висаджування розсади фенхеля звичайного, оптимального розміщення її на площі на формування продуктивної маси.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили в 2017–2018 рр. на навчально-дослідних ділянках Новоушицького технікуму Подільського державного аграрно-технічного університету.

Результати дослідження. Після висаджування розсади фенхеля звичайного у відкритий ґрунт відмічено, що до фази бутонізації її рослини ростуть повільно (2–3 см за декаду). Від бутонізації до плодоутворення темпи росту рослин збільшуються на 11,0–17,8 см.

Встановлено, що перша пара справжніх листків після висіву насіння в теплиці сформувалася за 10 діб, а п'ята – за 50–55 діб.

Величина площі листків в період бутонізації і плодоутворення рослин фенхеля залежала від строків висаджування розсади. Максимальну її величину у рослини відмічено за строку висаджування 10 травня і ширини міжряддя 45 см – 7,86 см²/м².

Просторове розміщення рослин на площі (ширина міжрядь) впливало на площу листової поверхні, максимальна величина якої відмічена при міжрядді 15 см – 1,30–3,67 см²/м².

Основним показником індивідуальної продуктивності фенхеля звичайного є маса плодів та насіння. В процесі росту і розвитку цієї культури маса рослини та окремих її частин зростала. Змінювалося співвідношення частин зеленої маси. За строку висаджування розсади фенхеля звичайного 10 травня і більш щільного розміщення рослин на площі (міжряддя 15 см) відмічено максимальну врожайність насіння.

Висновки. Визначено оптимальні строки висаджування розсади фенхеля звичайного, їх вплив на формування зеленої маси рослини та збір урожаю. Проведено фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин фенхеля звичайного, встановлено відмінності їх біометричних показників залежно від прийомів технології. Досліджено особливості формування продуктивності цієї культури залежно від строків висаджування розсади та просторового розміщення її на площі. Збільшення ширини міжрядь до 45 см сприяє підвищенню індивідуальної продуктивності фенхеля звичайного (маса рослини, насіннева продуктивність). Більш ранні строки висаджування розсади (20 квітня) сприяли утворенню на рослині більшої кількості пагонів, листків, плодів. Лінійний ріст розсади за раннього строку висаджування (20 квітня) був найбільшим при ширині міжрядь 15 см і становив у період цвітіння фенхеля 38,6 см, що на 12,2 см більше, ніж при міжрядді 45 см.

Ключові слова: фенхель звичайний, строки висаджування розсади, ширина міжрядь, продуктивність, листовий апарат.

doi: 10.33245/2310-9270-2019-146-1-65-73

Постановка проблеми. Незважаючи на велику кількість синтетичних лікарських препаратів, які використовують у сучасній медицині, в останні роки почав відроджуватись інтерес до засобів народної медицини. Природні хімічні сполуки мають високу біологічну активність і нешкідливо діють на людський організм [7, 18, 19]. Фенхель вирощують майже в усіх країнах світу як ефіроолійну, лікарську та овочеву рослину. В Україні культивують у Чернівецькій області. Значно поширений на присадибних ділянках [1, 2, 3]. Фенхель звичайний вирощують за для ефірної олії в листках і стеблах, яка діє спазмолітично, седативно, жовчегінно, покращує травлення, має протизапальну дію. Насіння використовують як приправу [4, 6].

Культура фенхеля відома з давніх часів. Батьківщиною вважають регіони Середземномор'я. Фенхель вирощують у Західній Європі, Індії, Японії [30, 33].

Фенхель культивують також для одержання плодів, що містять 3,5–6 % ефірної олії і 16–20 % жирної олії. Ефірна олія на 60 % складається з анетола – солодкуватої речовини з анісовим ароматом, також містить анісовий альдегід, пінен, камфен, які широко використовують у фармацевтичній, харчовій, парфумерній промисловості [5]. Жирна олія йде на технічні потреби і використовується як замітник олії какао, а шрот використовують як корм (22 % білка) [20].

Фенхель містить багато вітаміну С (50–90 мг%), каротин (6–10 мг%), вітаміни В, Е, РР [21]. У їжу використовують молоді листки та пагони [22]. Вихід олії становить 2–3 % маси сухого листа, а в окремих сортів південного регіону – до 4 % [39, 40]. Її використовують у фармацевтичній, миловарній, харчовій, кондитерській промисловості [28, 29, 31].

Фенхель – красива декоративна рослина і гарний медонос. Сорти. Чернівецький 3, Чернівецький місцевий, Кримський.

Фенхель звичайний (*Faenculus vulgaris*) належить до родини Селерові (*Apiaceae*). Багаторічна рослина, яка в культурі вирощується як одно- або дворічна.

Корінь стрижневий, м'ясистий. Стебло заввишки 1–2 м, галузиться у верхній частині. Листки почергові, голі, перисторозсічені. Суцвіття – складний зонтик. Квітки дрібні, жовті. Плід – двонасіннева сім'янка. Маса 1000 штук насіння 5–6 г.

Фенхель звичайний – теплолюбна та світлолюбна культура. Тривалість вегетаційного періоду – 130–170 діб, сума активних температур для оптимального росту і розвитку повинна становити не менше 2500 °С. До ґрунтів невибагливий. Рослина зацвітає в перший рік вегетації. Цвітіння розтягнене і триває з червня по серпень. Плоди дозрівають у серпні. Тривалість вегетаційного періоду – 110–130 діб. На насіння фенхель збирають у серпні-вересні. Добувають олію, вихід якої в залежності від регіону вирощування олії становить від 2 до 4 % сухої маси. Вона має широке використання в харчовій промисловості і в технічних цілях [28].

Насіння фенхеля проростає за температури 6–8 °С, а сходи з'являються через 12–14 діб і переносять приморозки до - 8 °С. Розмножується насінням, іноді поділом кущів.

Урожайність фенхеля становить в середньому по регіонах України 10–15 т/га. Насіння сушать до вологості 15 % . Для одержання ефірної олії плоди переробляють способом гідродистиляції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У фармацевтичній та науковій літературі приведено систематичну характеристику культури, анатомо-морфологічні особливості рослин та фізіолого-морфологічні процеси [8]. Відомо, що основні площі вирощування фенхеля звичайного в Чернігівській, Сумській, Київській, Полтавській областях. В ближньому зарубіжжі його вирощують в Молдові, Краснодарському краї Росії. Відомі дослідження технології вирощування фенхеля звичайного [15], селекційна робота по створенню його сортів у Правобережному Лісо-степу України [2]. Фенхель звичайний впроваджено у сільськогосподарське виробництво, але технологія його вирощування є недостатньо науково обґрунтованою [1].

Поділля є регіоном сприятливими для вирощування фенхеля звичайного, але щоб отримати високий врожай зеленої маси даної культури потрібно провести підбір сортів та застосовувати оптимальні прийоми технології.

Незважаючи на ряд досліджень по особливостях вирощування фенхеля звичайного, публікацію їх результатів в науковій літературі, є потреба в обґрунтуванні рекомендацій поставлених проблем.

Метою дослідження було вивчення впливу строків висаджування розсади фенхеля звичайного, оптимального розміщення її на площі, на формування продуктивної маси.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили у 2017–2018 рр. на навчально-дослідних ділянках Новоушицького технікуму Подільського державного аграрно-технічного університету.

Ґрунт ділянки – чорнозем опідзолений середньосуглинковий з умістом гумусу 4,1–4,4 %. Азоту легкогідролізованого 8 мг/100 г, P₂O₅ – 8–10 мг/100 г, K₂O – 9–11 мг/100 г, рН–4,8–5,1, вбирних основ – 16–18 мг-екв./100 г, гідролітична кислотність – 4,3–2,7. Достатня кількість мікроелементів (марганцю – 396–900 мг/кг, бору – 11–45, цинку 20–74 мг/кг). Вбирних катіонів Са – 14,97, Mg – 4,00 мг-екв. на 100 г ґрунту. Вологість в'янення рослин – 6,1 %.

Таким чином, ґрунти дослідної ділянки мають задовільну потужність гумусового горизонту, порівняно важкий механічний склад, слабкокисло реакцію ґрунтового розчину і в незначній мірі насичені основами; містять малодоступні для живлення рослин фосфати алюмінію і заліза.

Об'єкт дослідження – ранньостиглий сорт фенхелю звичайного Лідер з вегетаційним періодом 40–50 діб. Повторність досліду – чотириразова. Облікова площа ділянки – 1 м², загальна – 5 м². Фенологічні спостереження проводили в основні фази росту і розвитку рослин згідно з «Методикою державного сортопробування сільськогосподарських культур» [23, 24].

Фенхель звичайний для прискорення вегетаційного періоду, до появи справжніх листків, вирощували в умовах закритого ґрунту. Строк висаджування розсади у відкритий ґрунт фенхеля звичайного – 20.04, 01.05, 10.05 при міжрядді 15, 30, 45 см. Висаджували розсаду у відкритий ґрунт у фазі 5 пари листків за схемою 45x15 см.

Біометричні показники росту і розвитку (лінійний ріст рослин, площа листків) визначались в 3-х несуміжних повторюваностях. Площа листків визначалась за допомогою перевідного коефіцієнта 0,75 з 10 рослин кожної ділянки досліду. Встановлено величину зеленої і сухої маси рослин.

Результати дослідження та їх обговорення. Найбільші урожаї насіння пряно-ароматичних культур формуються у регіонах із сумою плюсових температур за вегетаційний період 2200-2400⁴ та річною кількістю опадів 500–550 мм. Найбільш придатні ґрунти – багаті на кальцій та поживні речовини. Важкі, солонцюваті, підзолисті ґрунти є непридатними для вирощування пряно-ароматичних культур. Впродовж вегетації рослини потребують різної кількості вологи. Найбільш критичний період споживання вологи під час утворення квітконосних пагонів та цвітіння. При досяганні кращі умови створюються за теплої і сухої погоди [13, 14].

Як і інші пряно-ароматичні культури, сівбу фенхеля проводять ранньою весною. Сім'янки фенхеля починають проростати при температурі 4–6 °С, але дружні сходи з'являються при більш високих температурах посівного шару ґрунту 10–15 °С. За таких умов сходи масово з'являються на 12–14 добу. Формування продуктивності фенхеля в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах потребує оптимальних строків сівби, оскільки від цього залежить дружність сходів, енергія проростання насіння та виживання рослин. Тобто, період проростання насіння досить тривалий і повільний ріст рослин на початку вегетації, що впливає на тривалість фенофаз онтогенезу, дозрівання насіння.

Погодні умови в роки досліджень характеризувались нестабільним температурним режимом весняного періоду, а в попередніх дослідженнях з пряно-ароматичними культурами це призвело до тривалого проростання насіння (13–18 діб) та нерівномірності сходів [9, 10, 11]. Важливо для даних культур визначити оптимальні строки сівби, спрямовані на зростання енергії проростання і дружності сходів. Тому в дослідженнях фенхель вирощували розсадним способом, оскільки при цьому скорочується вегетаційний період та зростає продуктивність. Оптимальним періодом висаджування розсади у відкритий ґрунт у фенхеля, як і в інших овочевих культур, є фаза утворення 4–5 листків [16, 17].

Настання фаз росту і розвитку рослин залежить від строків висаджування розсади [12]. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин показали, що до фази бутонізації дана культура росте повільно (в середньому за декаду 2–3 см). Від бутонізації до цвітіння темпи росту фенхеля значно збільшуються (до 10 см). Більш прискорене настання фази бутонізації фенхеля відмічено при його ранньому висаджуванні 20 квітня (табл. 1). За висаджування розсади 10 травня масове цвітіння фенхеля звичайного відмічено лише на 19-ту добу після висаджування, а плодоутворення – на 27-ту добу.

Таблиця 1 – Вплив строків висаджування розсади на проходження фенофаз фенхеля звичайного

Строк висаджування розсади	Строк настання фенофаз (діб від висаджування розсади)		
	бутонізація	початок бутонізації	плодоутворення
20 квітня	5	9	22
1 травня	7	12	24
10 травня	8	11	27

Лінійний ріст розсади за раннього строку висаджування (20 квітня) був найбільший при ширині міжрядь 15 см і становить в період цвітіння фенхеля 38,6 см, що на 12,2 см більше, ніж при міжрядді 45 см.

При висаджуванні розсади 10 травня лінійний ріст в основні фази вегетації фенхеля був нижчим, порівняно зі строком 20 квітня. Як і інші ефіроолійні культури, після фази цвітіння фенхель сповільнює ріст. Даний процес необхідний для перерозподілу поживних речовин, з вегетативної частини рослини до генеративної.

Величина площі листків в період бутонізації і плодоутворення рослин фенхеля залежала від строків висаджування розсади і просторового розміщення на площі. Максимальну її ве-

личину у рослини відмічено за строку висаджування 10 травня і ширини міжряддя 45 см – 4,86 см²/ м² (табл. 2).

Таблиця 2 – Площа листків рослини фенхеля звичайного залежно від фази росту і розвитку та прийомів вирощування, см²/м²

Фаза росту і розвитку	Строк висаджування розсади, дата								
	20.04			1.05			10.05		
	Ширина міжрядь, см								
	15	30	45	15	30	45	15	30	45
Бутонізація	1,30±0,17	1,86±0,17	2,35±0,19	1,24±0,20	1,68±0,16	2,11±0,17	1,67±0,13	2,29±0,19	2,76±0,22
Початок цвітіння	2,12±0,26	2,62±0,27	3,17±0,27	2,03±0,22	2,45±0,25	3,96±0,21	2,03±0,18	2,90±0,19	3,54±0,30
Масове цвітіння	2,44±0,23	3,74±0,24	4,41±0,31	3,17±0,20	3,80±0,23	4,60±0,37	3,09±0,19	4,09±0,32	4,86±0,43

Ріст і розвиток фенхеля характеризується накопиченням маси рослин та окремих частин надземних органів. В процесі росту і розвитку фенхеля спостерігали тенденцію збільшення зеленої маси рослин та окремих її частин (стебел, листків, суцвіть). Так, у фазу цвітіння листко-стеблова маса в цілому складала 8,7–9,7 г загальної маси рослин, а у фазу плодоутворення – 9,1–12,9 г (табл. 3).

Таблиця 3 – Динаміка наростання та співвідношення частин зеленої маси і насіння рослини фенхеля звичайного залежно від ширини міжрядь

Частини зеленої маси	Ширина міжрядь, см					
	15		30		45	
	г	%	г	%	г	%
Фаза росту і розвитку						
Бутонізація						
зелена маса рослини	6,8±0,24	100	6,2±0,20	100	5,6±0,23	100
у т. ч. листки	3,1±0,09	45,6	2,4±0,10	38,7	2,1±0,09	37,5
стебла	3,7±0,12	54,4	3,8±0,14	61,3	3,5±0,11	62,5
Початок цвітіння						
зелена маса рослини	10,4±0,35	100	10,6±0,46	100	11,2±0,52	100
у т. ч. листки	3,9±0,11	37,5	4,1±0,14	38,7	4,3±0,16	38,2
стебла	5,0±0,17	48,1	5,2±0,18	49,1	5,4±0,21	48,3
суцвіття	1,5±0,05	14,4	1,3±0,03	12,2	1,5±0,07	13,4
Плодоутворення						
зелена маса рослини	12,4±0,36	100	13,3±0,49	100	15,1±0,63	100
у т. ч. листки	4,7±0,16	38,0	5,9±0,24	44,4	7,8±0,31	51,7
стебла	4,4±0,15	35,5	4,8±0,19	36,1	5,1±0,21	33,8
плоди	3,3±0,12	26,5	2,6±0,09	19,5	2,2±0,08	14,5

Стебла, листки, суцвіття, плоди в процесі вегетації змінюють своє співвідношення. Найбільша частка листків фенхеля (45,6 %) від загальної маси рослини – у фазу бутонізації при ширині міжрядь 15 см. Протилежну тенденцію спостерігали у зміні приросту маси стебел, які несуть генеративні органи. У фазу бутонізації фенхеля їх маса була найбільшою (62,5 %) при міжрядді 45 см, при плодоутворенні – за міжряддя 30 см (36,1 %).

У фазу бутонізації маса листків фенхеля складала 2,1–3,1 г, або 37,5–45,6 %, а в період плодоутворення – 4,7–7,8 г, або 38,0–51,7 %.

При висаджуванні розсади з міжряддям 15 см маса листків у фазі бутонізації в порівнянні з міжряддям 45 см більша на 8,1 %.

Основним показником індивідуальної продуктивності фенхеля звичайного є маса плодів та насіння. Менш щільне розміщення рослин на площі (міжряддя 45 см) сприяло утворенню більшої маси насіння (4,68 г), оскільки формується підвищена кількість плодів (табл. 4).

Таблиця 4 – Урожай насіння рослини фенхеля звичайного залежно від строків висаджування розсади та ширини міжрядь, г

Строк висаджування розсади, дати	Ширина міжрядь, см		
	15	30	45
20.04	2,44±0,23	3,74±0,24	4,41±0,31
01.05	3,17±0,27	3,80±0,23	4,60±0,37
10.05	3,67±0,29	4,09±0,32	4,68±0,43

Аналіз урожаю насіння фенхеля звичайного показав, що максимальної величини урожай насіння фенхеля звичайного ділянки досліджу досягав за строку висаджування розсади 10.05 при міжрядді 15 см – 111,4 г/м² (табл. 5).

Таблиця 5 – Урожай насіння фенхеля звичайного залежно від строків висаджування розсади та ширини міжрядь, г/м²

Строк висаджування розсади, дати	Ширина міжрядь, см		
	15	30	45
20.04	72,3±3,6	88,8±4,0	79,2±4,4
01.05	96,5±4,3	91,2±3,9	92,8±4,1
10.05	111,4±5,8	96,0±4,5	98,2±4,9

Висновки. Прискорене настання фаз росту і розвитку рослин фенхеля звичайного відмічено при ранньому висаджуванні розсади – 20 квітня. Лінійний ріст розсади за раннього строку висаджування був найбільший при ширині міжрядь 15 см.

Максимальна величина площі листків у рослини фенхеля відмічена за строку висаджування розсади 10 травня і ширини міжряддя 45 см – 4,86 см²/м².

В процесі росту і розвитку фенхеля спостерігали тенденцію збільшення зеленої маси рослин та окремих її частин (стебел, листків, суцвіть).

Індивідуальні показники продуктивності рослини фенхеля звичайного (зелена маса рослини, листків, стебел, плодів) були найбільшими в фазу плодоутворення при ширині міжрядь 45 см. Найбільша частка листків фенхеля (45,6 %) від загальної маси рослини – у фазу бутонізації при ширині міжрядь 15 см. Протилежна тенденція спостерігалась в зміні приросту маси стебел, які несуть генеративні органи. У фазу бутонізації фенхеля їх маса була найбільшою (62,5 %) при міжрядді 45 см, при плодоутворенні – за міжряддя 30 см (36,1 %).

За строку висаджування розсади фенхеля звичайного 10 травня і більш щільному розміщенні рослин на площі (міжряддя 15 см) відмічено максимальну врожайність насіння.

Подальші дослідження будуть направлені на визначення схожості насіння та виживання рослин в процесі вегетації фенхеля звичайного залежно від строків сівби.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бахмат М.І., Ковальчук О.В., Хоміна В.Я., Загородний М.В. Ефіроолійні рослини. Кам'янець-Подільський: «Медобори, 2006», 2012. 312 с.
2. Бойко Е.Ф. *Origanum vulgare* L. и *origanum tyttanthum* gontsch. как лекарственные, эфиромасличные, пряноароматические и декоративные растения. Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». 2009. Том 22 (61). № 2. С. 9–15.
3. Жарінов В.І., Остапенко А. Вирощування лікарських, ефіроолійних, пряноароматичних рослин. Київ: Вища школа, 1994. С. 151–152.
4. Жовтун М.В. Сортові особливості формування продуктивності коріандру посівного залежно від норм висіву та мінерального живлення в Правобережному Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. Київ, 2016.
5. Ільченко, Н.В. Готуємося до літніх застуд: лікувальні властивості спецій та прянощів. Безпека життєдіяльності. 2015. № 10. С. 5–6.
6. Калина В.С. Технологія комплексної переробки жирної коріандрової олії: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.06. Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Харків, 2016. 21 с.
7. Князюк О.В., Козак В.В. Влияние сроков сева на биометрические показатели растений и урожайность лука репчатого. Земледелие и защита растений. № 4. 2017. С. 46–48.
8. Князюк О.В., Козак В.В. Вплив строків сівби та ширини міжрядь на формування продуктивності кропу запашного. Агробіологія: зб. наук. праць. Біла Церква. № 2. 2017. С. 98–101.

9. Князюк О.В., Козак В.В. Формування продуктивності кропу в залежності від прийомів вирощування. Матеріали за XIII міжнародна научна практична конференція, «Ключові въпроси в съвременната наука – 2017», 15-22 април 2017 г. Vol. 10. София: «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2017. С. 48–49.
10. Князюк О.В., Крешун Р.А. Вплив строків сівби та ширини міжрядь на формування продуктивності рослин ромашки лікарської (*Matricaria chamomilla* L.). Агробіологія: зб. наук. праць. Біла Церква, 2016. № 2. С. 107–111.
11. Князюк О.В., Орлюк Л.Л. Вплив строків сівби на продуктивність різностиглих сортів цибулі ріпчастої. Агробіологія. Біла Церква, 2013. Вип. 11. С. 89–91.
12. Князюк О.В., Орлюк Л.Л. Особливості росту та розвитку, формування продуктивності цибулі-ріпки залежно від способу вирощування. Акт. пит. географ., біолог. і хім. наук: зб. наукових праць ВДПУ. Вінниця, 2013. Вип. 10. С. 137–138.
13. Князюк О.В., Шевчук О.А. Вплив прийомів вирощування на врожайність сортів часнику: тези доповіді наук. практ. конф. Технологічні аспекти вирощування часнику. Умань, 2017. С. 34–35.
14. Коваленко О.А., Князюк О.В., Шевчук О.А. Формування продуктивності базилика залежно від прийомів вирощування: матеріали XIV міжнародної науково-практичної конференції. Настоящие исследования и развитие – 2018. София: БялГрад ОДД, 2018. С. 25–27.
15. Козелець Г.М. Агротехнологічні заходи підвищення продуктивності коріандру за підзимового та ранньовесняного строків сівби в Північному Степу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Нац. акад. аграр. наук України, Держ. установа "Ін-т сіл. госп-ва степової зони". Днепропетровск, 2013. 20 с.
16. Костреть І.В., Князюк О.В. Біометричні показники та продуктивність коріандру посівного залежно від строків сівби. Актуальні питання географічних, біологічних і хімічних наук: зб. наук. праць ВДПУ. Вінниця, 2018. Вип. 15. С. 44–45.
17. Котюк Л.А. Якісний і кількісний склад ефірної олії змігеловника молдавського (*DRACOCERPHALUM MOLDAVICA* L.) залежно від фенологічних особливостей та фаз розвитку. Физиология растений и генетика. 2014. Т. 46. № 6. С. 541–548.
18. Котюк Л.А. Вміст аскорбінової кислоти і каротину у сировині пряно-ароматичних рослин родини *Lamiaceae* Lindl. Біологічні Студії. 2013. Том 7. № 2. С. 83–90.
19. Кунах В.Л. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. Київ: Логос, 2005. 730 с.
20. Лавренов В.К., Лавренова Г.В. Современная энциклопедия лекарственных растений. Москва: ЗАО ОЛМА Медиа групп». 2009. 272 с.
21. Ламан Н.А., Копылова Н.А. Исследование биохимического состава некоторых зеленых культур семейства зонтичных как потенциальных источников биологически активных соединений. Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры: матер. Междунар. науч. конф. (Минск 19–22 июня 2012 г.). Минск, 2012. № 2. С. 108–111.
22. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. Вип. 7. Київ: 2000. 144 с.
23. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. Київ: 2000. 100 с.
24. Олія Коріандрова. Технічні умови. Чинний від 2015-05-01. Київ: УкрНДНЦ, 2016. III. 5 с.
25. Пряноці. Коріандр. Технічні умови. Чинний від 2017-01-01. Київ: УкрНДНЦ, 2016. III. 8 с.
26. Рудік Г.О. Морфоструктура суцвіть *Agastache breviflora* (A. Gray) Epling, *A. rugosa* (Fisch. & C.A. Mey.) Kuntze та *A. rupestris* (Greene) Standl. (родина *Lamiaceae*) ex situ. Modern Phytomorphology. 2016. № 10. С. 81–86.
27. Сербін А.І., Сіра Л.М., Слободянюк Т.О. Фармацевтична ботаніка. Вінниця: Нова Книга, 2007. 488 с.
28. Харченко М.С., Королишев А.М., Володарський Р.Й. Лікарські рослини і їх застосування. Київ: Здоров'я, 2011. 255 с.
29. Charles D.J. Cinnamon. Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources. Springer, New York. 2012. P. 231–243. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4310-0_19
30. Cock I.E., Cheesman M.J. Oceania: Antidepressant Medicinal Plants. Herbal Medicine in Depression. 2016. P. 483–527. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-14021-6_10
31. Aprotosoiae A.C. Essential oils of *Lavandula* genus: a systematic review of their chemistry. Phytochemistry Reviews. 2017. Vol. 16. Issue 4. P. 761–799. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11101-017-9517-1>
32. Fajinmi O.O., Olarewaju O.O., Van Staden J. Traditional Use of Medicinal and Aromatic Plants in Africa. Medicinal and Aromatic Plants of the World – Africa. 2017. Vol. 3. P. 61–76. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-024-1120-1_3
33. In vitro flowering, glandular trichomes ultrastructure, and essential oil accumulation in micropropagated *Ocimum basilicum* L. / Manan A.A. et al. In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant. 2016. Vol. 52. Issue 3. P. 303–314. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11627-016-9755-8>
34. Mangalassary S. Indian Cuisine – The Cultural Connection. Indigenous Culture, Education and Globalization. 2016. P. 119–134. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-48159-2_7
35. Najjaa H., Arfa A.B., Máthé Á., Neffati M. Aromatic and Medicinal Plants of Tunisian Arid and Desert Zone Used in Traditional Medicine, for Drug Discovery and Biotechnological Application. Medicinal and Aromatic Plants of the World – Africa. 2017. Vol. 3. P. 157–230. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-024-1120-1_8
36. Sharangi A.B., Acharya S.K. Spices in India and Beyond: The Origin, History, Tradition and Culture. Indian Spices. Springer. 2018. P. 1–11. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-75016-3_1
37. Xie Z., Finley J.W. Herbs and Spices. Principles of Food Chemistry. 2018. P. 457–481. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-63607-8_12
38. Zachariah T.J., Leela N.K. Spices: Secondary Metabolites and Medicinal Properties. Indian Spices. 2018. P. 277–316. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-75016-3_10
39. Zrira S. Some Important Aromatic and Medicinal Plants of Morocco. Medicinal and Aromatic Plants of the World. Africa. 2017. Vol. 3. P. 91–125. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-024-1120-1_5

REFERENCES

1. Bahmat, M.I., Koval'chuk, O.V., Homina, V.Ja., Zagorodnyj, M.V. (2012). Efiroolijni roslyny [Ethereal plants]. Kam'janec'-Podil's'kyj, Medobory, 2006, 312 p.
2. Bojko, E.F. (2009). Origanum vulgare l. i origanum tyttanthum gontsch. kak lekarstvennye, jefiromaslichnye, prjanoaromaticheskie i dekorativnye rastenija [Origanum vulgare l. and origanum tyttanthum gontsch. as medicinal, essential oil, spicy aromatic and ornamental plants]. Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Serija «Biologija, himija» [Scientific notes of the Tauride National University the name of Vernadsky. Series "Biology, Chemistry"], Vol. 22 (61), no. 2, pp. 9–15.
3. Zharinov, V.I., Ostapenko A. (1994). Vyroshhuvannja likars'kyh, efiroolijnyh, prjanosmakovyh roslyn [Cultivation of medicinal, essential oils, spice plants]. Kyiv, High school, pp. 151–152.
4. Zhovtun, M.V. (2016). Sortovi osoblyvosti formuvannja produktyvnosti koriandru posivnogo zalezno vid norm vysivu ta mineral'nogo zhyvlennja v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukraїny: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.01.09 [Varietal features of the formation of coriander sowing productivity depending on the norms of seeding and mineral nutrition in the Right-bank Forest-steppe of Ukraine: author's abstract. dis. Candidate of Agricultural Sciences: 06.01.09]. Nac. un-t bio-resursiv i pryrodokorystuvannja Ukraїny [National University of Bioresources and Natural Resources of Ukraine]. Kyiv.
5. Il'chenko, N.V. (2015). Gotujemosja do litnih zastud: likual'ni vlastyvoli specij ta prjanoshhiv [Prepare for summer colds: the medicinal properties of spices and spices]. Bezpeka zhyttjedijal'nosti [Life Safety], no. 10, pp. 5–6.
6. Kalyna, V.S. (2016). Tehnologija kompleksnoi' pererobky zhyrnoi' koriandrovoi' olii': avtoref. dys. ... kand. tehn. nauk: 05.18.06 [Technology of complex processing of oily coriander oil: author's abstract. dis. Candidate of Technical sciences: 05.18.06]. Nac. tehn. un-t "Harkiv. politehn. in-t" [National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"]. Kharkiv, 21 p.
7. Knjazjuk, O.V., Kozak, V.V. (2017). Vlijanie srokov seva na biometricheskie pokazateli rastenij i urozhajnost' luka repchatogo [The effect of sowing time on plant biometrics and onion yield]. Zemledelie i zashhita rastenij [Agriculture and Plant Protection], no. 4, pp. 46–48.
8. Knjazjuk, O.V., Kozak, V.V. (2017). Vplyv strokiv sivby ta shyryny mizhrjad' na formuvannja produktyvnosti kropu zapashnogo [Influence of sowing lines and row spacings on the formation of fragrant dill productivity]. Agrobiologija: zb. nauk. prac' [Collected works Agrobiology]. Bila Tserkva, no. 2, pp. 98–101.
9. Knjazjuk, O.V., Kozak, V.V. (2017). Formuvannja produktyvnosti kropu v zalezhnosti vid pryjomiv vyroshhuvannja [Formation of dill productivity depending on growing methods]. Materyaly za XIII mezhdunarodna nauchna praktychna konferencyja, «Kljuchovy vpryosy v svremennata nauka – 2017», 15-22 apryl 2017 g [Materials for the XIII International Scientific Practical Conference, "Key Issues in Modern Science – 2017", 15-22 April 2017]. Sofia, Bjal GRAD-BG OOD, Vol. 10, pp. 48–49.
10. Knjazjuk, O.V., Kreshun, R.A. (2016). Vplyv strokiv sivby ta shyryny mizhrjad' na formuvannja produktyvnosti roslyn romashky likars'koi' (Matricaria chamomilla l.) [Influence of sowing rows and row spacings on the production of chamomile plants (Matricaria chamomilla l.)]. Agrobiologija: zb. nauk. prac' [Collected works Agrobiology]. Bila Tserkva, no. 2, pp. 107–111.
11. Knjazjuk, O.V., Orljuk, L.L. (2013). Vplyv strokiv sivby na produktyvnost' riznostyglyh sortiv cybuli ripchastoi' [Influence of sowing dates on the productivity of varieties of lean varieties of onion]. Agrobiologija [Collected works Agrobiology]. Bila Tserkva, Issue 11, pp. 89–91.
12. Knjazjuk, O.V., Orljuk, L.L. (2013). Osoblyvosti rostu ta rozvytku, formuvannja produktyvnosti cybuli-ripky zalezno vid sposobu vyroshhuvannja [Peculiarities of growth and development, formation of productivity of onion-turnips depending on the method of cultivation]. Akt. pyt. geograf., biolog. i him. nauk: zb. naukovykh prac' VDPU [Topical issues of geographic, biological and chemical sciences: collection of scientific works of the VDPU]. Vinnytsia, Issue 10, pp. 137–138.
13. Knjazjuk, O.V., Shevchuk, O.A. (2017). Vplyv pryjomiv vyroshhuvannja na vrozhajnist' sortiv chasnyku: tezy dopovidi nauk prakt. konf. [Influence of methods of cultivation on the yield of garlic varieties: abstracts of reports of sciences practice. conf.]. Tehnologichni aspekty vyroshhuvannja chasnyku [Technological aspects of garlic cultivation]. Uman, pp. 34–35.
14. Kovalenko, O.A., Knjazjuk, O.V., Shevchuk, O.A. (2018). Formuvannja produktyvnosti bazyliku zalezno vid pryjomiv vyroshhuvannja: materyaly XIV mezhdunarodnoj nauchno-praktycheskoj konferencyy [Formation of Basil Productivity Depending on the Methods of Growing: Materials of the XIV International Scientific and Practical Conference]. Nastojashhye yssledovannja y razvytje – 2018 [Current research and development – 2018]. Sofia, BjalGrad ODD, pp. 25–27.
15. Kozelec', G.M. (2013). Agrotehnologichni zahody pidvyshhennja produktyvnosti koriandru za pidzymovogo ta ran-n'ovesnjanogo strokiv sivby v Pivnichnomu Stepu Ukraїny: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.01.09 [Agrotechnological measures to improve the productivity of coriander for the winter and early spring seedlings in the Northern Steppe of Ukraine: author's abstract. dis. Candidate of Agricultural Sciences: 06.01.09]. Nac. akad. agrar. nauk Ukraїny, Derzh. ustanova "In-t sil. gosp-va stepovoi' zony" [National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, State Institution "Institute of Agriculture of the Steppe Zone"]. Dnipropetrovsk, 20 p.
16. Kostrec', I.V., Knjazjuk, O.V. (2018). Biometrychni pokaznyky ta produktyvnost' koriandru posivnogo zalezno vid strokiv sivby [Biometric indices and productivity of sowing coriander depending on the time of sowing]. Aktual'ni pytan'ja geografichnyh, biologichnyh i himichnyh nauk: zb. nauk. prac' VDPU [Topical issues of geographic, biological and chemical sciences: collection of scientific works of the VDPU]. Vinnytsia, Issue 15, pp. 44–45.
17. Kotjuk, L.A. (2014). Jakisnyj i kil'kisnyj sklad efiroi' olii' zmijegolovnyka moldavs'kogo (DRACOCEPHALUM MOLDAVICA L.) zalezno vid fenologichnyh osoblyvostej ta faz rozvytku [Qualitative and quantitative composition of the essential oil of the zeal of the head of the Moldavian (DRACOCEPHALUM MOLDAVICA L.) depending on the phenological peculiarities and phases of development]. Fyzyologija rastenij y genetyka [Plant physiology and genetics], Vol. 46, no. 6, pp. 541–548.

18. Kotjuk, L.A. (2013). Vmist askorbinovoi' kysloty i karotynu u syrovyni prjano-aromatychnyh roslyn rodyny Lamiaceae Lindl [The content of ascorbic acid and carotene in the raw materials of spice-aromatic plants of the family Lamiaceae Lindl]. *Biologichni Studii* [Biological Studios], Vol. 7, no. 2, pp. 83–90.
19. Kunah, V.L. (2005). *Biotehnologija likars'kyh roslyn* [Biotechnology of Medicinal Plants]. Genetychni ta fiziologo-biohimichni osnovy [Genetic and physiological and biochemical bases]. Kyiv, Logos, 730 p.
20. Lavrenov, V.K., Lavrenova, G.V. (2009). *Sovremennaja jenciklopedija lekarstvennyh rastenij* [Modern encyclopedia of medicinal plants]. Moscow, ZAO OLMA Media grup, 272 p.
21. Laman, N.A., Kopylova, N.A. (2012). Issledovanie biohimicheskogo sostava nekotoryh zelenykh kul'tur semejstva zontichnykh kak potencial'nyh istochnikov biologicheskii aktivnykh soedinenij. Introdukcija, sohranenie i ispol'zovanie biologicheskogo raznoobrazija mirovoj flory: mater. Mezhdunar. nauch. konf. (Minsk 19–22 ijunya 2012 g.) [Study of the biochemical composition of some green cultures of the umbrella family as potential sources of biologically active compounds. Introduction, conservation and use of the biological diversity of the world flora: mater. International scientific conf. (Minsk, June 19–22, 2012)]. Minsk, no. 2, pp. 108–111.
22. *Metodyka derzhavnogo sortovyprobuvannja sil'skogospodars'kyh kul'tur* [The method of state variety testing of agricultural crops]. Kyiv, Issue 7, 2000, 144 p.
23. *Metodyka derzhavnogo sortovyprobuvannja sil'skogospodars'kyh kul'tur kul'tur* [The method of state variety testing of agricultural crops]. Kyiv, 2000, 100 p.
24. Olija koriandrova. Tehnichni umovy. Chynnyj vid 2015-05-01 [Coriander oil. Specifications. Effective from 01/05/2015]. Kyiv, UkrNDNC, 2016, III, 5 p.
25. Prjanoshhi. Koriandr. Tehnichni umovy. Chynnyj vid 2017-01-01 [Spice Coriander. Specifications. Effective from 01/01/2017]. Kyiv, UkrNDNC, 2016, III, 8 p.
26. Rudik, G. O. (2016). Morfostruktura sucvit' Agastache breviflora (A. Gray) Epling, A. rugosa (Fisch. & C.A. Mey.) Kuntze ta A. rupestris (Greene) Standl. (rodyna Lamiaceae) ex situ. *Modern Phytomorphology* [Morphostructure inflorescences Agastache breviflora (A. Gray) Epling, A. rugosa (Fisch. & C.A. Mey.) Kuntze and A. rupestris (Greene) Standl. (family Lamiaceae) ex situ. *Modern Phytomorphology*], no. 10, pp. 81–86.
27. Serbin, A.I., Sira, L.M., Slobodjanjuk, T.O. (2007). *Farmaceptychna botanika* [Pharmacopean botany]. Vinnytsia, New book, 488 p.
28. Harchenko, M.S., Korolyshev, A.M., Volodars'kyj, R.J. (2011). *Likars'ki roslyn i i'h zastosuvannja* [Medicinal plants and their application]. Kyiv, Health, 255 p.
29. Charles, D.J. Cinnamon. (2012). *Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources*. Springer, New York, pp. 231–243. Available at: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4310-0_19
30. Cock, I.E., Cheesman, M.J. (2016). Oceania: Antidepressant Medicinal Plants. *Herbal Medicine in Depression*, pp. 483–527. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-14021-6_10
31. Aprotosoae, A.C. (2017). Essential oils of Lavandula genus: a systematic review of their chemistry. *Phytochemistry Reviews*. Vol. 16, Issue 4, pp. 761–799. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11101-017-9517-1>
32. Fajinni, O.O., Olarewaju, O.O., Van Staden, J. (2017). Traditional Use of Medicinal and Aromatic Plants in Africa. *Medicinal and Aromatic Plants of the World – Africa*. Vol. 3, pp. 61–76. Available at: https://doi.org/10.1007/978-94-024-1120-1_3
33. Manan, A.A. (2016). In vitro flowering, glandular trichomes ultrastructure, and essential oil accumulation in micro-propagated Ocimum basilicum L. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*. Vol. 52, Issue 3, pp. 303–314. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11627-016-9755-8>
35. Mangalassary, S. (2016). Indian Cuisine – The Cultural Connection. *Indigenous Culture, Education and Globalization*. pp. 119–134. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-662-48159-2_7
36. Najjaa, H., Arfa, A.B., Máthé, Á., Neffati, M. (2017). Aromatic and Medicinal Plants of Tunisian Arid and Desert Zone Used in Traditional Medicine, for Drug Discovery and Biotechnological Application. *Medicinal and Aromatic Plants of the World – Africa*. Vol. 3, pp. 157–230. Available at: https://doi.org/10.1007/978-94-024-1120-1_8
37. Sharangi, A.B., Acharya, S.K. (2018). *Spices in India and Beyond: The Origin, History, Tradition and Culture*. Indian Spices. Springer, pp. 1–11. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-75016-3_1
38. Xie, Z., Finley, J.W. (2018). Herbs and Spices. *Principles of Food Chemistry*, pp. 457–481. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-63607-8_12
39. Zachariah, T.J., Leela, N.K. (2018). Spices: Secondary Metabolites and Medicinal Properties. *Indian Spices*, pp. 277–316. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-75016-3_10
40. Zrira, S. (2017). Some Important Aromatic and Medicinal Plants of Morocco. *Medicinal and Aromatic Plants of the World. Africa*. Vol. 3, pp. 91–125. Available at: https://doi.org/10.1007/978-94-024-1120-1_5

Влияние сроков высадки рассады и ширины междурядий на формирование семенной продуктивности фенхеля обыкновенного

Князюк О.В., Мельник И.А., Горбатюк В.С., Литвин К.О.

Целью исследования было изучение влияния сроков высадки рассады фенхеля обыкновенного, оптимального размещения ее на площади на формирование продуктивной массы.

Материал и методы исследования. Исследования проводили в 2017–2018 гг. на учебно-опытных участках Новоушицкого техникума Подольского государственного аграрно-технического университета.

Результаты исследования. После высадки рассады фенхеля обыкновенного в открытый грунт отмечено, что к фазе бутонизации ее растения растут медленно (2–3 см за декаду). От бутонизации до плодообразования темпы роста растений увеличиваются на 11,0–17,8 см.

Установлено, что первая пара настоящих листьев после высевы семян в теплице сформировалась за 10 суток, а пятая – 50–55 суток.

Размер площади листьев в период бутонизации и плодообразования растений фенхеля зависел от сроков высадки рассады. Максимальная ее величина в растения отмечена при сроке посадки 10 мая и ширине междурядья 45 см – 7,86 см²/м².

Пространственное размещение растений на площади (ширина междурядий) влияло на площадь листовой поверхности, максимальная величина которой отмечена при междурядье 15 см – 1,30–3,67 см²/м².

Основным показателем индивидуальной производительности фенхеля обыкновенного есть масса плодов и семян. В процессе роста и развития этой культуры масса растения и отдельных ее частей росла. Менялось соотношение частей зеленой массы. При сроке высадки рассады фенхеля обыкновенного 10 мая и более плотного размещения растений на площади (междурядья 15 см) отмечена максимальная урожайность семян.

Выводы. Определены оптимальные сроки высадки рассады фенхеля обыкновенного, их влияние на формирование зеленой массы растения и сбор урожая. Проведены фенологические наблюдения за ростом и развитием растений фенхеля обыкновенного, установлены различия их биометрических показателей в зависимости от приемов технологии. Исследованы особенности формирования продуктивности этой культуры в зависимости от сроков высадки рассады и пространственного размещения ее на площади. Увеличение ширины междурядий (до 45 см) способствует повышению индивидуальной производительности фенхеля обыкновенного (масса растения, семенная продуктивность). Более ранние сроки высадки рассады (20 апреля) способствовали образованию на растении большего количества побегов, листьев, плодов. Линейный рост рассады при раннем сроке высадки (20 апреля) был наибольшим при ширине междурядий 15 см и составлял в период цветения фенхеля 38,6 см, что на 12,2 см больше, чем при междурядье 45 см.

Ключевые слова: фенхель обыкновенный, сроки высадки рассады, ширина междурядий, продуктивность, листовой аппарат.

Seedlings planting terms and row spacings influence on fennel seed yield formation

Knyazyuk O., Melnyk I., Horbatyuk V., Lytvin Kh.

Fennel is a perennial plant though the crop is used as biennial. Growing fennel seedlings and planting it in open ground at the phase of 4–5 leaves reduces the growing season and increases crop productivity of the plant. The beginning of growth phases and development of fennel plants depends on the seedlings planting time. The accelerated process of the crop budding phase is noted at its early planting on April 20. The large-scale flowering of fennel was noted only 19 days after planting and fruit formation – after 27 days for seedlings planting on May 10.

It was found that linear growth of seedlings at the early stage of planting (April 20) was the largest at row spacing of 15 cm and was 38,6 cm at the flowering period of fennel, that is 12,2 cm larger than in the 45 cm row spacing.

The linear growth of crops in the main phases of fennel vegetation was lower for planting seedlings on May 10 compared to April 20.

A faster acceleration of the growth and development phases as well as linear growth of fennel was noted for early planting of seedlings – on April 20.

After planting fennels seedlings in the open ground, it was found that plants grow slowly (2–3 cm per decade) until the budding stage, and from the budding to fruit formation stage the growth rate of plants increased by 11.0–17.8 cm.

Phenological observation of fennel plants leaf apparatus formation was carried out immediately after the shoots appearance. It was established that the first pair of true leaves formed in 10 days after sowing of seeds in the greenhouse, and the fifth pair of leaves – in 50–55 days.

The leaves weight grew most during the budding stage – the fruit production of fennel plants depended on the seedlings planting time. The maximum value was noted for planting on May 10 and for 45 cm row spacing and made 10.86 g.

The main indicator of fennel performance is its fruits and seeds weight. Plant mass and its individual parts grew and the ratio of green mass parts changed during the growth and development of the crop.

Thus, the leaves weight on the experimental sites was 2.1–3.1 g or 37.5–38.3 % at the budding phase. Leaves weight was 4.7–7.8 cm²/m² or 38.0–51.7 % during the fennel fruit formation.

At the budding phase the leaves weight increased by 8.1 % for planting the seedlings with an intermediate row of 15 cm (compared to 45 cm row spacing) respectively, and the leaves weight was 13,7 % higher by the fruit formation time. The plants density in the area (intermediate row 15 cm) contributed to increase in individual fennel productivity (green mass of plants). The maximum yield of fennel seeds in the experimental sites was noted for the row spacing of 45 cm – 5.9 kg/10 m².

Thus, the most favorable conditions for fennel growth and development are under seedling planting on April 20, as the maximum yield is noted here. The denser placement of plants in the area (15 cm spacing) contributes to individual productivity increase (green plant weight, including leaves and stalks). Increasing the row width (up to 45 cm) contributed to the maximum yield of fennel seeds up to 5,9 kg/10 m².

Key words: fennel, seedlings planting terms, row width, productivity, leaf apparatus.

Надійшла 15.04.2019 р.

УДК 602.7:634.54

АНДРІЄВСЬКИЙ В.В.
ВРУБЛЕВСЬКИЙ А.Т.
ФІЛПОВА Л.М.
МАЦКЕВИЧ В.В.

Білоцерківський національний аграрний університет

МАЦКЕВИЧ О.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ПРОБЛЕМИ МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ ФУНДУКА

Постановка проблеми. Фундук – цінна горіхоплідна культура, яка в економічному плані є досить прибутковою. Стимулюючим чинником для масштабного вирощування фундука в Україні є малі коефіцієнти розмноження звичайними методами. Альтернативою для вирішення цієї проблеми може бути метод мікроклонального розмноження, який наразі активно впроваджують із комерційною метою. Складнощі МКР фундука є на кожному з етапів цієї технології: 1) введення в асептичні умови; 2) мультиплікація *in vitro*; 3) індукція ризогенезу; 4) постасептична адаптація.

Мета. У статті проаналізовано проблемні аспекти мікроклонального розмноження фундука та запропоновано шляхи їх вирішення на основі результатів власних досліджень. Зокрема, вивчено вплив фенолоутворення, поживного середовища, типу, концентрації та методу аплікації фітогормонів на коренеутворення та проліферацію мікропагонів.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили в стандартних лабораторних умовах. Об'єкт досліджень – рослини фундука сортів Трапезунд, Сірена, ліщина ведмежа. Встановлено, що процеси ризогенезу та проліферації індуються трофічними та гормональними детермінантами.

Результати дослідження та обговорення. Для оптимізації процесу мікроклонального розмноження фундука рекомендується використовувати поживне середовище DKW. Виявлено, що активоване вугілля та часте пересаджування експлантів на початкових етапах нейтралізує фенолоутворення. Для подолання проблем фенолоутворення встановлено ефективність ряду таких заходів як культивування маточних рослин за розсіяного світла в умовах депозитарію; введення рослин шляхом виділення меристем, пробуджених бруньок; додавання в живильне середовище біоциду PPM (Plant Preservative Mixture); додавання в живильне середовище ПВП (полівінілпіролідон). На етапі мультиплікації в живильне середовище додають 1,5 мг/л бензиламінопурину. Нами випробувано вплив різних концентрацій активованого вугілля на ризогенез на фоні 3 мг/л ауксину індолілмасляної кислоти. Активоване вугілля затінює живильне середовище, адсорбує токсини, тому ефективно впливає на кореневе утворення. Серед порівнюваних концентрацій оптимальною була 2,5 г/л середовища.

Висновки. Показано можливість використання вологої камери для постасептичної адаптації регенерантів. Обробка рослин та субстрату фунгіцидом Превікур Енерджи 840 sl в.р.к. покращує їх приживання та стимулює ріст.

Ключові слова: мікроклональне розмноження, деконтамінація, фенольне самоотруєння, фітогормони, індукція коренеутворення, постасептична адаптація.

doi: 10.33245/2310-9270-2019-146-1-74-84

Постановка проблеми. На сьогодні фундук переходить із малопоширеної нішевої культури в стратегічну культуру, з якою аграрний бізнес України виходить на міжнародні ринки. Однак стимулюючим чинником для масштабного його вирощування є малі коефіцієнти розмноження звичайними методами [1]. Новітні методи мікроклонального розмноження (далі – МКР) фундука лише починають виходити за межі суто наукових лабораторій *in vitro*. Серед наукових установ України відомі праці науковців Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАНУ [2, 3], Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького [4], БНАУ[5]. Водночас сучасний бізнес працює над розробкою технологій МКР, часом випереджаючи вітчизняну науку. В останні роки МКР фундука успішно займається ряд комерційних лабораторій, зокрема, ТОВ «НВЦ «Ін Вітро Планта» (Одеська обл.) під керівництвом к. б. н. Корні Т.М. [6], екоферма «Ковчег» (Дніпропетровська обл.) [7], ТОВ «Lucky PLANTS» (м. Київ) [8].

Проблемні ділянки МКР фундука є на кожному з етапів цієї технології: 1) введення в асептичні умови; 2) мультиплікація *in vitro*; 3) індукція ризогенезу; 4) постасептична адаптація.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На першому етапі постає необхідність не просто ввести в асептичні умови, а й оздоровити рослинний матеріал. За проведеними Г.А. Тарасенко обстеженнями дослідних, виробничих та декоративних насаджень представників роду *Corylus* на території НДП «Софіївка» НАНУ, а також завдяки використаним автором методам досліджень встановлено, що найпоширенішими були віруси: вірус мозаїки яблуні (ВМЯ), вірус хло-

ротичної кільцевої плямистості, вірус некротичної кільцевої плямистості, а також змішана вірусна інфекція [9, 10]. Колчанова О. В., Обозний О. І., що високе ураження грибною інфекцією зародків та сім'ядоль фундука, тому як експланти використовували апікальні меристеми бруньок [4]. Також відомо, що не всі меристеми є вільними від вірусів [11, 12]. У частині донорних рослин меристеми бруньок фундука, окрім вірусів і грибів, можуть бути ушкоджені кліщем [13], який є переносником вказаних патогенів.

Про шкодочинність вірусів свідчить багато досліджень. Так, Agamburu J. і Rovira M., порівнюючи протягом чотирьох років урожай безвірусних рослин і рослин уражених вірусом яблучної мозаїки встановили, що урожай вільних від вірусів рослин був на 77 % вищим. Головним чином це пов'язано з утворенням більшої кількості горіхів, а не з різницею в масі горіха [14]. Також авторами було встановлено, що в Каталонії в середньому 15 % дерев у десятирічному віці містять цей вірус [15]. Часто більшість інфікованих клонів є безсимптомними. Підвищує ефективність оздоровлення фундука через меристему застосування теплової терапії заражених рослин на 21 або більше діб при температурах, що змінюються кожні 4 години між 30 та 38 °С [16]. Це свідчить про те, що не достатньо виділити певну кількість меристем, а й серед регенованих з них ліній необхідно за результатами методів тестування відібрати безвірусні.

Для фундука, як і для інших деревних культур, проблемним є отримання первинних експлантів (для подальшого культивування або ізоляції меристем), вільних від контамінуючої мікрофлори. Досягають цього шляхом випробувань різних методів: від обробки ультрафіолетовим промінням [17] до застосування біоцидів [5]. Зокрема, щоб звільнити ядро від *Aspergillus flavus* і *Aspergillus parasiticus* застосовували азотну плазму [18]. Перші ознаки контамінування найчастіше проявляються вже на 5–7 добу культивування. При відборі зразків на бактеріологічне забруднення швидкозростаючі бактерії проявлялися на тестових середовищах вже на 3 добу, а повільноростучі – на 7 добу культивування [21]. Забруднення не завжди видно на стадії створення культури; деякі ендогенні контамінанти стають очевидними в більш пізніх субкультурах, і їх важко усунути [19].

Меншу кількість контамінантів відмічено за вирощування донорів первинних експлантів в теплиці [20]. Біоцид PPM (Plant Preservative Mixture) [22] в останні роки успішно використовують як основний або додатковий деконтамінант при введенні фундука [5] та інших культур [23, 24, 25].

Рослини фундука в природних умовах містять багато фенолоподібних речовин [26]. Ці речовини виконують захисну функцію, вберігаючи рослини від патогенів. Зокрема Oliveira I. [27], в листях ліщини виявлено вісім фенольних сполук, які мали антимікробну здатність на грампозитивні (*Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*) та грамнегативні бактерії (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*) і гриби (*Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*).

Однак в умовах *in vitro* спостерігають ряд проблем. Зокрема, у фундука, як і більшості видів рослин, при переведенні з умов *in vivo* в *in vitro* відбувається фенольна інтоксикація експлантів [28]. Після введення в культуру експланти виділяють у середовище продукти вторинного обміну, які потім пригнічують їх ріст і розвиток. Це особливо актуально для таких деревних видів як дуб та горіх [29]. Фенольні сполуки є одними із найбільш поширених вторинних метаболітів у тканинах вищих рослин. Їх синтез зберігається й за культивування клітин і тканин в умовах *in vitro*. Встановлено, що зростання рівня диференціації клітин супроводжується збільшенням їх здатності до утворення поліфенолів. Так, у мікропагонах рослин-регенерантів, що знаходилися на стадії стійкої проліферації, вміст фенольних сполук вище, ніж в калюсних тканинах. У тканинах інтактних рослин та ініційованих з них рослин-регенерантів фенольні сполуки виявлено переважно в епідермі та зоні провідних пучків.

Дані окремих дослідників щодо впливу фенольних сполук на процеси ризогенезу неоднозначні. Одні [16] вважають, що під час ризогенезу фенольні речовини відіграють другорядну роль порівняно з фітогормонами, але вони здатні змінювати рівень ауксинів, виступаючи протекторами чи активаторами процесів їх окиснення. У модельних дослідах показано, що моногідроксильні феноли, руйнуючи ауксин, виступають коферментом ауксиноксидази і в такий спосіб гальмують ріст рослин. За даними ряду дослідників [30–32] дигідроксильні феноли, навпаки, виявляють інгібуючу дію на ауксиноксидазу і стимулюють ростові процеси.

Вплив фенолів та інших подібних речовин обумовлює зменшення регенераційного потенціалу за тривалого субкультивування [33–35]. Щоб нейтралізувати виділені феноли, рекомендують [34] додавати в середовище активоване вугілля (1–2 г/л), адсорбційні властивості якого сприяють рівномірному розподілу елементів живлення в середовищі та видаленню продуктів метаболізму.

Поширеним на практиці є часте пересаджування експлантів. Щодо горіха встановлено, що інтенсивне виділення фенольних речовин у живильне середовище спостерігали у 8–35 % експлантів, але часті пересадки (через 2–7 діб) дозволяли мінімізувати негативний вплив цього явища [29]. Тобто для кожного окремого виду рослин для усунення фенолоутворення експлантами застосовують різноманітні способи нейтралізації цих речовин, і тим самим запобігають негативному їх впливу на ріст і розвиток матеріалу *in vitro*.

Мега дослідження – проаналізувати проблемні аспекти мікроклонального розмноження фундука та запропонувати шляхи їх вирішення на основі результатів власних досліджень.

Завдання дослідження – на основі аналізу літературних даних визначити основні деконтамінанти при вирощуванні донорних рослин та на етапі введення в асептичні умови, проблему отруєння фенольним ексудатом; дослідити основні детермінанти на етапі мультиплікації, ризогенезу та постасептичної адаптації; за результатами досліджень надати практичні рекомендації щодо розмноження фундука.

Матеріал і методи дослідження. Об'єкт дослідження – рослини фундука сортів Трапезунд, Сірена, ліщина ведмежа. Дослідження проводили в стандартних лабораторних умовах [34]. В якості світлоносіїв використовували світлодіодні світильники Bellson 20W, розміщені паралельними рядами над рослинами, потужність одного світильника – 20 Вт, світловий потік – 1780 Лм (аналог ЛБ-36). Освітлення поступово протягом двох тижнів підвищували із 1500 до 3000 lux. Об'єм вибірки 60 рослин. Послідовність серії дослідів наступна: кращий варіант попереднього досліду приймали як контроль у наступному досліді.

Для вивчення впливу на фенолоутворення віку рослин-донорів нами випробувано експланти, ізольовані із рослин-донорів 2 і 18 років. Рослини *in vitro* культивували на таких штучних живильних середовищах: MS (Murashige and Skoog); QL (Quoirin & Lepoivre medium); DKW (Driver and Kuniyuki Walnut Medium); WPM (Woody Plant Medium); NRM (Nas and Read Medium) [34, 36, 37].

У досліді з вивчення ефективності речовин із гормональною активністю на етапі мультиплікації використовували:

Кінетин – належить до класу цитокінінів, рослинного гормону, який сприяє діленню клітин, індукції калюсогенезу (у поєднанні з ауксином) та регенерації тканин з каллюса.

Бензиламінопурин – синтетичний аналог 6-амінопурина, використовують при формуванні калюсних культур.

Форхлорфенурон (ФХФУ, CPPU, КТ-30) – рослинний фітогормон класу цитокінінів.

Тідазурон – новий високоефективний цитокінін та дефоліант бавовника.

Щодо впливу активованого вугілля на ризогенез фундука досліджували концентрації 0,5–3,0 г/л. За вивчення впливу синтетичних ауксинів на ризогенез досліджували дію ІМК, НОК у концентраціях 0,5–3,0 мг/л.

Адаптацію проводили в умовах парника. Рослини висаджували в касети.

На етапі постасептичної адаптації для захисту від патогенної та сарофітної грибної інфекції досліджено вплив препаратів Амістар тріо 255 ЕС, Фалькон 460 ЕС, Імпакт 25SC, Агат 25К, Превікур Енерджі8 40 sl в.р.к.

Результати дослідження та обговорення. Грецький горіх і фундук є складними культурами для введення *in vitro*, особливо внаслідок активного контамінування та самоотруєння фенолоподібними речовинами. Нами досліджено нові підходи до двох представників роду *Corylus* – ліщини ведмежої та двох сортів фундука – Трапезунд і Сірена, які, на нашу думку, можуть вирішити проблему введення в культуру фундука стебловими експлантами. Це заміна гіпохлориту натрію на PPM^{MT} (Plant Preservative Mixture), часті субкультивування, підготовка донорних рослин. Зміна технології деконтамінації шляхом додавання 2,5 мл PPM^{MT} у живильне середовище без попередньої обробки гіпохлоритом натрію мала методичні складнощі. Зокрема, на живильне середовище висаджували нестерильний матеріал, який може контактувати як із інструментами (пінцети, ланцети та ін.), так і культуральними ємностями.

Це спричинило появу контамінуючих агентів у пробірках, які не контактували із біоцидами. Тому відсоток стерильних експлантів від прояву контамінантів у цьому варіанті досліду, порівняно із тим, що передбачав обробку експлантів NaClO та додавання у середовище PPM^{MT}, зменшувався в сорту Трапезунд з 81 до 56, а в сорту Сірена – з 87 до 63. Водночас зменшувалася кількість експлантів із опіками поверхневих тканин із 79 до 5 % у сорту Сірена та з 67 до 9 % у сорту Трапезунд. Також випробувано обробку експлантів на шейкері 50 % розчином PPM^{MT}. Проте, зміна лише підходу в деконтамінації не вирішувала проблему в цілому.

Експланти, які не мали опіків, утворювали фенолоподібні речовини, що локалізувалися переважно в тканинах експлантів і менше виділялися у живильне середовище. Живці, які виглядали ззовні зеленими, при розтині мали коричневий забарвленням тканини внаслідок самоотруєння точки росту та листків, що прокривають меристемний купол (рис. 1).

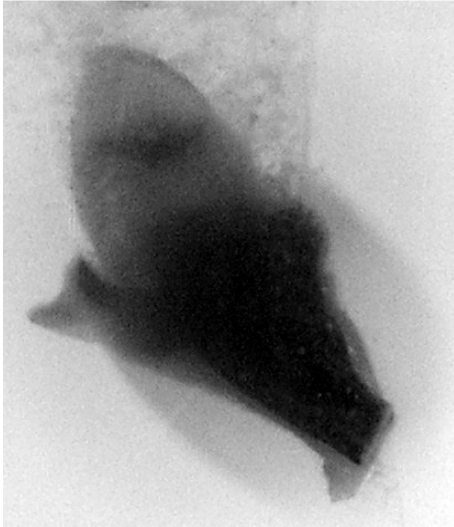


Рис. 1. Експлант з фенольними виділеннями.

Одним із поширених заходів попередження фенолоподібних утворень є застосування частих пересадок. Зокрема, це дозволяє отримати морфогенні експланти троянди та грецького горіха. Нами проведено пересадку експлантів із наступними інтервалами: 5, 10 та 15 діб. Встановлено, що часті пересадки уповільнюють відмирання експлантів, проте на 45 добу лише за умови частих пересадок (через 5 діб) вижило 5 % експлантів.

Отже, пересадками неможливо вирішити проблему самоотруєння культури *in vitro* фенолоподібними речовинами. Для вивчення впливу на фенолоутворення віку рослин-донорів нами випробувано експланти, ізольовані із рослин-донорів 2 і 18 років. Встановлено, що з 18-річних рослин, за умови їх пересадки через 5 діб, виживало: у фундука сорту Трапезунд – 4 %, фундука сорту Сірена – 3 % експлантів, а в ліщини ведмежої – жодного. У разі використання дворічних донорних рослин виживання експлантів, відповідно, зростало до 11, 7; 8,8 і 4,3 %.

У процесі дослідження також випробувували умови вирощування дворічних донорних рослин: а) у відкритому ґрунті; б) у теплиці. Експланти цих варіантів відрізнялися за приживанням, що, в першу чергу, залежало від самоотруєння фенолоподібним ексудатом. Перевага в усіх варіантах була при вирощуванні донорів у контрольованих умовах депозитарію. Наприклад, у сорту Трапезунд виживало 37,1 % (з яких контаміновано 16,5 % експлантів) ізольованих із маточних рослин, що росли у депозитарії. Із донорів, які росли у відкритому ґрунті, ці показники становили 12,9 та 11,6 % відповідно.

Отже, для виділення експлантів рослини-донори доцільно вирощувати у контрольованих умовах закритого ґрунту (депозитарії), що забезпечить підвищення відсотку деконтамінації та зменшення фенолоутворення.

Отримані результати для фундука підтверджено у процесі введення в асептичні умови горіха грецького. Первинні експланти формували повноцінні листки та бруньки. В базальній частині фенольний ексудат був майже відсутнім. Незважаючи на те, що ранева поверхня мала коричневий колір (рис. 2), під нею формувалася щільний зелений калюс.

Для грецького горіха та фундука, з метою подолання проблем фенолоутворення, пропонуємо наступні заходи: культивування маточних рослин за розсіяного світла в умовах депозитарію; використання антиоксиданта аскорбінової кислоти для замочування експлантів перед стерилізацією; введення рослин шляхом виділення меристем, пробуджених бруньок; додавання біоциду PPM (Plant



Рис. 2. Базальна частина первинного експланта грецького горіха.

Preservative Mixture) в живильне середовище; додавання в живильне середовище ПВП (полівінілпіролідон).

Найпопулярнішими середовищами для мультиплікації фундука є середовище WPM + PVP модифіковане за вмістом 6-BAР: для фундука – 1,0 мг/л, для горіха ведмежого – 0,1 мг/л [28].

У культурі ізольованих тканин і органів спостерігають різну поведінку рослин різних видів, що обумовлене, у першу чергу, генетичною детермінацією здатності їх до розмноження, як і будь-якої іншої ознаки. На практиці створити відповідні умови, необхідні для конкретного генотипу, які індують процеси регенерації або проліферації пагонів, не завжди вдається. До того ж, здатність до розмноження у рослин різних сортів у межах виду також варіює [4].

На перших етапах вирощування експланта важливим є успішне проходження процесів диференціації і вступу клітин у ембріональний стан, початок активних клітинних поділів, утворення калюсу, гісто- та органогенез. У цей час особливу увагу слід приділити оптимізації умов живлення. Для цього до складу живильного середовища додають, крім мінеральних солей і вуглеводів, амінокислоти, вітаміни, ауксини, цитокініни, гібереліни. У подальшому, для індукції росту стебла і формування кореня, склад живильного середовища спрощують [38].

На цьому етапі культивування як якісний, так і кількісний вміст елементів мінерального живлення детермінує інтенсивність того чи іншого напрямку росту і розвитку. В наших дослідженнях рослини *in vitro* культивували на таких штучних живильних середовищах: MS, QL, DKW, WPM, NRM.

Встановлено, що на вказаних середовищах регенеранти формували конгломерати мікропагонів з різною кількістю (рис. 3). Найбільше мікропагонів було на середовищі DKW 3,6 при 1,8 на QL та 2,1 на MS.

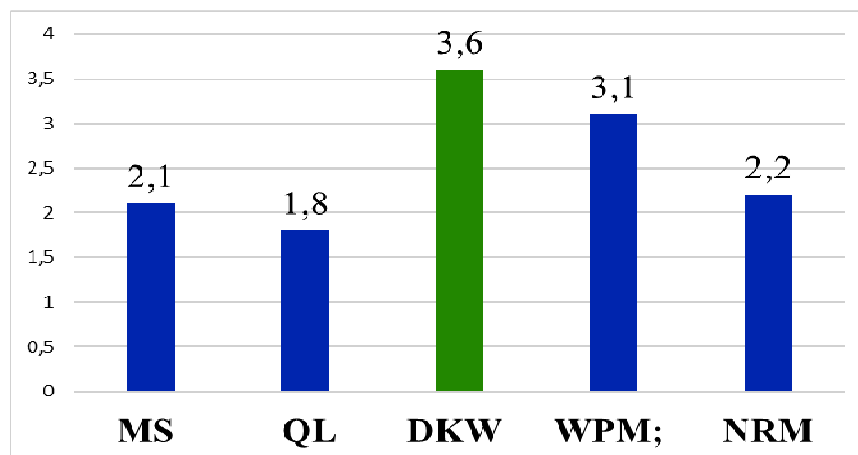


Рис. 3. Кількість мікропагонів в конгломераті *in vitro*.

Також живильне середовище впливало на розміри регенерантів. Зокрема, найменші регенеранти були на середовищі WPM (рис. 3), яке, на нашу думку, є непридатним для фундука.

Цитокініни беруть участь у багатьох фізіологічних процесах рослин, регулюють ділення клітин, морфогенез пагона і кореня, дозрівання хлоропластів лінійний ріст клітини, утворення додаткових бруньок і старіння. Співвідношення ауксинів та цитокінінів є ключовим чинником поділу клітин і диференціювання тканин рослини. У той час, як ефект цитокінінів на судинні рослини є плейотропним, цитокініни викликають зміни інтенсивності росту протонеми у мохів. Утворення бруньок можна вважати варіантом диференціювання клітин, і цей процес є специфічним ефектом цитокінінів. Цитокініни сприяють синтезу нової ДНК в клітині і контролюють S-фазу клітинного циклу у рослинних клітин [39].

За порівняння ефективності застосування синтетичних фітогормонів із цитокініновою активністю, встановлено різний вплив на кількість мікропагонів в конгломераті та їх висоту (табл. 1).

Кінетин за впливом на кількість мікропагонів і їх висоту не відрізнявся від контролю без цитокінінів. Найбільша кількість мікропагонів (5,3 при 3,5 на контролі) в конгломераті була за використання тидіазурону (0,015 мг/л), однак 42 % регенерантів були з ознаками гіпергідратації тканин. Також регенеранти за використання цього цитокініну мали найменші розміри.

Таблиця 1 – Вплив синтетичних цитокинінів на розвиток конгломерату пагонів фундука *in vitro* сорту Трапезунд

Цитокинін, оптимальна концентрація, мг/л	Кількість мікропагонів у конгломераті, шт.	Висота конгломерату, мм	Кількість вітрифікованих регенерантів, %
Без цитокинінів (контроль)	3,5±0,3	64±4	-
Кінетин 2,5	3,7±0,3	66±5	-
Бензиламінопурин (БАП) 1,5	4,8±0,3	51±6	2
Форхлорфенурон (ФХФУ), 0,2	4,1±0,4	55±4	18
Тідазурон, 0,015	5,3±	27±4	42

Дещо меншу кількість мікропагонів, але високі і з низьким відсотком вітрифікації – 2 %, отримано за додавання в середовище бензиламінопурину.

Щодо впливу концентрації активованого вугілля на ризогенез фундука встановили, що в асептичних умовах, так само як і проліферація, ризогенез детермінується трофічними та гормональними детермінантами. З трофічних детермінантів порівняно ризогенез на середовищах із повною та поливинними концентраціями мінеральних елементів. Це для багатьох культур стимулює ризогенез. Проте для фундука, який є досить важкою культурою за своїми фізіологічними і біологічними властивостями, такий метод виявився не доцільним. Регенеранти на середовищі із половинною концентрацією відставали від рослин, що виростили на стандартному середовищі.

Випробувано вплив різних концентрацій активованого вугілля на коренеутворення на фоні 3 мг/л ауксину індолілмасляної кислоти (табл. 2). Активоване вугілля затіює живильне середовище, адсорбує токсини, тому ефективно впливає на ризогенез. Серед порівнюваних оптимальною була концентрація в 2,5 г/л середовища. У цьому варіанті кількість коренів була найбільшою – 2,3 штуки на регенерант. Також за цієї концентрації коренева система (вимірювали по довжині найдовшого кореня) була 36 мм за 1 мм на контролі.

Таблиця 2 – Вплив різних концентрацій активованого вугілля на коренеутворення на 30-ту добу культивування фундука сорту Трапезунд

Концентрація, г/л	Кількість коренів, шт.	Довжина коренів, мм
0 (контроль)	0,3 ±0,1	1 ±2
0,5	0,5 ±0,2	1 ±1
1,5	1,0 ±0,3	12 ±2
2,0	1,1 ±0,2	13 ±4
2,5	2,3 ±0,4	36 ±4
3,0	0,8 ±0,5	5 ±3

Вищі концентрації були більш токсичними. В регенерантів формувалася менша кількість коренів. Вони були вкороченими без розгалужень.

Отже, оптимальною концентрацією активованого вугілля є 2,5 г/л середовища.

Також встановлено вплив походження живців на розвиток регенерантів. Найменші регенеранти виростили із живців з ізольованою базальною частиною пагона. А найбільші, із кращими показниками ризогенезу, пагони отримано з апікальних живців. На нашу думку, це пов'язано із природнім накопиченням ауксинів в апікальній частині пагона.

За вивчення впливу різних концентрацій синтетичних ауксинів на ризогенез (табл. 3) встановлено, що найбільша кількість коренів була за додавання ауксину індолілмасляної кислоти (далі ІМК) в кількості 3,0 мг/л.

Проте у цьому варіанті корені були короткими та аномально потовщеними, схожими на туберидії орхідних. Найбільша довжина коренів була за концентрації ІМК 3,0 мг/л – 9,3 мм. За кількістю коренів та їх довжиною нафтилоцтова кислота (НОК) не поступається контролю, проте дає гірші показники, ніж ІМК.

Отже, додавання в живильне середовище 3 мг/л ІМК збільшує кількість коренів із 0 на контролі до 2,5.

Для акліматизації мікропагонів (етап постасептичної адаптації), розмножених в культурі *in vitro*, застосовують дві основні стратегії, що базуються на зменшенні водного стресу при зміні умов культивування і стимулюванні фотоавтотрофного росту культури. Позбавити мікропагони

стресу дає можливість акліматизація з використанням аквакультури, що позитивно впливає на відсоток адаптованих рослин.

Таблиця 3 – Вплив різних концентрацій синтетичних ауксинів коренеутворення на 30-ту добу культивування фундука сорту Трапезунд

Ауксин, концентрація, мг/л	Кількість коренів, шт.	Довжина коренів, мм
Без ауксинів (контроль)	0	0
ІМК, 0,5	0	0
ІМК, 1,0	0,7 ± 0,3	0,2±0,1
ІМК, 2,0	1,1±0,4	0,4±0,2
ІМК, 3,0	2,5 ±0,7	9,3±0,5
НОК, 0,5	0	0
НОК, 1,0	0,8±0,3	0,1±0,1
НОК, 2,0	0,9±0,4	0,3±0,2
НОК, 3,0	1,6±0,5	6,0±0,2

Адаптацію проводили в умовах парника. Рослини висаджували в касети. Протягом 1,5–2,0 місяців регенеранти були придатними для висадки у відкритий ґрунт. На завершення літа – початок осені рослини мали здерев'яніле стебло, розвинуті корені та листки і були придатними для перезимівлі.

Найскладнішим періодом адаптації є перші 2–3 тижні. На цьому етапі рослини пригнічуються й можуть уражатися як патогенними, так і сапрофітними грибами. Встановлено неоднакову приживлюваність рослин в умовах вологої камери (табл. 4).

Таблиця 4 – Вплив одноразової обробки регенерантів фунгіцидами на їх приживання (45-та доба культивування)

Фунгіцид	Прижилося, %	Маса рослини, г
Обробка дистильованою водою (контроль)	31±4	16±3
Амістар тріо 255 ЕС	14±	11±3
Фалькон 460 ЕС	91±	18±2
Імпакт 25SC	33±	15±2
Агат 25К	36±	17±4
Превікур Енерджи 840 sl в.р.к	93	28±2

Фунгіцид Амістар тріо 255 ЕС зумовив порівняно із контролем зменшення відсотку приживання та зменшення ваги рослин. Найбільше рослин приживалося за обробки фунгіцидами Фалькон та Превікур Енерджи 840 sl в.р.к. Останній, окрім фунгіцидного захисту, стимулював ростові процеси, що проявилось в збільшенні маси рослини із 16 г на контролі до 28 г у цьому варіанті.

Висновки. 1. Культивування рослин проводять на середовищі DKW, що забезпечує формування найбільшої кількості мікропагонів – 3,6 шт. порівняно з 1,8 шт. на середовищах QL та 2,1 шт. на MS.

2. Для подолання проблем фенолоутворення пропонуємо ряд заходів: культивування маточних рослин за розсіяного світла в умовах депозитарію; використання антиоксиданта аскорбінової кислоти для замочування експлантатів перед стерилізацією; введення рослин шляхом виділення меристем, пробуджених бруньок; додавання в живильне середовище біоциду PPM (Plant Preservative Mixture); додавання в живильне середовище ПВП (полівінілпіролідон).

3. На етапі мультиплікації в живильне середовище додають 1,5 мг/л бензиламінопурину. Ця концентрація сприяла формуванню у середньому 4,8 шт. мікропагонів з високим темпом росту і з низьким відсотком вітрифікації 2 %.

4. Для успішного ризогенезу середовище модифікують додаванням 2,5 г активованого вугілля та ауксину індолілмасляної кислоти в кількості 3,0 мг/л. Додавання 2,5 г активованого вугілля забезпечує формування найбільшої кількості коренів – 2,3 шт. на 3 мг/л ІМК у складі живильного середовища і сприяє збільшенню кількості коренів із 0 на контролі до 2,5 шт.

5. На початку постасептичної адаптації рослини та субстрат обприскують фунгіцидом Превікур Енерджи 840 sl в.р.к., що забезпечує кращу приживлюваність рослин. Окрім фунгіцидного захисту, препарат стимулює ростові процеси, що проявляється у збільшенні маси рослин.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Балабак О. А., Балабак А. В. Удосконалення технології розмноження сортів фундука в умовах Правобережного Лісостепу України. Вестник Уманського національного університету садівництва. 2015. № 2. С. 44–47.
2. Рижук Т. О. Вивчення регенераційного потенціалу представників роду *Corylus* L. в умовах *in vivo*. Селекційно-генетична наука і освіта. 2017. 211 с.
3. Косенко І. С. Найважливіші досягнення у науковій роботі Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України у 2010 році. Автохтонні та інтродуковані рослини. 2010.
4. Колчанова О. В., Обозний О. І. Особливості введення в культуру *in vitro* представників роду *Corylus*. Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія: Біологія. 2015. № 3. С. 91–97.
5. Подгасцький А. А., Мацкевич В. В., Врублевський А. Т. Використання біоциду РРМ як додаткового деконтамінанта в процесі мікроклонального розмноження рослинних об'єктів. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія. 2016. № 9. С. 156–160.
6. Мазур Н. Зеленые клоны: на Пересыпи «штампуют» здоровые микросаженцы для плантаций киви и фундука под Одессой. URL: <http://dumskaaya.net/news/klonirovanie-po-odesski-v-laboratorii-na-peresyp-073803/>
7. В Ковчеге выращивают саженцы фундука in-vitro. URL: <http://orehovod.com/articles/658-v-kovchege-yraschivayut-sazhency-funduka-in-vitro.html>
8. Lucky PLANTS, ООО. URL: <https://lucky-plants.all.biz/>
9. Тарасенко Г. А. Використання імуноферментного аналізу (ІФА) в діагностиці вірусів представників роду *Corylus* L. Автохтонні та інтродуковані рослини. 2013. № 9. С. 137–141.
10. Тарасенко Г. А. Віруси та вірусні хвороби рослин роду *Corylus* L. в екологічних умовах НДП Софіївка НАНУ. Автохтонні та інтродуковані рослини. 2014. № 10. С. 168–174.
11. Мэтьюс Р. Вирусы растений. М.: Мир. 1973. 686 с.
12. Мацкевич В. В. Удосконалені методи оздоровлення картоплі від вірусів та використання отриманого матеріалу в первинному насінництві: автореферат на здобуття ступеня канд. с.- г. н. за спеціальністю 06.01.14 – насінництво. Київ, 2004. 153 с.
13. Burgess J. E., Thompson M. M. Shoot development and bud mite infestation in hazelnut (*Corylus avellana*). Annals of applied biology. 1985. Т. 107. № 3. С. 397–408.
14. Aramburu J., Rovira M. The effects of apple mosaic ilarvirus (ApMV) on hazelnut (*Corylus avellana* L.). The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 1998. Т. 73. № 1. С. 97–101.
15. Aramburu J., Rovira M. Incidence and natural spread of apple mosaic ilarvirus in hazel in north-east Spain. Plant Pathology. 2000. Т. 49. № 4. С. 423–427.
16. Postman J. D., Mehlenbacher S. A. Apple mosaic virus in hazelnut germplasm. III International Congress on Hazelnut 351. 1992. С. 601–610.
17. Stoops J. et al. Decontamination of powdery and granular foods using Continuous Wave UV radiation in a dynamic process. Journal of Food Engineering. 2013. Т. 119. №. 2. С. 254–259.
18. Dasan B. G., Boyacı I. H., Mutlu M. Nonthermal plasma treatment of *Aspergillus* spp. spores on hazelnuts in an atmospheric pressure fluidized bed plasma system: Impact of process parameters and surveillance of the residual viability of spores. Journal of Food Engineering. 2017. Т. 196. С. 139–149.
19. Reed B. M. et al. Internal bacterial contamination of micropropagated hazelnut: identification and antibiotic treatment. Pathogen and microbial contamination management in micropropagation. Springer, Dordrecht, 1997. С. 169–174.
20. Yu X., Reed B. M. A micropropagation system for hazelnuts (*Corylus* species). HortScience. 1995. Т. 30. № 1. С. 120–123.
21. Reed B. M. et al. Internal bacterial contamination of micropropagated hazelnut: identification and antibiotic treatment. Plant cell, Tissue and organ culture. 1998. Т. 52. № 1–2. С. 67–70.
22. Plant Preservative Mixture. URL: <https://www.plantcelltechnology.com/plant-preservative-mixture-ppm/>
23. Мацкевич О.В., Лісовий М.М. Особливості розмноження гібриду павловнії (*Paulownia*) *in vitro*. VI Міжнародна науково-практична конференція. «Біотехнологія: звершення та надії», присвячена до 120-річчя НУБіП України. 14-16 листопада 2017. м. Київ. С. 218–219.
24. Філіпова Л.М., Мацкевич В.В. Удосконалення елементів технології мікроклонального розмноження *Cornus Mas* L. VI Міжнародна науково-практична конференція. «Біотехнологія: звершення та надії», присвячена до 120-річчя НУБіП України. 14-16 листопада 2017. м. Київ. С. 90–91.
25. Rihan H. Z. et al. The effect of using PPM (plant preservative mixture) on the development of cauliflower microshoots and the quality of artificial seed produced. Scientia horticulturae. 2012. Т. 141. С. 47–52.
26. Schmitzer V. et al. Roasting affects phenolic composition and antioxidative activity of hazelnuts (*Corylus avellana* L.). Journal of food science. 2011. Т. 76. № 1.
27. Oliveira I. et al. Hazel (*Corylus avellana* L.) leaves as source of antimicrobial and antioxidative compounds. Food chemistry. 2007. Т. 105. № 3. С. 1018–1025.
28. Андрієвський В.В., Врублевський А.Т. Особливості введення грецького горіха *in vitro*. Тези VI міжнародної науково-практичної конференції "Біотехнологія: Звершення та надії". Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2017. 1. С. 31–32.
29. Тітаренко Т.Є., Медведєва Т. В., Сатіна Г. М., Сатіна Л. Ф. Розмноження буковинських сортів горіха грецького (*Juglas regia* L.). Садівництво. 2009. Вип. 62. С. 58–64.
30. Кефели В.И. Природные ингибиторы роста. Физиология растений. 1997. Т. 44. № 3. С. 471–480.
31. Мороз П. А., Комиссаренко Н. Ф. Аллелопатическая активность некоторых фенольных соединений. Роль токсинов растительного и микробного происхождения в аллелопатии. Киев: Наук. думка. 1983. С. 118–122.

32. Скрипченко Н. В. Динаміка вмісту фенольних речовин в пагонах актинїдії та регенераційна здатність при розмноженні. Вісник харківського національного аграрного університету. Серія «Біологія». 2009. Вип. 1 (16). С. 63–67.
33. Калинин Ф.Л., Кушнир Г. П., Сарнацька В. В. Технология микроклонального размножения растений. Киев: Наук. думка, 1992. 232 с.
34. Кушнир Г. П., Сарнацька В. В. Мікроклональне розмноження рослин. К.: Наукова думка, 2005. 271 с.
35. Улинець В.З. Вплив вірусної інфекції на спектральні характеристики фотосинтетичного апарату рослин родини Solanaceae: автореф. дис. канд. біол. наук: 03.00.06 «Ботаника». К., 2002. 22 с.
36. Shi Dongxue. Effects of culture media and plant growth regulators on micropropagation of willow (*Salix matsudana* 'Golden Spiral') and hazelnut (*Corylus columna* 'Te Terra Red') (2014). Theses, Dissertations, and Student Research in Agronomy and Horticulture. 79. URL: <http://digitalcommons.unl.edu/agronhortdiss/79>.
37. Nas M.N. P.E. Read. 2004. A hypothesis for the development of a defined tissue culture medium of higher plants and micropropagation of hazelnuts. *Scientia Horticulturae*. 101. P. 189–200.
38. Мусяк М.М., Панюта О.О. Біотехнологія рослин: навчальний посібник. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. 114 с.
39. Веденичова Н.П., Косаківська І.В. Цитокініни як регулятори онтогенезу рослин за різних умов зростання. Київ: Наш формат, 2017. 200 с.

REFERENCES

1. Balabak, O. A., Balabak, A. V. (2015). Udoskonalennja tehnologii' rozmnozhennja sortiv funduka v umovah Pravoberezhnogo Lisostepu Ukraїny [Improvement of the technology of propagation of varieties of hazelnuts in the conditions of the Right Bank Forest-steppe of Ukraine]. *Vestnyk Umanskogo nacyonal'nogo unyversyteta sadovodstva* [Bulletin of Uman National University of Horticulture], no. 2, pp. 44–47.
2. Ryzhuk T. O. (2017). Vyvchennja regeneracijnogo potencialu predstavnykiv rodu *Corylus* L. v umovah in vivo [Investigation of regeneration potential of representatives of the genus *Corylus* L. in in vivo conditions]. *Selekcijno-genetychna nauka i osvita* [Selection-genetic science and education], 211 p.
3. Kosenko I. S. (2010). Najvazhlyvishi dosjagnennja u naukovij roboti Nacional'nogo dendrologichnogo parku «Sofii'vka» NAN Ukraїny u 2010 roci [Major achievements in the scientific work of the National Dendrology Park "Sofiyivka" of the National Academy of Sciences of Ukraine in 2010]. *Avtohtonni ta introdukovani roslyny* [Autochthonous and introduced plants].
4. Kolchanova, O. V., Oboznyi, O. I. (2015). Osoblyvosti vvedennja v kul'turu in vitro predstavnykiv rodu *Corylus* [Features of introduction into culture of in vitro representatives of the genus *Corylus*]. *Visnyk Harkiv'skogo nacional'nogo agrarnogo unyversytetu. Serija: Biologija* [Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Biology], no. 3, pp. 91–97.
5. Podgajec'kyj, A. A., Mackevych, V. V., Vrublevs'kyj, A. T. (2016). Vykorystannja biocydu RRM jak dodatkovogo dekontaminanta v procesi mikroklonal'nogo rozmnozhennja roslynnyh ob'ektiv [Use of PPM biocide as an additional decontaminant in microclonal reproduction of plant objects]. *Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo unyversytetu. Serija: Agronomija i biologija* [Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series: Agronomy and Biology], no. 9, pp. 156–160.
6. Mazur, N. Zelenye klony: na Peresypі «shtampujut» zdorovyje mikrosazhency dlja plantacij kivi i funduka pod Odessoj [Green clones: healthy micro seedlings for Kiwi and hazelnut plantations near Odessa are "stamped" on Peresyp]. Available at: <http://dumskaya.net/news/klonirovanie-po-odesski-v-laboratorii-na-peresyp-073803/>
7. V Kovchege vyrashhivajut sazhency funduka in-vitro [In-vitro hazelnut seedlings are grown in the Ark]. Available at: <http://orehovod.com/articles/658-v-kovchege-vyrashchivayut-sazhency-funduka-in-vitro.html>
8. Lucky PLANTS, OOO. Available at: <https://lucky-plants.all.biz/>
9. Tarasenko, G. A. (2013). Vykorystannja imunofermentnogo analizu (IFA) v diagnostyci virusiv predstavnykiv rodu *Corylus* L [Use of immunoassay (ELISA) in the diagnosis of viruses of the genus *Corylus* L]. *Avtohtonni ta introdukovani roslyny* [Autochthonous and introduced plants], no. 9, pp. 137–141.
10. Tarasenko, G. A. (2014). Virusy ta virusni hvoroby roslyn rodu *Corylus* L. v ekologichnyh umovah NDP Sofii'vka NANU [Viruses and viral diseases of plants of the genus *Corylus* L. in the ecological conditions of the NDP Sofiyivka National Academy of Sciences]. *Avtohtonni ta introdukovani roslyny* [Autochthonous and introduced plants], no. 10, pp. 168–174.
11. Mjetjuz, R. (1973). *Virusy rastenij* [Plant viruses]. Moscow, World, 686 p.
12. Mackevych, V. V. (2004). Udoskonaleni metody ozdorovlennja kartopli vid virusiv ta vykorystannja otrymanogo materialu v pervynnomu nasinnnyctvi: avtoreferat na zdobuttja stupenja kand. s.- g. n. za special'nistju 06.01.14 – nasinnnyctvo [Improved methods of sanitation of potatoes from viruses and use of the obtained material in primary seeding: the author's abstract for the degree of candidate of agricultural sciences in the specialty 06.01.14 – seed production]. Kyiv, 153 p.
13. Burgess, J. E., Thompson, M. M. (1985). Shoot development and bud mite infestation in hazelnut (*Corylus avellana*). *Annals of applied biology*. Vol. 107, no. 3, pp. 397–408.
14. Aramburu J., Rovira, M. (1998). The effects of apple mosaic ilarvirus (ApMV) on hazelnut (*Corylus avellana* L.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. Vol. 73, no. 1, pp. 97–101.
15. Aramburu, J., Rovira, M. (2000). Incidence and natural spread of apple mosaic ilarvirus in hazel in north-east Spain. *Plant Pathology*. Vol. 49, no. 4, pp. 423–427.
16. Postman, J. D., Mehlenbacher, S. A. (1992). Apple mosaic virus in hazelnut germplasm. III International Congress on Hazelnut 351. pp. 601–610.
17. Stoops, J. (2013). Decontamination of powdery and granular foods using Continuous Wave UV radiation in a dynamic process. *Journal of Food Engineering*. Vol. 119, no. 2, pp. 254–259.
18. Dasan, B. G., Boyaci, I. H., Mutlu, M. (2017). Nonthermal plasma treatment of *Aspergillus* spp. spores on hazelnuts in an atmospheric pressure fluidized bed plasma system: Impact of process parameters and surveillance of the residual viability of spores. *Journal of Food Engineering*. Vol. 196, pp. 139–149.

19. Reed, B. M. (1997). Internal bacterial contamination of micropropagated hazelnut: identification and antibiotic treatment. Pathogen and microbial contamination management in micropropagation. Springer, Dordrecht, pp. 169–174.
20. Yu, X., Reed, B. M. (1995). A micropropagation system for hazelnuts (*Corylus* species). HortScience. Vol. 30, no. 1, pp. 120–123.
21. Reed, B. M. (1998). Internal bacterial contamination of micropropagated hazelnut: identification and antibiotic treatment. Plant cell, Tissue and organ culture. Vol. 52, no. 1–2, pp. 67–70.
22. Plant Preservative Mixture. Available at: <https://www.plantcelltechnology.com/plant-preservative-mixture-ppm/>
23. Mackevych, O.V., Lisovyj, M.M. Osoblyvosti rozmnozhenja gibrydu pavlovnii' (Paulownia) in vitro [Peculiarities of breeding of the hybrid Paulownia (Paulownia) in vitro]. VI Mizhnarodna naukovo-praktychna konferencija. «Biotehnologija: zvershennja ta nadii'», prysvjachena do 120-richchja NUBiP Ukraїny. 14-16 lystopada 2017 [VI International Scientific and Practical Conference. "Biotechnology: achievement and hope", devoted to the 120th anniversary of NUBiP of Ukraine. November 14-16, 2017]. Kyiv, pp. 218–219.
24. Filipova, L.M., Mackevych, V.V. Udoskonalennja elementiv tehnologii' mikroklonal'nogo rozmnozhenja Cornus Mas L [Improvement of Cornus Mas L microclonal propagation technology elements]. VI Mizhnarodna naukovo-praktychna konferencija. «Biotehnologija: zvershennja ta nadii'», prysvjachena do 120-richchja NUBiP Ukraїny. 14-16 lystopada 2017 [VI International Scientific and Practical Conference. "Biotechnology: achievement and hope", devoted to the 120th anniversary of NUBiP of Ukraine. November 14-16, 2017]. Kyiv, pp. 90–91.
25. Rihan, H. Z. (2012). The effect of using PPM (plant preservative mixture) on the development of cauliflower microshoots and the quality of artificial seed produced. Scientia horticulturae. Vol. 141, pp. 47–52.
26. Schmitzer, V. (2011). Roasting affects phenolic composition and antioxidative activity of hazelnuts (*Corylus avellana* L.). Journal of food science. Vol. 76, no. 1.
27. Oliveira, I. (2007). Hazel (*Corylus avellana* L.) leaves as source of antimicrobial and antioxidative compounds. Food chemistry. Vol. 105, no. 3, pp. 1018–1025.
28. Andrijevs'kyj, V.V., Vrublevs'kyj, A.T. (2017). Osoblyvosti vvedennja grec'kogo goriha in vitro [Features of the introduction of walnut in vitro]. Tezy VI mizhnarodnoi' naukovo-praktychnoi' konferencii' "Biotehnologija: Zvershennja ta nadii'". Nacional'nyj universytet bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukraїny [Abstracts of the VI International Scientific and Practical Conference "Biotechnology: Achievements and Hope". National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine], no. 1, pp. 31–32.
29. Titarenko, T.Je., Medvedjeva, T. V., Satina, G. M., Satina, L. F. (2009). Rozmnozhenja bukovyns'kyh sortiv goriha grec'kogo (*Juglas regia* L.) [Reproduction of Bukovine grape varieties (*Juglas regia* L.)]. Sadivnyctvo [Gardening], Issue 62, pp. 58–64.
30. Kefeli, V.I. (1997). Prirodnye ingibitory rosta [Natural growth inhibitors]. Fiziologija rastenij [Plant physiology], Vol. 44, no. 3, pp. 471–480.
31. Moroz, P. A., Komissarenko, N. F. (1983). Allelopaticeskaja aktivnost' nekotoryh fenol'nyh soedinenij [Allelopathic activity of some phenolic compounds]. Rol' toksinov rastitel'nogo i mikrobnogo proishozhdenija v allelopatii [The role of toxins of plant and microbial origin in allelopathy]. Kyiv, Scientific thought, pp. 118–122.
32. Skrypchenko, N. V. (2009). Dynamika vmistu fenol'nyh rečovyn v pagonah aktyndii' ta regeneracijna zdatnist' pry rozmnozhenni [Dynamics of the content of phenolic substances in actinide shoots and regenerative ability at reproduction]. Visnyk harkivs'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu. Serija «Biologija» [Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Biology series], Issue 1 (16), pp. 63–67.
33. Kalinin, F.L., Kushnir, G. P., Sarnac'ka, V. V. (1992). Tehnologija mikroklonal'nogo rozmnozenija rastenij [Technology of microclonal propagation of plants]. Kyiv, Scientific thought, 232 p.
34. Kushnir, G. P., Sarnac'ka, V. V. (2005). Mikroklonal'ne rozmnozhenja roslyn [Microclone propagation of plants]. Kyiv, Scientific thought, 271 p.
35. Ulync' V.Z. (2002). Vplyv virusnoi' infekcii' na spektral'ni harakterystyky fotosyntetychnogo aparatu roslyn rodyny Solanaceae: avtoref. dys. kand. biol. nauk: 03.00.06 «Botanyka» [Influence of virus infection on the spectral characteristics of the photosynthetic apparatus of plants of the family Solanaceae: the dissertation author's abstract of the candidate of biological sciences: 03.00.06 "Botanika"]. Kyiv, 22 p.
36. Shi, Dongxue. (2014). Effects of culture media and plant growth regulators on micropropagation of willow (*Salix matsudana* 'Golden Spiral') and hazelnut (*Corylus colurna* 'Te Terra Red'). Theses, Dissertations, and Student Research in Agronomy and Horticulture. 79. Available at: <http://digitalcommons.unl.edu/agronhortdiss/79>.
37. Nas, M.N., Read, P.E. (2004). A hypothesis for the development of a defined tissue culture medium of higher plants and micropropagation of hazelnuts. Scientia Horticulturae. 101. pp. 189–200.
38. Musijenko, M.M., Panjuta, O.O. (2005). Biotehnologija roslyn [Biotechnology of plants]. Kyiv, Publishing and Printing Center "Kyiv University", 114 p.
39. Vedenychova, N.P., Kosakivs'ka, I.V. (2017). Cytokininy jak reguljatory ontogenezu roslyn za riznyh umov zrostannja [Cytokinins as regulators of ontogenesis of plants under different growth conditions]. Kyiv, Our format, 200 p.

Проблемы микроклонального размножения фундука

Андрієвський В. В., Врублевський А. Т., Філіппова Л. Н., Мацкевич В. В., Мацкевич О.В.

Постановка проблеми. Фундук – ценная орехоплодная культура, в экономическом плане достаточно прибыльная. Сдерживающим фактором для масштабного выращивания фундука в Украине являются малые коэффициенты размножения обычными методами. Альтернативой для решения этой проблемы может быть метод микроклонального размножения, который сейчас активно внедряют в коммерческих целях. Сложности МКР фундука есть на каждом из этапов этой технологии: 1) введение в асептические условия; 2) мультипликация in vitro; 3) индукция ризогенеза; 4) постасептическая адаптация.

Цель. В статье проанализировано проблемные аспекты микроклонального размножения фундука и предложено пути их решения на основе результатов собственных исследований. В частности, изучено влияние фенолообразования, питательной среды, типа, концентрации и метода аппликации фитогормонов на корнеобразования и пролиферацию микропобегов.

Материал и методы исследования. Исследования проводили в стандартных лабораторных условиях. Объект исследований – растения фундука сортов Трапезунд, Сирена, лещина медвежонок. Установлено, что процессы ризогенеза и пролифераций индуцируются трофическими и гормональными детерминантами.

Результаты исследования и обсуждение. Для оптимизации процесса микроклонального размножения фундука рекомендуется использовать питательную среду DKW. Выявлено, что активированный уголь и частые пересадки эксплантов на начальных этапах нейтрализуют фенолообразования. Для преодоления проблем фенолообразования установлено также эффективность ряда таких мероприятий как культивирования маточных растений по рассеянному свету в условиях депозитария; введение растений путем выделения меристем, пробудившихся почек; добавление в питательную среду биоцида PPM (Plant Preservative Mixture); добавление в питательную среду ПВП (поливинилпирролидон). На этапе мультипликации в питательную среду добавляют 1,5 мг/л бензиламинопурина. Нами проверено влияние различных концентраций активированного угля на ризогенез на фоне 3 мг/л ауксина индолилмасляной кислоты. Активированный уголь затеняет питательную среду, адсорбирует токсины, поэтому эффективно влияет на корнеобразования. Среди сравниваемых концентраций оптимальной была 2,5 г/л среды.

Выводы. Показано возможность использования влажной камеры для постасептической адаптации регенерантов. Обработка растений и субстрата фунгицидом Превикур Энерджи 840 сл в.р.к. улучшает их приживаемость и стимулирует рост.

Ключевые слова: микроклональное размножение, деконтаминация, фенольное самоотравление, фитогормоны, индукция корнеобразования, постасептическая адаптация.

The problems of hazelnut microclonal propagation

Andriievsky V., Vrublevsky A., Filipova L., Matskevych V., Matskevych O.

The problem statement. Hazelnut is a valuable nut culture, which is quite profitable in economic way.

A deterrent to an extensive cultivation of hazelnut in Ukraine is a low ratio of breeding in a conventional methods.

The alternative to solving this problem may be the method of microclonal propagation, which is actively implemented in commercial purposes.

The difficulties of hazelnut microclonal propagation exist on every stage of this technology: 1) introduction to aseptic conditions; 2) multiplication *in vitro*; 3) rhizogenesis induction; 4) postaseptic adaptation.

The aim of the research. The article deals with problem aspects of hazelnut microclonal propagation and analyzes the ways of solving these problems based on the own research results. In particular, the influence of phenol emergence, culture medium, type, concentration and method of phytohormones application on root formation and proliferation are examined.

Materials and methods. The research was held in a standart laboratory conditions.

The object of research are hazelnut plants variaties such as *Córylus Trapezund*, *Corylus avellana* Syrena, *Corylus colurna*.

It is established that rhizogenesis and proliferation processes are induced by trophic and hormone determinants.

Results and discussion. Using the DKW culture medium is recommended to optimize the hazelnut micriclonal propagation process.

I was found out that the use of activated carbon and explants transplantation on the early stages neutralizes phenol emergence.

In order to resolve the difficulties of the phenol emergence the effectiveness of such points as cultivation of mother plans in the presence of diffused light in depositary condition, introduction of plant though by meristemas separation, buds awakening, the addition of PPM Plant Preservative Mixture biocide and polyvinylpyrrolidone into the culture medium were established.

At the multiplication stage 1.5 mg/l of benzylaminopurine is added into the culture medium.

The influence of different concentrations of activated carbon on rhizogenesis on the background of 3 mg/l of auxin indolebutyric acid was stidued.

The activated carbon obscures the culture medium, adsorbes toxines, therefore it has an effective impact on root formation.

Among the comparative concentration the optimal one is 2.5g/l of the medium.

The possibility of using the greenhouse for postaseptic regenerants adaptation is shown.

Conclusions. Processing plants and substrate with Previcur Energi improves their establishment and stimulates the growth.

Key words: microclonal propagation, decontamination, phenol self-poisoning, phytohormones, rhizogenesis induction, postaseptic adaptation.

Надійшла 24.04.2019 р.

САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 582.988:712.3(477.4)

ТУРЧИНА С.Я.

Уманський національний університет садівництва
snezhana.turchina@ukr.net

ВІДБІР ЕКСПЛАНТІВ ТА УМОВИ КУЛЬТИВУВАННЯ ДОНОРНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВВЕДЕННЯ *IN VITRO* ІНТРОДУКОВАНИХ СОРТІВ *CALLISTEPHUS CHINENSIS* (L.) NESS. З МЕТОЮ ПОДАЛЬШОГО ВИКОРИСТАННЯ В ОЗЕЛЕНЕННІ

Мета. На основі оптимізації параметрів садивного матеріалу, з урахуванням біологічних особливостей удосконалено елементи і розроблено технологію вирощування високоякісного садивного матеріалу калістефусу китайського (*Callistephus Chinensis* (L.) Nees) *in vitro*. Зокрема, розроблено низку біотехнологічних прийомів для отримання самоклонів, рослин-регенерантів та їх адаптацію до умов *in vivo*. Вивчено та узагальнено дані літературних джерел українського та зарубіжного походження щодо розмноження сортів (*Callistephus Chinensis* (L.) Nees) *in vitro* та в нотальних умовах.

Методи біотехнології, зокрема мікроклональне розмноження, поряд з фундаментальними дослідженнями знайшли широке і практичне застосування у прикладних напрямках експериментальної біології. Насамперед, йдеться про збереження генофонду рослин, створення високоякісного садивного матеріалу та прискореного вегетативного розмноження.

Матеріал і методи дослідження. У дослідженнях використано 20 сортів рослин калістефусу китайського з різними важливими ознаками, походженням та напрямом використання.

Результати дослідження. У результаті проведених досліджень щодо схожості насіння найбільш декоративних сортів калістефусу китайського з різними господарсько-цінними ознаками було відібрано шість генотипів, які виділено для введення *in vitro* з метою прискореного їх розмноження.

Обговорення. Для цього у лабораторних умовах, при температурі 18–20 °С і вологості 75–80 %, зібране насіння, яке попередньо було відібрано у кількості 100 шт., поетапно, а саме по 10 шт., поміщали у колбу з дистильованою водою на термін до 20–30 хв. Через проміжок часу насіння з невиповненим зародковим мішком піднімалося на поверхню колби і становило для різних генотипів від 10 до 30 %.

Висновки. Підібрано оптимальні фізичні умови культивування донорного матеріалу та відпрацьовано механізм добору виповнених насінневих зачатків досліджуваних генотипів.

Ключові слова: вихідний матеріал, калістефус китайський, сорти, інтродукція, *in vitro*, господарсько-цінні ознаки, генотип.

doi: 10.33245/2310-9270-2019-146-1-85-90

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Квіткові рослини, у яких період росту і розвитку від сівби насіння до збирання проходить протягом одного вегетаційного періоду, віднесено до однорічних. До них відносять також квіткові рослини, які за своїми біологічними особливостями є багаторічниками, однак в різних умовах культивування онтогенез проходить за один рік [1].

Рід *Callistephus chinensis* (L.) Ness. походить з Далекого Сходу Росії, північних і північно-східних районів Китаю, а також Монголії і Японії. Систематика роду *Callistephus chinensis* (L.) Ness. змінювалася протягом тривалого періоду культивування. Там досі айстра збереглася у дикому стані, вона росте переважно на скелях і глиняно-кам'янистих ґрунтах південних гірських схилів у зоні широколистяних лісів [2].

Нині центр світової селекції айстри однорічної знаходиться в Німеччині. Створенням нових сортів також займаються в США, Голандії, Данії, Швеції, Росії, Чехії, Японії, Польщі та в Україні. Значних успіхів досягли фірми Бурпі в США, Вайбул у Швеції, Ольсен Енке у Данії, в Інституті селекції рослин у Кведлінбурзі та Ерфурті (Німеччина), де вирощують і поширюють не тільки сорти власної селекції, але й французькі, американські та з багатьох інших країн світу [3].

Істотне збільшення врожайності сільськогосподарських культур за останні десятиліття призвело до виникнення економічних і екологічних проблем, пов'язаних із забрудненням навколи-

шнього середовища, виснаженням енергетичних ресурсів, зростанням витрат на одиницю продукції. Крім того, додатковий прогрес у поліпшенні якості найважливіших сільськогосподарських культур із застосуванням класичних методів генетики і селекції досяг своєї межі. Пошук нових підходів, які дали б змогу не тільки підвищити врожаї і поліпшити якість основних сільськогосподарських культур, а й були економічно вигідніші у виробництві і не завдавали шкоди навколишньому середовищу, зумовив використання в практиці народного господарства методів сучасних біотехнологій [4].

Мета дослідження. Мета роботи полягала у виявленні особливостей прояву господарсько-цінних ознак у досліджуваних сортів калістефусу китайського, дослідженні декоративних властивостей кращих генотипів для використання в озелененні із застосуванням біотехнологічної ланки.

Завданням дослідження було оцінювання досліджуваних сортів за декоративними властивостями та добір кращих для введення в культуру *in vitro*. Для виконання цього завдання необхідно провести низку відповідних заходів:

- вивчити та узагальнити дані літературних джерел українського та зарубіжного походження щодо розмноження;
- визначити інтенсивність проростання насіння досліджуваних сортів у лабораторних і польових умовах.

Упродовж останніх десятиріч методи біотехнології знаходять все більше застосування в селекції рослин та насінництві. Трав'янисті рослини, такі як суниця, картопля, багато овочевих, деякі лікарські та інші здатні до вегетативного розмноження традиційними методами культури, успішно вводяться в *in vitro* і можуть досягати високих показників коефіцієнта розмноження. Однак прискорене розмноження дефіцитних генотипів *in vitro* має сенс лише тоді, коли в процесі мікроклонування спадковість особини, що розмножується, залишається недоторканою.

Сучасна біотехнологія рослин – сума технологій, які розвинені із молекулярної та клітинної біології рослин, це нова стадія в розвитку технології селекції рослин [1].

За допомогою цих технологій поліпшення ознак може відбуватися на рівні індивідуального гена, а окремі гени, що визначають певну ознаку, можна ідентифікувати. За ними може бути проведено відбір, їх можна ізолювати, ввести, вилучити або модифікувати в генотипі рослини чи в сорті. Внесок біотехнології у різні галузі, у тому числі квітникарство, полягає у спрощенні традиційних методів розмноження рослин, розробці нових технологій, що дають змогу підвищити ефективність сільського господарства. Методами генетичної та клітинної інженерії створено високопродуктивні та стійкі до шкідників, хвороб і гербіцидів рослини. Розроблено техніку оздоровлення рослин від накопичення інфекцій, що особливо важливо для культур, які розмножуються вегетативно (картопля та ін.). Однією із актуальних проблем є можливість керувати процесом азотфіксації, у тому числі можливість введення генів азотфіксації з геном корисних рослин, а також керування процесами фотосинтезу. Проводять дослідження з поліпшення амінокислотного складу рослинних білків, розробляють нові регулятори росту, мікробіологічні засоби захисту рослин від шкідників та хвороб, бактеріальні добрива [2].

Основним завданням було вдосконалення методів мікроклонального розмноження генотипів калістефусу китайського, їх адаптації та використання в озелененні.

Матеріал і методи дослідження. У дослідженнях використано 20 сортів рослин калістефусу китайського з різними важливими ознаками, походженням та напрямом використання. Характеристику сортів наведено у таблиці 1.

У результаті проведених досліджень було виділено шість генотипів калістефусу китайського за важливими господарсько-цінними ознаками, які в подальшому використали для введення *in vitro*.

При організації робіт по культурі тканин використовували приміщення, в яких проводять наступні операції:

- приготування, стерилізація та зберігання живильних середовищ;
- виконання робіт із чистими культурами (операційна);
- культивування експлантів (термостатно-світлова кімната);
- стерилізація живильних середовищ, посуду, інструментів, спецодягу (автоклавно);
- підсобні приміщення.

Посуд, інструменти стерилізували в сушильних шафах сухим гарячим повітрям дві години при температурі +140 °С.

Під час роботи в ламінар-боксі інструменти утримували в посудині з 96 % етиловим спиртом і після кожної маніпуляції їх обпалювали в полум'ї спиртівки.

Таблиця 1 – Характеристика сортів

№ з/п	Назва сорту	Походження	Сортотип	Продуктивність, г/куща	Напрямок використання
1	Кінг Сайз	Німеччина	Півонієподібна	3,0-4,0	універсал.
2	Анастасія (куп.)	ІС НААН		3,0-3,5	універсал.
3	Анастасія (Соф.)	ІС НААН		3,0-3,5	універсал.
4	Салмон Турм	Німеччина		2,5-3,0	універсал.
5	Оксана	ІС НААН		2,5-3,0	універсал.
6	Одарка	ІС НААН		3,5-4,0	на зрізку
7	Хільда	Німеччина	Принцеса	4,5-5,0	на зрізку
8	Принцеса (красная)	ІС НААН		до 6	на зрізку
9	Александра	Німеччина		4,5-5,0	на зрізку
10	Малиновий шар	Росія	Помпонні	до 6	універсал.
11	Зімняя вішня	Західна Європа		2,0-2,5	універсал.
12	Голубая луна	Західна Європа		2,0-2,5	на зрізку
13	Софія	ІС НААН	Художня	3,0-3,5	універсал.
14	Лебедине озеро	ІС НААН	Художня	2,0	на зрізку
15	Есмеральда	Німеччина	Куляста	3,0-3,5	на зрізку
16	Оксамит	ІС НААН		2,0-2,5	універсал.
17	Сєдая Дама (синя)	Росія	Дюшес	2,5-3,0	на зрізку
18	Веснянка	ІС НААН	Трояноподібна	4,0	універсал.
19	Сніжана	ІС НААН	Лаплата	3,0	на зрізку
20	Янтарна	ІС НААН	Американська кущова	3,5	на зрізку

Вату, марлю, халати, пробки, воду, живильні середовища стерилізували в автоклаві. Матеріали стерилізували в автоклаві при тиску у дві атмосфери (температура +133 °С) протягом 30 хвилин.

Для стерилізації приміщень використовували ртутно-кварцеві та бактерицидні лампи. Світильники з лампами розміщено під стелею в різних місцях боксу і в тамбурі.

Результати дослідження. На основі оптимізації параметрів садивного матеріалу, з урахуванням біологічних особливостей, удосконалити елементи і розробити технологію вирощування високоякісного садивного матеріалу калістефусу китайського (*Callistephus Chinensis* (L.) Nees) *in vitro*, зокрема, розробити низку біотехнологічних прийомів для отримання самоклонів, рослин регенерантів та їх адаптації до умов *in vivo*.

У результаті проведених досліджень щодо схожості насіння найбільш декоративних сортів калістефусу китайського з різними господарсько-цінними ознаками було виділено шість генотипів, які введено *in vitro* для прискореного розмноження.

Використання різноманітних стресових чинників у якості провокаційних фонів [3, 4] традиційно застосовують у селекції, зокрема в *in vitro* квіткових рослин [5, 6]. Однак технологія прискореного розмноження насінневого потомства *in vitro* з рослин, які характеризуються найвищими показниками декоративності, виявилась досить ефективною [7].

Відомо, що в культуру *in vitro* можуть бути введені експланти, заготовлені з різних частин рослини (коренів, пагонів, листків, апікальних меристем тощо), однак кращі результати дає стартовий матеріал зі швидкими темпами росту і розвитку [8].

Згідно з поставленою метою прискореного розмноження, в позасезонний період в якості експлантів використовували насіння сортів калістефусу китайського, вирощеного у полі.

Загальноприйнятий процес мікроклонального розмноження, незалежно від типу експлантів, можна умовно розділити на чотири головні етапи [9]:

- стерилізація рослинного матеріалу і введення експлантів на живильне середовище;
- проліферація (швидке розмноження);
- гемо- і ризогенез (індукування розвитку мікропагонів і коренів);
- адаптація вкорінених пробіркових рослин до нестерильних умов *ex vitro*.

У процесі підготовки до мікроклонального розмноження було поставлено завдання методичного плану – відібрати найефективніші експланти і підготувати їх для наступного мікроклонального розмноження.

Основною метою більшості вчених-селекціонерів є розмноження, а також часткове створення перспективних генотипів декоративних рослин біотехнологічними методами. Це дасть змогу швидко, без значних затрат отримати велику кількість рослинного матеріалу з необхідними маркерними ознаками [10].

Ще на початку минулого століття в бувшому Радянському Союзі активно проводили пошук нетрадиційних шляхів підвищення ефективності селекційної роботи з метою створення більш продуктивних і стійких сільськогосподарських рослин. У зв'язку з цим, одним із завдань є введення насіння, а в інших випадках – рослинних тканин і клітин *in vitro*, які дозволяли б отримувати потрібні форми в кількості, достатній для селекції [10].

Але багато аспектів цієї проблеми, які мають значення для підвищення ефективності існуючих методик, ще мало вивчено. Дискусійними залишаються питання, які стосуються розуміння закономірностей протікання морфогенетичних процесів, їх залежності від генотипу рослин, типу і фізіологічного стану експланта, низки інших культуральних чинників. Зусилля багатьох селекціонерів в основному направлені на активізацію умов культивування і вдосконалення прописів живильних середовищ [8].

Обговорення. Дослідження з культивування донорного матеріалу калістефусу китайського (*Callistephus Chinensis* (L.) Nees) проводили в лабораторії біотехнології кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва. Насіння цього сорту відбирали по 100 шт. з метою перевірки його на вповненість зародкового мішка, що дало змогу виключити насіння, зародковий мішок у якого був не сформований або сформований не повністю (рис. 1).

Для цього у лабораторних умовах, при температурі 18–20 °С і вологості 75–80 %, зібране насіння, яке попередньо було відібрано у кількості 100 шт., поетапно, а саме по 10 шт., поміщали у колбу з дистильованою водою на термін до 20–30 хв. Через проміжок часу насіння з невивченим зародковим мішком піднімалося на поверхню колби і становило для різних генотипів від 10 до 30 %.

Висновки. Дослідженнями виділено основні сорти та вихідні матеріали калістефусу китайського з використанням біотехнологічної ланки. Тобто підібрано оптимальні фізичні умови культивування донорного матеріалу та відпрацьовано механізм добору вивчених насінневих зачатків досліджуваних генотипів. Розроблено ефективні способи та підібрано умови, включно з модифікацією живильного середовища, з метою подальшої розробки нових технологій виробництва високоякісного садивного матеріалу калістефусу китайського (*Callistephus Chinensis* (L.) NEES).

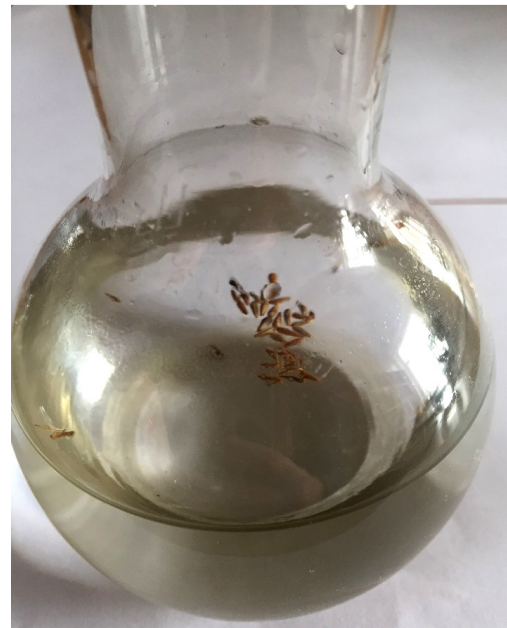


Рис. 1. Оцінювання насіннєвого матеріалу сортів калістефусу китайського на вповненість зародкового мішка.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Angiosperm Phylogeny Group III (APG III). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Bot. J. Linnean Society. London, 2009. Vol. 161. P. 105–121.
2. Горай А.А. Интродукция и селекция астры однолетней *Callistephus chinensis* (L.) Nees в Национальном ботаническом саду им. М. М. Гришко НАН Украины. Роль ботанических садов в сохранении разнообразия растений: материалы юбилейной международной конференции, посвященной 100-летию Батумского ботанического сада (Батуми Грузия, 8–10 мая, 2013 г.). Батуми, 2013. Ч. II. С. 269–270.
3. Опалко А.І., Опалко О.А. Використання методів біотехнології. Селекція плодових і овочевих культур: навч. посіб.: Ч. 1.: Загальні основи селекції городніх рослин / за ред. А.І. Опалка. Умань: НДП «Софіївка» НАН України. 2012. С. 201–233.

4. Yamaguchi-Shinozaki K., Shinozaki K. Transcriptional regulatory network since ll ular responses and to le rance to dehydration and cold stresses. Annual review of plant biology. 2006. Vol. 57. P. 781–803.
5. Nagl N., Maksimovic I., Curcicat Z. Effect of induced water deficit on sugar beet micropropagation. Proceedings of 72nd IIRB Congress (22–24 Jun, 2010, Copenhagen, Denmark): International institute for beet research (IIRB). Bruxelles. 2010. P. 179–185.
6. Шевель Л.О., Алексеева Н.М. Айстри з Китаєво. Квіти України. 2000. №8. С. 5–7.
7. Кунах В.А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. К.: Логос, 2005. 730 с.
8. Tai G.C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. Crop. Sci. 1971. Vol. 11. No 2. P. 184–190.
9. Jugenheimer R.W. Performance and variability of various types of cornhybrids. Amer. Soc. Agron. Abs. 1957. Vol. 3. 55 p.
10. Синская Е.Н. Проблема популяций у высших растений. Л.: Сельхозиздат. 1963. 124 с.

REFERENCES

1. Angiosperm Phylogeny Group III (APG III). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Bot. J. Linnean Society. London, 2009, Vol. 161, pp. 105–121.
2. Goraj, A.A. Introdukcija i selekcija astry odnoletnej *Callistephus chinensis* (L.) Nees v Nacional'nom botanicheskom sadu im. M. M. Grishko NAN Ukrainy [Introduction and selection of asters of annual *Callistephus chinensis* (L.) Nees in the National Botanical Garden named after them M.M. Grishko National Academy of Sciences of Ukraine]. Rol' botanicheskikh sadov v sohranenii raznoobrazija rastenij: materialy jubilejnoy mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennoj 100-letiju Batumskogo botanicheskogo sada [The role of botanical gardens in the preservation of plant diversity: materials of the anniversary international conference devoted to the 100th anniversary of the Batumi Botanical Garden]. Batumi, 2013, part II, pp. 269–270.
3. Opalko, A.I., Opalko, O.A. (2012). Vykorystannja metodiv biotekhnologii'. Selekcija plodovyh i ovochevyh kul'tur [Use of biotechnology methods. Selection of fruit and vegetable cultures]. Zagal'ni osnovy selekcii' gorodnih roslyn [Common basics of garden plant breeding]. Uman, NDP «Sofii'vka» NAAS of Ukraine, pp. 201–233.
4. Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2006). Transcriptional regulatory network since ll ular responses and to le rance to dehydration and cold stresses. Annual review of plant biology. Vol. 57, pp. 781–803.
5. Nagl, N., Maksimovic, I., Curcicat, Z. (2010). Effect of induced water deficit on sugar beet micropropagation. Proceedings of 72nd IIRB Congress (22–24 Jun, 2010, Copenhagen, Denmark): International institute for beet research (IIRB). Bruxelles, pp. 179–185.
6. Shevel', L.O., Aljeksjejeva, N.M. (2000). Ajstry z Kytajevo [Asters from Kitaevo]. Kivity Ukrai'ny [Flowers of Ukraine], no. 8, pp. 5–7.
7. Kunah, V.A. (2005). Biotekhnologija likars'kyh roslyn [Biotechnology of Medicinal Plants]. Genetychni ta fiziologo-biokhimichni osnovy [Genetic and physiological and biochemical bases]. Kyiv, Logos, 730 p.
8. Tai, G.C. (1971). Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. Crop. Sci. Vol. 11, no. 2, pp. 184–190.
9. Jugenheimer, R.W. (1957). Performance and variability of various types of cornhybrids. Amer. Soc. Agron. Abs. 1957, Vol. 3, 55 p.
10. Sinskaja, E.N. (1963). Problema populjacij u vysshih rastenij [The problem of populations in higher plants]. Lenin-grad, Sel'hozizdat, 124 p.

Отбор экплантов и условия культивирования донорных материалов для введения *in vitro* интродуцированных сортов *Callistephus Chinensis* (L.) Ness. с целью дальнейшего использования в озеленении

Турчина С.Я.

Цель. На основе оптимизации параметров посадочного материала с учетом биологических особенностей усовершенствованы элементы и разработана технология выращивания высококачественного посадочного материала калистефуса китайского (*Callistephus Chinensis* (L.) Nees) *in vitro*, в частности, разработан ряд биотехнологических приемов для получения самоклонов, растений-регенерантов и их адаптация к условиям *in vivo*. Изучены и обобщены данные литературных источников украинского и иностранного происхождения по размножению сортов (*Callistephus Chinensis* (L.) Nees) *in vitro* и в нотальных условиях.

Методы биотехнологии, в частности микроклональное размножения, наряду с фундаментальными исследованиями нашли широкое и практическое применение в прикладных направлениях экспериментальной биологии. Прежде всего речь идет о сохранении генофонда растений, создании высококачественного посадочного материала и ускоренного вегетативного размножения.

Материал и методы исследования. В исследованиях использованы 20 сортов растений калистефуса китайского с различными важными признаками, происхождением и направлением использования.

Результаты исследования. В результате проведенных исследований по всхожести семян наиболее декоративных сортов калистефуса китайского с различными хозяйственно-ценными признаками были отобраны шесть генотипов, которые выделены для введения *in vitro* с целью ускоренного их размножения.

Обсуждение. Благодаря этому в лабораторных условиях при температуре 18–200 °С и влажности 75–80 %, собраны семена, которые предварительно были отобраны в количестве 100 шт., поэтапно, а именно по 10 шт., помещали в колбу с дистиллированной водой на срок до 20–30 мин. Через промежуток времени семена с невыполненным зачаточным мешком поднимались на поверхность колбы, их количество составляло для разных генотипов от 10 до 30 %.

Выводы. Подобраны оптимальные физические условия культивирования донорного материала и отработан механизм отбора заполненных семенных зачатков исследуемых генотипов.

Ключевые слова: исходный материал, калистефус китайский, сорта, интродукция, *in vitro*, хозяйственно-ценные признаки, генотип.

Explants selection and conditions of the donor material cultivation for *Callistephus Chinensis* (L.) Ness. introduced sorts *in vitro* introduction with a view to its further use in greening

Turchyna S.

The aim. The technology of cultivating high-quality planting material of *Callistephus Chinensis* (*Callistephus Chinensis* (L.) Nees) *in vitro* has been developed on the basis of planting material parameters optimization taking into account its biological characteristics and its elements have been improved. In particular, a set of biotechnological techniques for the production of self-adhesives, regeneration plants and their adaptation to *in vivo* conditions have been developed. The data of literary sources of Ukrainian and foreign origins on the reproduction of varieties (*Callistephus Chinensis* (L.) Nees) *in vitro* and in notional conditions are studied and generalized.

Biotechnology methods, microclonal reproduction in particular, along with fundamental researches, have been widely used in the applied directions of experimental biology. First of all, it is about the plants gene pool preservation, creating the high-quality gardening material and accelerated vegetative reproduction.

Research material and methods. 20 varieties of *Chinensis Callistephus* plants with different important characteristics, origin and application direction were used in our studies.

Research results. Six genotypes were selected as a result of studies on the seeds germination of the most decorative varieties of *Callistephus Chinensis* with different economic and valuable characteristics. These were selected for *in vitro* introduction in order to accelerate their reproduction.

Discussion. For this purpose we collected previously selected 100 seeds in laboratory conditions, at a temperature of 18–20 °C and humidity of 75–80 %. The seeds were collected in a phased manner, namely 10 pieces each and placed in a flask with distilled water for a period of up to 20–30 minutes. After a period of time, seeds with an incomplete germ bag floated up to the surface of the flask and made, respectively, 10 to 30 % for different genotypes of.

Conclusions. That is, the optimal physical conditions for donor material cultivation have been selected and the mechanism for selecting the filled seed germs of the studied genotypes has been worked out.

Key words: source material, *Callistephus Chinensis*, varieties, introduction, *in vitro*, economically valuable signs, genotype.

Надійшла 19.04.2019 р.

Наукове видання

Агробіологія

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

Збірник наукових праць

№ 1 (146) 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 60×84¹/₈. Ум. др. арк. 10,58. Зам. 6903. Тираж 300.

Підписано до друку 28.05.2019.

Видавець і виготовлювач:

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