

ISSN 0135-2369

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЗРОШУВАНОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

# ЗРОШУВАНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО

Міжвідомчий тематичний  
науковий збірник

Випуск 75



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2021

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації  
№ 23209-13049 ПР від 11.12.2017 р.

Збірник включено до переліку наукових фахових видань України категорії «Б» у галузі  
«Сільськогосподарські науки» (101 – Екологія, 201 – Агронімія, 202 – Захист і карантин рослин)  
відповідно до Наказу Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р. (додаток 1)  
Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту зрошувального землеробства НААН  
(Протокол № 9 від 14.05.2021 року).

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ: EDITORIAL BOARD**

<b>Вожегова Р.А.</b> (головний редактор)	<b>R. Vozhegova</b> (editor-in-chief)
<b>Лавриненко Ю.О.</b> (перший заступник головного редактора)	<b>Yu. Lavrynenko</b> (first deputy editor-in-chief)
<b>Малярчук М.П.</b> (заступник головного редактора)	<b>M. Maliarchuk</b> (deputy editor-in-chief)
<b>Біднина І.О.</b> (відповідальний секретар)	<b>I. Bidnyna</b> (executive secretary)
<b>Шкода О.А.</b>	<b>O. Shkoda</b>
<b>Хандакар Р.</b> (США)	<b>R. Khandakar</b> (USA)
<b>Шиманський Л.П.</b> (Білорусь)	<b>L. Shymanskyi</b> (Belarus)
<b>Петшак С.</b> (Польща)	<b>S. Petshak</b> (Poland)
<b>Базалій В.В.</b>	<b>V. Bazalii</b>
<b>Денчич С.</b> (Сербія)	<b>S. Denchych</b> (Serbia)
<b>Гашимов А.Д.</b> (Азербайджан)	<b>A. Hašhymov</b> (Azerbaijan)
<b>Коковіхін С.В.</b>	<b>S. Kokovikhin</b>
<b>Грановська Л.М.</b>	<b>L. Hranovskaya</b>
<b>Марковська О.Є.</b>	<b>O. Markovska</b>
<b>Влащук А.М.</b>	<b>A. Vlashchuk</b>
<b>Заєць С.О.</b>	<b>S. Zaiets</b>
<b>Марченко Т.Ю.</b>	<b>T. Marchenko</b>
<b>Біляєва І.М.</b>	<b>I. Biliaieva</b>
<b>Димов О.М.</b>	<b>A. Dymov</b>
<b>Балашова Г.С.</b>	<b>G. Balashova</b>
<b>Писаренко П.В.</b>	<b>P. Pisarenko</b>
<b>Пілярська О.О.</b>	<b>O. Piliarska</b>

Зрошувальне землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2021. – Вип. 75. – 140 с.

У збірнику подаються результати наукових досліджень теоретичного та практичного характеру з питань зрошувального землеробства. Висвітлено елементи системи землеробства, обробіток ґрунту, удобрення, раціональне використання поливної води, особливості ґрунтотворних процесів. Приділено увагу питанням кормовиробництва, вирощування зернових, картоплі та інших культур, створення нових сортів і гібридів, біотехнології, економіці виробництва.

Міжвідомчий тематичний науковий збірник розрахований на науковців, аспірантів, спеціалістів сільського господарства.

**Адреса редакційної колегії:**

73483, м. Херсон, сел. Наддніпрянське,  
Інститут зрошувального землеробства НААН  
Тел. (0552) 36-11-96, факс: (0552) 36-24-40  
**e-mail: info@izpr.ks.ua**  
**www.izpr.ks.ua**

## ЗМІСТ

<b>МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО.....</b>	<b>5</b>
<b>Вінюков О.О., Чугрій Г.А.</b> Вплив біопрепаратів на визначення посухостійкості рослин ячменю ярого в умовах східної частини Північного Степу.....	<b>5</b>
<b>Вожегова Р.А., Козленко Є.В., Морозов О.В., Біднина І.О.</b> Шляхи реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року на Інгулецькій зрошувальній системі.....	<b>10</b>
<b>Грановська Л.М., Морозов О.В., Іванов В.І.</b> Оцінка якості зрошувальної води та її вплив на показники родючості ґрунтів за краплинного зрошення.....	<b>16</b>
<b>Дрозд О.М., Афанасьєв Ю.О.</b> Диференціація локальних виявів галогенезу в ґрунтах за умов краплинного зрошення.....	<b>24</b>
<b>Заболотна А.В., Заболотний О.І., Даценко А.А.</b> Чиста продуктивність фотосинтезу та врожайність кукурудзи за умов використання гербіциду Стеллар.....	<b>29</b>
<b>Засць С.О., Нетіс І.Т., Онуфран Л.І., Фундират К.С.</b> Особливості водоспоживання сучасних сортів пшениці озимої та ячменю озимого за різних строків сівби в умовах зрошення.....	<b>34</b>
<b>Климишена Р.І.</b> Залежність вмісту бета-глюкану в суслі пивоварного ячменю ярого від впливу позакореневого підживлення мікродобривами.....	<b>39</b>
<b>Коваленко О.А., Андрійченко Л.В.</b> Ефективність екологічно безпечних прийомів вирощування <i>Lavandula angustifolia</i> на Півдні України.....	<b>44</b>
<b>Ковальов М.М.</b> Вирощування мікрозелені салату Ромен у NFT-системах залежно від впливу типу субстрату.....	<b>48</b>
<b>Котельников Д.І.</b> Агрофізичні властивості темно-каштанового ґрунту за різних систем основного обробітку та органо-мінерального вдобрення в зрошуваних умовах Півдня України.....	<b>52</b>
<b>Кричковський В.Ю.</b> Вплив дигистату на структуру врожаю та продуктивність кукурудзи.....	<b>57</b>
<b>Мануйленко О.В., Коновалов В.О., Грібніюк К.С., Карпенко О.І., Коновалова В.М.</b> Ефективність застосування системи No-till порівняно з традиційними системами обробітку ґрунту в сівозміні короткої ротації в умовах Південного Степу України.....	<b>63</b>
<b>Молдован В.Г., Молдован Ж.А.</b> Вплив допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на формування показників індивідуальної продуктивності кукурудзи у Західному Лісостепу України.....	<b>69</b>
<b>Недільська У.І.</b> Продуктивність садивного матеріалу міскантусу залежно від агротехнічних заходів.....	<b>73</b>
<b>Онопрієнко Д.М.</b> Ефективність удобрювального зрошення кукурудзи з використанням рідких і твердих форм мінеральних добрив.....	<b>76</b>
<b>Рожко І.І., Кулик М.І.</b> Урожайність насіння проса прутіподібного залежно від елементів сортової технології вирощування.....	<b>81</b>
<b>Собко М.Г., Бутенко А.О., Данильченко О.М.</b> Агроекологічна адаптивність та придатність вирощування сої сортів різних груп стиглості.....	<b>89</b>
<b>СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО.....</b>	<b>96</b>
<b>Вожегова Р.А., Балашова Г.С., Бояркіна Л.В.</b> Вплив рівня зволоження ґрунту та удобрення на водоспоживання та продуктивність картоплі літнього садіння свіжозібраними бульбами.....	<b>96</b>
<b>Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Куц Г.М., Гальченко Н.М.</b> Адаптивна здатність – важлива ознака у селекції рослин.....	<b>101</b>
<b>АГРОІНЖЕНЕРІЯ.....</b>	<b>110</b>
<b>Джахангіров Мухендіс Мамедгусейн огли.</b> Результаты исследований физико-химических показателей чайного экстракта для повышения биологической ценности готовой продукции.....	<b>110</b>
<b>Вожегов С.Г., Рудий О.Е., Коковіхін С.В., Дробітько А.В., Казанок О.О., Керімов А.Н.</b> Врожайність, економічна та енергетична ефективність вирощування гібридів соняшнику залежно від режимів зрошення та обробітку ґрунту в умовах Півдня України.....	<b>114</b>
<b>АНОТАЦІЯ.....</b>	<b>119</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>128</b>

## CONTENTS

<b>AMELIORATION, FARMING, CROP PRODUCTION.....</b>	<b>5</b>
<b>Vinyukov O.O., Chuhrii H.A.</b> The influence of biological products on the determination of drought resistance of spring barley plants in the conditions of the eastern part of the Northern Steppe.....	<b>5</b>
<b>Vozhegova R.A., Kozlenko Ye.V., Morozov O.V., Bidnyna I.O.</b> Ways to implement the Irrigation and Drainage Strategy in Ukraine until 2030 on the Ingulets irrigation system.....	<b>10</b>
<b>Hranovska L.M., Morozov O.V., Ivanov V.I.</b> Irrigation water quality evaluation and its impact on the fertility indices of soils under drip irrigation.....	<b>16</b>
<b>Drozd O.M., Afanasiev Yu.O.</b> Spatial variety of local occurrence of soil salinization under the drip irrigation.....	<b>24</b>
<b>Zabolotna A.V., Zabolotnyi O.I., Datsenko A.A.</b> Net photosynthetic productivity and yield of maize under the use of Stellar herbicide.....	<b>29</b>
<b>Zaiets S.O., Netis I.T., Onufran L.I., Fundirat K.S.</b> Features of water consumption of modern varieties of winter wheat and winter barley at different sowing dates under irrigation.....	<b>34</b>
<b>Klymyshena R.I.</b> Dependence of beta-glucan content in spring malting barley wort on the effect of foliar fertilization with microfertilizers.....	<b>39</b>
<b>Kovalenko O.A., Andriichenko L.V.</b> The effectiveness of environmentally friendly methods of growing <i>Lavandula angustifolia</i> in South of Ukraine.....	<b>44</b>
<b>Kovalov M.M.</b> Growing microgreens of romaine lettuce in NFT systems depending on the influence of the substrate type.....	<b>48</b>
<b>Kotelnikov D.I.</b> Agrophysical properties of dark chestnut soil under different systems of basic cultivation and organo-mineral fertilizer in irrigated conditions of the South of Ukraine.....	<b>52</b>
<b>Krychkovsky V.Yu.</b> Digistat influence on harvest structure and corn productivity.....	<b>57</b>
<b>Manuylenko O.V., Konovalov V.O., Gribinyuk K.S., Karpenko O.I., Konovalova V.M.</b> Effectiveness of the No-till system compared to the traditional systems of short-rotation soil cultivation under conditions of Southern Steppe of Ukraine.....	<b>63</b>
<b>Moldovan V.G., Moldovan Zh.A.</b> Influence of pre-sowing seed treatment and foliar top dressing on the formation of indicators of individual corn productivity in the Western Forest-Steppe of Ukraine.....	<b>69</b>
<b>Nedilska U.I.</b> Productivity of miscanthus planting material depending on agrotechnical measures.....	<b>73</b>
<b>Onopriienko D.M.</b> Efficiency of fertilizer irrigation of corn using liquid and solid forms of mineral fertilizers.....	<b>76</b>
<b>Rozhko I.I., Kulyk M.I.</b> Seed yield of switchgrass, depending on the elements of cultivation technology.....	<b>81</b>
<b>Sobko M.G., Butenko A.O., Danylchenko O.M.</b> Agroecological adaptability and suitability of growing soybean varieties of different maturity groups.....	<b>89</b>
<b>BREEDING, SEED FARMING.....</b>	<b>96</b>
<b>Vozhehova R.A., Balashova H.S., Boiarkina L.V.</b> Influence of soil moisture and fertilizer level on water consumption and productivity of summer potatoes planted with freshly harvested tubers.....	<b>96</b>
<b>Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Piliarska O.O., Kuts G.M., Galchenko N.M.</b> Adaptive ability is an important feature in plant breeding.....	<b>101</b>
<b>AGROENGINEERING.....</b>	<b>110</b>
<b>Jahangirov M.M.</b> Results of research of physicochemical parameters of tea extract to increase the biological value of finished products.....	<b>110</b>
<b>Vozhehov S.G., Rudyi O.E., Kokovikhin S.V., Drobitko A.V., Kazanok O.O., Kerimov A.N.</b> Yield. Economic and energy efficiency of growing sunflower hybrids depending on the regimes of irrigation and tillage in the South of Ukraine.....	<b>114</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>128</b>

## МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО

УДК 633.162

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.1>

### ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ НА ВИЗНАЧЕННЯ ПОСУХОСТІЙКОСТІ РОСЛИН ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В УМОВАХ СХІДНОЇ ЧАСТИНИ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ

**ВІНЮКОВ О.О.** – доктор сільськогосподарських наук, старший дослідник  
*orcid.org/0000-0002-2957-5487*

**ЧУГРІЙ Г.А.** – завідувач відділу технологій виробництва  
сільськогосподарської продукції  
*orcid.org/0000-0002-0250-2456*

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція  
Національної академії аграрних наук України

**Постановка проблеми.** В умовах Степу однією з головних проблем, яка залишається ще не вирішеною, є розробка таких технологій вирощування ячменю ярого, які б забезпечили одержання стабільних і високих валових зборів зерна незалежно від погодних умов. Для вирішення цієї проблеми першочергове значення мають заходи, які б забезпечували накопичення та збереження продуктивної вологи в ґрунті на час сівби для одержання своєчасних сходів рослин та їх росту та розвитку у весняно-літній період

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Високі врожаї ячменю ярого мають передбачати впровадження інтенсивних технологій. Характерними рисами сортів, що вирощуються в Степу, є висока посухостійкість, стійкість до вилягання, високий імунітет, які забезпечують стабільне підвищення врожайності зерна та його якості [1]. Практика показує, що впровадження нових інтенсивних сортів ячменю ярого позитивно впливає на підвищення його врожайності [2].

Здатність ячменю ярого інтенсивно куштитись дозволяє формувати бокові пагони, які мають майже таку ж продуктивність, як і основні, що позитивно впливає на щільність продуктивного стеблостю. Ця біологічна особливість ячменю є надзвичайно важливою для ресурсоощадних технологій, тому на полях із високою культурою землеробства, де забезпечується польова схожість на рівні 80% і загальне виживання рослин у межах 70–75%, на високих агрофонах можна застосовувати менші норми висіву – 3,0–4,0 млн шт. схожих насінин/га [3].

За даними О.В. Коваленка [3–4] та інших авторів, дослідження ефективності передпосівної обробки насіння ячменю ярого показали, що використання регуляторів росту сприяють збільшенню продуктивності фотосинтезу за вегетаційний період на 14,3–18,4%, а кращі результати спостерігаються у варіанті застосування Агату 25К. Таким чином, регулятори росту та бактеріальні препарати не лише покращують дружність сходів, а й безпосередньо впливають на формування аси-

міляційної поверхні рослин, від якої залежить кількість та якість майбутнього врожаю зерна. Багаторічними дослідженнями доведено, що вологість ґрунту є вирішальним фактором своєчасної появи сходів і доброго розвитку ячменю ярого на початку вегетації. За оптимальних строків сівби рослини ячменю швидко проростають і продуктивно використовують зимові запаси вологи з поверхневого шару ґрунту. При цьому виникають найбільш сприятливі умови для процесів куштиння та формування генеративних органів рослин [5–9].

Виробничими дослідженнями доведено, що ячмінь ярий більш вимогливий до системи мінерального живлення, ніж пшениця озима. Внесення добрив сприяє швидкому наростанню вегетативної маси та посиленню куштістості у ячменю ярого, що позитивно впливає на продуктивність культури, а приріст урожаю зерна може досягати 1,5–2,0 т/га. Дози мінеральних добрив найбільш доцільно розраховувати на заплановану врожайність або відповідно до зональних рекомендацій [1; 2; 10].

**Метою статті** є органічне поєднання якісних пестицидів у комплексі технологій захисту культур та ретельного контролю.

**Матеріали та методика досліджень.** Донецькою державною сільськогосподарською дослідною станцією Національної академії аграрних наук України разом із ТОВ «САММІТ-АГРО ЮКРЕЙН» проводилась науково-дослідна робота щодо ефективності біопродуктів SAS086E, Кайші, РК на посухостійкість рослин ячменю ярого в умовах східної частини Північного Степу на дослідній ділянці в с. Розлив Великоновосіклівського району.

Дослідження проводяться згідно з методикою польової справи Б.О. Доспехова, методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур, а також методичними рекомендаціями, розробленими у Донецькій державній сільськогосподарській дослідній станції НААН України.

Ґрунт – чорнозем звичайний малогумусний, важкосуглинковий. Валовий вміст основних поживних речовин: N – 0,28–0,31%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,16–0,18%,

K<sub>2</sub>O – 1,8–2,0%, вміст гумусу в орному шарі – 4,5%, рН<sub>сол</sub> – 6,9. Обробіток ґрунту звичайний, загальноприйняттий у господарствах області.

Посів ячменю ярого – 04.04.2020 р. Сорт ячменю ярого – Щедрик.

Схема дослідів передбачала внесення дослідних препаратів компанії ТОВ «САММІТ-АГРО ЮКРЕЙН» для обробки насіння та позакореневого підживлення у фази ВВСН 23-27 розвитку ячменю ярого.

Технологія вирощування культур загальноприйнята для господарств області, окрім досліджених факторів. Біопрепарати вносилися за схемою (табл. 1).

**Таблиця 1 – Схема дослідів випробувань біологічного препарату SAS086E та Кайші, РК**

№	Варіант	Фаза застосування та норма внесення, л/га
		ВВСН 23, 24.04.2020
1	Контроль (оброблено водою)	
2	SAS086E	1,0
3	ІнтраСелл	1,0
4	Кайші, РЛ	3,0
5	Nurspray	1,0

Також для захисту рослин протягом вегетації проводилось обприскування посівів такими пестицидами: фаза кінець куцїння: бакова суміш Прима Форте 0,7 л/га + Амїстар Екстра 0,5 л/га + Коннект 0,5 л/га; фаза колосїння: бакова суміш Альто супер 0,5 л/га + Енжіо 0,18 л/га.

Урожайні дані перерахували на 14% вологості з урахуванням засміченості зернової маси.

У дослідях проводили фенологічні спостереження за настанням основних фаз росту та розвитку рослин ячменю ярого. Початок кожної фази росту та розвитку встановлюється за настанням їх у 10% рослин, повну – не менше ніж у 75%; опис особливостей росту і розвитку рослин. Враховуються всі причини, що впливають на рослини в посївах протягом усього періоду вегетації; агрометеорологічні спостереження й обліки, що визначали структуру врожаю. Статистична обробка врожайних даних проведена за методикою Б.А. Доспеховим «Методика Полевого опыта».

**Результати досліджень.** Донецька область розташована в південно-східній частині України. На південному заході та заході вона межує з Дніпропетровською та Запорізькою областями, на північному заході – з Харківською, на північному сході – з Луганською, на сході – з Ростовською областю Російської Федерації, а з півдня – омивається Азовським морем. Територія області простягнулась із півночі на південь на 240 км та зі сходу на захід – на 170 км. Область займає західну частину Донецького кряжу та східну половину Приазовської височини. На території краю проходить вододіл річок басейнів Чорного та Азовського морів.

У Степу України з його помірним кліматом та родючими ґрунтами створюються найбільш сприятливі умови для формування високоякісного зерна ячменю ярого, але жорсткі кліматичні умови цього регіону (як-от недостатня вологозабезпеченість періоду вегетації) обмежують можливість формування високого рівня врожайності культури, що призводить до її нестабільності [11]. Залежність урожаю та якості продукції від метеорологічних факторів вивчена вже досить глибоко, що допомагає вдосконалювати агротехніку вирощування культур [12–14].

Продуктивність сільськогосподарських культур залежить від багатьох факторів. Важливе місце серед них належить ґрунтовим та погодним умовам, особливо в зоні ризикованого землеробства.

Територія землекористування характеризується континентальним кліматом із жарким сухим літом, малосніжною з відлигами зимою. Згідно з багаторічними даними середньорічна температура повітря становить 7,6–8,0°C. Найжаркіший місяць – липень (середньобагаторічна температура становить +21,2°C), найхолодніший – січень (середньобагаторічна температура становить -5,8°C). Максимальна температура повітря становить +42°C, мінімальна – -39°C.

Веgetаційний період триває 208 дїб, а тривалість періоду з температурою вище +10°C становить 160–170 дїб. Сума позитивних температур за вегетацію – 3010°C, що дає можливість вирощувати всі основні сільськогосподарські культури. Безморозний період триває в середньому 150–160 дїб, останні весняні заморозки спостерігаються 18–24 квітня, а перші осінні – 11–12 жовтня.

У березні спостерїгалася нестійка погода із заморозками вночі та з випадінням невеликих опадів. Середня температура повітря склала 7,0°C. Мінімальна температура повітря знижувалась до -5,6°C, на поверхні ґрунту – до -6,7°C. Середня температура на глибині 10 см склала 7,0°C. Середня відносна вологість повітря склала 61,5%. Опадів випало 15,3 мм.

У квітні середня температура повітря склала 8,2°C. Опадів випало 5,8 мм. Відносна вологість становила 49,6%.

Травень відмічений прохолодною погодою з випадінням рясних опадів. Середня температура повітря склала 13,7°C. Середня відносна вологість повітря склала 70%. Опадів випало 95,0 мм.

У червні відмічена спекотна погода з випадінням незначних опадів. Середня температура повітря склала 22,5°C. Середня відносна вологість повітря склала 59,0%. Опадів випало 11,8 мм.

Вирощування ячменю ярого для кормових цілей майже не обмежено ґрунтовими умовами. Його можна вирощувати на ґрунтах, починаючи від бонїтету 22, що особливо актуально в умовах постійного падіння родючості українських ґрунтів. Винятком для культивування ячменю ярого є кислі ґрунтови ареали.

Маючи не досить розвинену кореневу систему і невисоку здатність засвоювати поживні речовини, ячмінь ярий позитивно реагує на внесення біопре-

Таблиця 2 – Метеоумови за період вегетації ячменю ярого, 2019–2020 рр.

Місяць	Декада	Сума активних температур	Сума опадів, мм	ГТК	Температура повітря, °С	Вологість повітря, %
березень	I декада		0,9		10,0	63,8
	II декада		5,1		5,0	63,2
	III декада		9,3		5,9	57,5
	за весь місяць		<b>15,3</b>		<b>7,0</b>	<b>61,5</b>
квітень	I декада		0,0		6,7	45,8
	II декада		4,6		8,1	51,5
	III декада	79,3	1,2	0,15	10,0	51,5
	за весь місяць	<b>79,3</b>	<b>5,8</b>	<b>0,15</b>	<b>8,2</b>	<b>49,6</b>
травень	I декада	142,5	26,2	1,8	14,3	72,9
	II декада	133,7	17,8	1,3	13,4	65,3
	III декада	149,5	51,0	3,4	13,6	71,7
	за весь місяць	<b>425,7</b>	<b>95,0</b>	<b>2,2</b>	<b>13,7</b>	<b>70,0</b>
червень	I декада	199,6	1,7	0,1	20,0	63,4
	II декада	242,4	1,1	0,0	24,2	55,4
	III декада	232,7	9,0	0,4	23,3	58,3
	за весь місяць	<b>674,7</b>	<b>11,8</b>	<b>0,2</b>	<b>22,5</b>	<b>59,0</b>
За вегетацію		<b>1433,4</b>	<b>151,4</b>	<b>1,06</b>		

паратів. Під впливом біопрепаратів підвищується кущистість рослин і їх стійкість до посухи, хвороб і шкідників. Найкраще реагує ячмінь, що вирощується на чорноземних ґрунтах, типових для Степу України, на внесення фосфорних добрив, водночас

брак навіть одного з елементів спричиняє невідворотні втрати продуктивності зерновиробництва. Кількісний вияв застосування інтенсивних схем живлення має відображення в структурі біометричних показників фази кушіння (табл. 3–4).

Таблиця 3 – Біометричні показники ячменю ярого сорту Щедрик наприкінці фази кушіння 2019–2020 рр.

Варіант	Коеф. кущення	Приріст %	Коеф. втор. коренів	Приріст %
Контроль (оброблено водою)	1,8	-	2,3	-
SAS086E	2,5	+38,9	2,9	+26,1
ІнтраСелл	2,7	+50,0	3,0	+30,4
Кайші, РЛ	2,5	+38,9	2,8	+21,7
Nurspray	2,7	+50,0	2,9	+26,1

Таблиця 4 – Біометричні показники ячменю ярого сорту Щедрик у фазі повної стиглості, 2019–2020 рр.

Варіант	Кіл-ть продукт. стебел, шт./ м <sup>2</sup>	Приріст %	Коефіц. прод. кушіння	Приріст %
Контроль (оброблено водою)	747	-	2,8	-
SAS086E	894	+19,7	3,1	+10,7
ІнтраСелл	912	+22,1	3,0	+7,1
Кайші, РЛ	872	+16,7	3,1	+10,7
Nurspray	854	+14,3	3,0	+7,1

В умовах 2019–2020 років процес отримання сходів проходив у порівняно оптимальних умовах (дещо більш вологих за середньобагаторічні показники квітня). На тлі підвищення вологості слабка коренева система ячменю ярого не так активно «пробивається» у більш глибокі шари ґрунту через наявність «оптимальних» умов на поверхні. Під час виходу в трубку, колосіння, цвітіння і початку утворення зерен час, коли ярий ячмінь найбільш вимо-

гливий до вологи, вже типово ми спостерігали утримання високих температур, явище посухи, де-не-де траплялися суховії. На жаль, саме ці умови спричинили значущий недобір урожайності, та на варіантах дослідів стан рослин був кращим (як візуально, так і фактично). Отримані дані свідчать про здатність рослин чинити опір негативним явищам за поліпшення умов живлення, що є регулятором у підтримці фізіологічного балансу посівів ячменю ярого.

Препарати, що вивчались, вносились на початку фази кушіння, а відбір рослин для аналізу проводився на 14 день після обробок. Отримані дані свідчать про позитивний вплив досліджених інтенсивних систем живлення на формування більшої кількості продуктивних стебел. Так, на всіх досліджених варіантах був отриманий приріст від 14,3% до 22,1%. Коефіцієнт продуктивного кушіння був

найбільшим на варіанті 2 та 5, варіант 1 (контроль) був найгіршим за цим показником.

Вирішальну роль для формування врожаю має перехід конуса наростання стебла з вегетативної на генеративну фазу зростання і на формування основних компонентів урожайності (табл. 5–6): кількість колосків на 1 м<sup>2</sup>, кількість зерен у колосі, маса зерна з 1 колоса, маса 1 000 зерен.

**Таблиця 5 – Показники структури врожаю залежно від елементу технології, 2019–2020 р.**

Варіант	Довж. колосу, см	Приріст %	Кіл. зерен у кіл. шт.	Приріст %	Маса 1000 зерен, г	Приріст %
Контроль (оброблено водою)	7,5	-	17,2	-	47,5	-
SAS086E	7,6	+1,3	17,8	+3,5	51,1	+7,6
ІнтраСелл	8,1	+8,0	17,7	+2,9	47,7	+0,4
Кайші, РЛ	7,6	+1,3	17,6	+2,3	47,0	-1,1
Nurspray	7,5	0,0	17,1	-0,6	49,0	+3,2

**Таблиця 6 – Урожайність зерна ячменю ярого сорту Щедрик, 2019–2020 р.**

Варіант	Урожайність, т/га	Прибавка урожаю	
		т/га	%
Контроль (оброблено водою)	6,1	-	-
SAS086E	8,1	+2,0	+32,8
ІнтраСелл	7,7	+1,6	+26,2
Кайші, РЛ	7,2	+1,1	+18,0
Nurspray	7,1	+1,0	+16,4

Збалансований підхід до внесення біопрепаратів має безумовну перевагу продуктивності зерно-виробництва ячменю ярого у Степу. Всі дослідні варіанти демонструють збільшення врожайності від 1,0 т/га до 2,0 т/га.

Найбільшим був варіант 2 (застосування біопрепарату SAS086E), який на 2,0 т/га (32,8%) більший за контроль. Усі інші варіанти також збільшили врожайність від 16,4% до 26,2% залежно від контролю.

**Висновки.** Використання препаратів, що вивчались, сприяє посиленню адаптаційних процесів у рослин ячменю ярого. Ефективність впливу цих препаратів доведена збільшенням біометричних показників, показників структури врожаю і, як наслідок, урожайності рослин ячменю ярого. Проте результати за один рік не дозволяють зробити остаточні висновки, тому рекомендується продовжити дослідження в наступному вегетаційному році.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Циліорик О.І. Вплив попередників, добрив та погодних умов на продуктивність та якість зерна озимої пшениці в умовах підзони північного Степу України. *Наукові праці Полтавської держ. аграр. акад.: сільськогосподарські науки*. Полтава, 2005. Т. 4(23). С. 230–235.
2. Ивченко В.И. Особенности формирования урожая зерновых колосовых культур. Научные основы устойчивого ведения зернового хозяйства. Киев : Урожай, 1989. С. 15–29.
3. Медведев В.В., Лактіонова Т.М., Донцова Л.В. Просторовий і часовий дефіцити зволоження сіль-

ськогосподарських культур на орних землях України. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 3. С. 9–13.

4. Коваленко О.В. Удосконалення технології вирощування озимого ячменю в північному Степу України : автореф. ... канд. с.-г. наук : 06.00.09 «Рослинництво». Дніпропетровськ, 1997. 20 с.

5. Тимофєєв М.М., Вінюков О.О., Бондарева О.Б. Стратегія формування сталих агробіогеоценозів. *Збалансоване природокористування*, 2016. № 1. С. 164–170.

6. Зубець М.В., Тараріко О.Г., Адамень Ф.Ф. Обґрунтування агротехнологій проведення весняного циклу робіт і перспективи сталого розвитку АПК. *Вісник аграрної науки*. 1998. № 3. С. 5–10.

7. Тимофєєв М.М., Бондарева О.Б., Вінюков О.О. Біологізація рослинництва – основа формування сталих агробіогеоценозів. *Зернові культури*. Дніпро, 2017. Т. 1. № 1. С. 79–85.

8. Алабушев А.В., Янковский Н.Г., Филиппов Е.Г. Обоснование оптимальных сроков и норм высевки озимого ячменя. *Земледелие*. 2007. № 3. С. 28–29.

9. Гирка А.Д., Сидоренко Ю.Я., Ільєнко О.В. Реалізація потенціалу продуктивності сучасних сортів ячменю ярого в умовах зміни клімату. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. 2011. № 40. С. 114–119.

10. Тимофєєв М.М., Вінюков О.О., Бондарева О.Б. Біогенна система землеробства в аспекті формування сталих агробіогеоценозів. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. Харків, 2016. № 20. С. 68–74.



11. Виблова А.В., Гасанова І.І., Солоний П.В., Костиря І.В. Вплив агротехнічних заходів на продуктивність і якість зерна ярої пшениці в Присівашші. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2007. № 30. С. 63–68.

12. Abad A., Lloveras J., Michelena A. Nitrogen fertilization and foliar urea effects on durum wheat yield and quality and on residual soil nitrate in irrigated Mediterranean conditions. *Field Crops*. 2004. P. 257–269.

13. Ehdaie B., Waines J. Sowing date and nitrogen rate effects on dry matter and nitrogen partitioning in bread and durum wheat. *Field Crops*. 2001. P. 47–61.

14. Андрійченко Л.В. Вплив гідротермічних умов степу України на продуктивність і якість зерна ярої твердої пшениці. *Екологія*. Т. 107. Вип. 94. Київ, 2009. С. 45–47.

#### REFERENCES:

1. Tsyliuryk, O. I. (2005). Vplyv poperednykiv, dobryh ta pohodnykh umov na produktyvnist ta yakist zerna ozymoi pshenytsi v umovakh pidzony pivnichnoho Stepu Ukrainy. *Naukovi pratsi Poltavskoi derzh. ahrar. akad.: silskohospodarski nauky*. Poltava, 230–235 [in Ukrainian].

2. Yvchenko, V. Y. (1989). Osobennosti formirovaniya urozhaia zernovykh kolosovykh kultur. *Nauchniye osnovy ustoychivoho vedeniya zernovoho khaznayaistva*. Kyiv. 15–29 [in Ukrainian].

3. Medvedev, V. V., Laktionova, T. M., Dontsova, L. V. (2011). Prostorovyi i chasovyi defitsyty zvolozhennia silskohospodarskykh kultur na ornykh zemliakh Ukrainy. *Visnyk ahrarnoi nauky*. Kyiv. № 3. 9–13 [in Ukrainian].

4. Kovalenko, O. V. (1997). Udoskonalennia tekhnologii vyroshchuvannia ozymoho yachmeniu v pivnichnomu Stepu Ukrainy: *avto-ref. dys. na zdob. nauk. stup. kand. s.-h. nauk: 06.00.09 «Roslynnnytstvo»*. Dnipropetrovsk. 20 [in Ukrainian].

5. Tymofieiev, M. M., Viniukov, O. O., Bondareva, O. B. (2016) Stratehiia formuvannia stalykh ahrobieotsenoziv. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, Kherson № 1. 164–170 [in Ukrainian].

6. Zubets, M. V., Tarariko, O. H., Adamen, F. F. (1998) Obhruntuvannia ahrotekhnologii provedennia vesnianoho tsykladu robot i perspektyvy staloho rozvytku APK. *Visnyk ahrarnoi nauky*. Kyiv № 3. 5–10. [in Ukrainian].

7. Tymofieiev, M. M., Bondareva, O. B., Viniukov, O. O. (2017) Biolohezatsiia roslynnnytstva – osnova formuvannia stalykh ahrobieotsenoziv. *Zernovi kultury*. Dnipro, T. 1. № 1. 79–85 [in Ukrainian].

8. Alabushev, A. V., Yankovskyi, N. H., Fylyppov, E. H. (2017) Obosnovanye optimalnykh srokov y norm vyseva ozymoho yachmenia. *Zemledelye*. 2007. № 3. 28–29 [in Ukrainian].

9. Hyrka, A. D., Sydorenko, Yu. Ya., Iliencko, O. V. (2011) Realizatsiia potentsialu produktyvnosti suchasnykh sortiv yachmeniu yarooho v umovakh zminy klimatu. *Biuleten Instytutu zernovoho hospodarstva UAAN*. Dnipro № 40. 114–119 [in Ukrainian].

10. Tymofieiev, M. M., Viniukov, O. O., Bondareva, O. B. (2016) Biohenna systema zemlerobstva v aspekti formuvannia stalykh ahrobieotsenoziv. *Visnyk Tsentru naukovooho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti*. Kharkiv, № 20. 68–74 [in Ukrainian].

11. Vyblova, A. V., Hasanova, I. I., Solonyi, P. V., Kostyria, I. V. (2007) Vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv na produktyvnist i yakist zerna yaroї pshenytsi v Prysivashshi. *Biuleten Instytutu zernovoho hospodarstva UAAN*. Dnipropetrovsk, № 30. 63–68 [in Ukrainian].

12. Abad, A., Lloveras, J., Michelena, A. (2004) Nitrogen fertilization and foliar urea effects on durum wheat yield and quality and on residual soil nitrate in irrigated Mediterranean conditions. *Field Crops*. 257–269 [in English].

13. Ehdaie, B., Waines, J. (2001) Sowing date and nitrogen rate effects on dry matter and nitrogen partitioning in bread and durum wheat. *Field Crops*. 47–61 [in English].

14. Andriichenko, L. V. (2009) Vplyv hidrotermichnykh umov stepu ukrainy na produktyvnist i yakist zerna yaroї tvrdoї pshenytsi. *Ekolohiia*. Т. 107. Vyp. 94. Kyiv, 45–47 [in English].

## ШЛЯХИ РЕАЛІЗАЦІЇ СТРАТЕГІЇ ЗРОШЕННЯ ТА ДРЕНАЖУ В УКРАЇНІ НА ПЕРІОД ДО 2030 РОКУ НА ІНГУЛЕЦЬКІЙ ЗРОШУВАЛЬНІЙ СИСТЕМІ

**ВОЖЕГОВА Р.А.** – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України  
[orcid.org/0000-0002-3895-5633](https://orcid.org/0000-0002-3895-5633)

**КОЗЛЕНКО Є.В.** – кандидат сільськогосподарських наук  
[orcid.org/0000-0003-3001-8220](https://orcid.org/0000-0003-3001-8220)

Інститут зрошувального землеробства  
Національної академії аграрних наук України

**МОРОЗОВ О.В.** – доктор сільськогосподарських наук, професор  
[orcid.org/0000-0001-8351-2519](https://orcid.org/0000-0001-8351-2519)

БІДНИНА І.О. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник  
[orcid.org/0000-0002-2594-883X](https://orcid.org/0000-0002-2594-883X)

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

**Постановка проблеми.** Указ Президента України № 722/2019 від 30.09.2019 р. «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» в підтримку стратегії Продовольчої та сільськогосподарської організації ФАО ООН «Порядок денний в галузі сталого розвитку людства до 2030 року» визначає цілі сталого розвитку України до 2030 року, основними з яких є досягнення продовольчої безпеки і, відповідно, сприяння сталому розвитку сільського господарства [1]. Але в несприятливих природних умовах Півдня України, які ще й надалі погіршуються внаслідок глобальних та регіональних змін клімату, сталий розвиток сільського господарства можливий лише через відновлення та модернізацію зрошувальних і дренажних систем та подальший розвиток зрошувального землеробства. Причому зараз це стосується не тільки сухостепової зони, яка завжди була зоною ризикованого землеробства, а й інших регіонів України.

У цьому ж напрямі формулює цілі Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 р. № 688-р. (далі – Стратегія), та відповідний План заходів із реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року, який затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 21 жовтня 2020 р. № 1567-р. (далі – План заходів).

Метою Стратегії є визначення стратегічних напрямів державної політики щодо зрошення та дренажу, забезпечення сталого екологічно збалансованого розвитку землеробства в Україні [2]. Одним з основних шляхів реалізації Стратегії є відновлення та збільшення площ зрошуваних земель, дренажних систем і (на тлі збереження та відтворення родючості ґрунтів) підтримка наукових досліджень у цьому напрямі [2; 3].

Пріоритетність здійснення заходів із відновлення та розвитку зрошення і дренажу визначається з урахуванням кліматичних, соціальних, техніко-технологічних, економічних та екологічних факторів. Так, повинна враховуватися роль зрошення для забезпечення ефективного та сталого

ведення землеробства в умовах глобальних і регіональних змін клімату. Зважаючи на це, наявні на Півдні України зрошувальні системи мають розглядатися як такі, що підлягають реконструкції та модернізації [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Стан та перспективи використання зрошувальних систем та підвищення продуктивності зрошуваних земель в умовах змін клімату розкриті в роботах М.І. Ромащенко, Р.А. Вожегової, С.А. Балюка, А.М. Рокочинського, Л.М. Грановської, В.В. Морозова, О.І. Жовтоног, С.В. Коковихіна, О.В. Морозова, Є.В. Козленка та інших українських учених [4–9]. Однак питання сценаріїв розвитку меліоративних систем та зрошуваних земель залишається актуальним.

**Мета статті** – спираючись на Стратегію зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року, визначити шляхи її реалізації на прикладі Інгулецької зрошувальної системи, яка має як кліматичні, геоморфологічні, геологічні, гідрогеологічні, ґрунтові, ландшафтні, сільськогосподарські та водогосподарські умови, які є типовими для зрошуваних масивів сухостепової зони України, так і свої особливі умови, насамперед умови формування якості зрошувальної води та додержання проектного гідромодуля системи.

**Матеріали та методика досліджень.** У дослідженні використані дані Управління каналів Інгулецької зрошувальної системи, Снігурівської гідрогеолого-меліоративної партії, Інституту зрошувального землеробства НААН, Проблемної науково-дослідної лабораторії еколого-меліоративного моніторингу агроєкосистем сухостепової зони імені професора Д.Г. Шапошникова Херсонського ДАЕУ, матеріали особистих досліджень авторів [8–11]. Методи досліджень: системний підхід і системний аналіз даних, узагальнення, порівняння, польові і лабораторні дослідження.

**Результати досліджень.** Інгулецька зрошувальна система (далі – ІЗС) – одна з перших зрошувальних систем, побудованих в Україні, працює вже сьомий десяток років. Незважаючи на свій вік, має високий потенціал і перспективи розвитку. ІЗС налі-

чує 60 тисяч гектарів зрошуваних земель (42 тис. га в Миколаївській області та 18 – у Херсонській). Уся ця площа поливалася до 90-х років минулого сторіччя (поливалась навіть більша площа за рахунок земель – «супутників», тобто богарних земель, які розташовані поряд із каналами та поливалися за рахунок «вільної» води). Внаслідок реформування сільського господарства (розпакування зрошува-

них земель, порушення цілісності меліоративного комплексу, втрати частини внутрішньогосподарської мережі та інших причин) площі поливу поступово знижувалися. Поступове відновлення зрошуваних площ розпочалося з 2011 року. Станом на 2020 рік на Інгулецькому масиві поливалось близько 20 тис. га, що становить 30% від наявних площ зрошення (рис. 1).

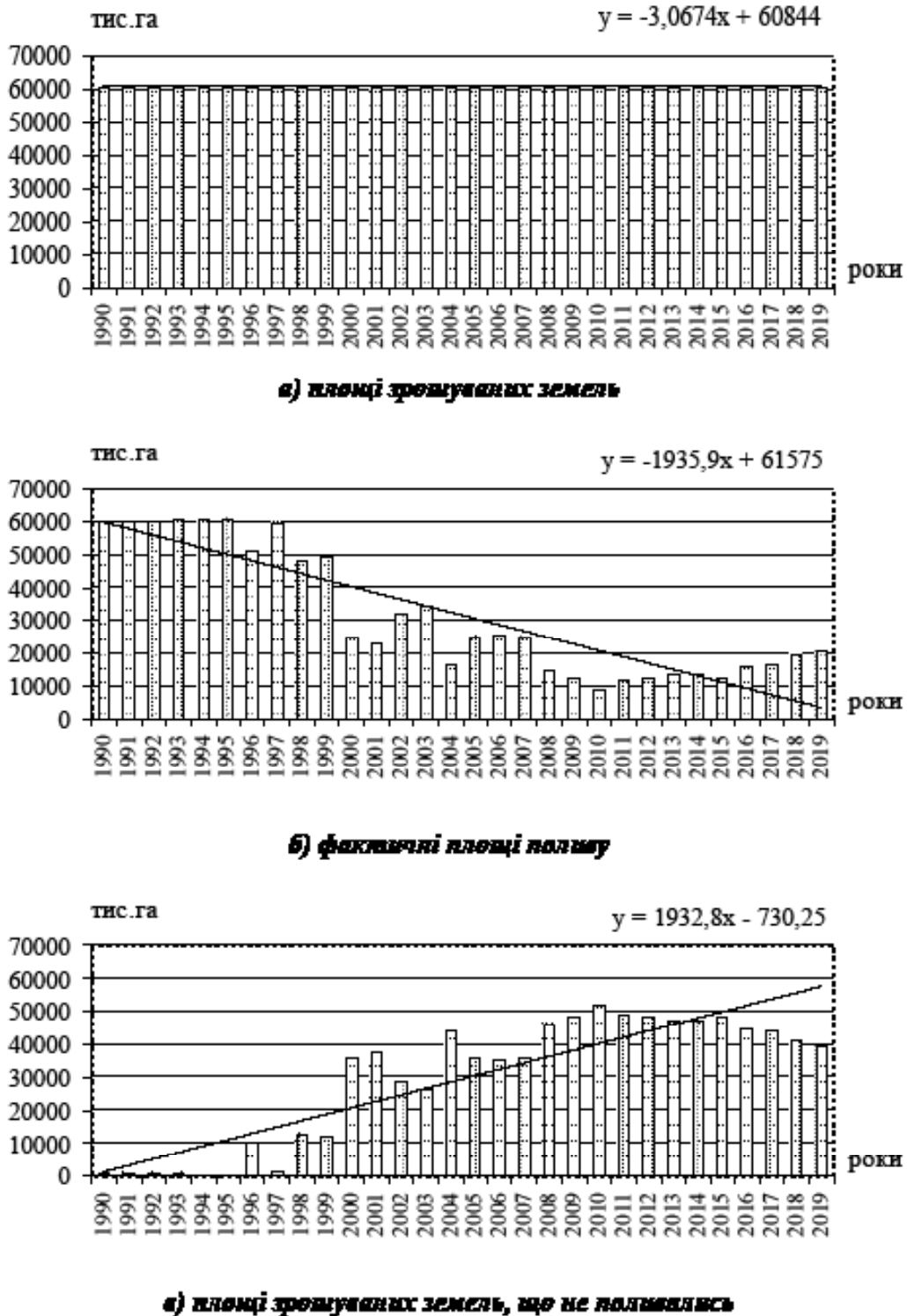


Рис. 1. Динаміка площ зрошуваних земель на Інгулецькому зрошуваному масиві

Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року (завдання 2) передбачає модернізацію міжгосподарських мереж, а завдання 4 – будівництво нових внутрішньогосподарських зрошувальних систем на міжгосподарських зрошувальних системах. Уведення додаткових площ зрошення в результаті будівництва нових внутрішньогосподарських зрошувальних систем із застосуванням найсучасніших техніко-технологічних і конструктивних рішень та обладнання дасть можливість створити системи з найвищим рівнем економічної ефективності та екологічної безпечності їх функціонування. Обидва вищезазначені завдання передбачають модернізацію головних насосних станцій – заміну насосно-силового обладнання, а також модернізацію головних та розподільних каналів зі здійсненням заходів із влаштування протифільтраційних облицювань на каналах [2].

Головна насосна станція ІЗС нині (завдяки професійному ставленню фахівців, які здійснюють її експлуатацію) забезпечує безперебійне водоподання своєчасно та в повному обсязі, але потребує заміни основного насосно-силового обладнання, 40 відсотків якого працює ще з 1956 року та відповідає 2–3 нормативні терміни.

Магістральний та розподільні канали, які облицьовані монолітним бетоном і залізобетонними плитами (частина дна магістрального каналу взагалі не має жодного облицювання), перебувають у робочому стані, за їх допомогою сільгосптоваровиробники щорічно отримують воду для зрошення. Але більшість каналів потребує капітального ремонту, зокрема обладнання сучасним протифільтраційним облицюванням. Завдяки здійсненню цього заходу буде значно підвищена експлуатаційна надійність каналів та забезпечено зменшення втрат води з каналів на фільтрацію і, відповідно, зменшена собівартість водоподання.

На Ігулецькій зрошувальній системі вже є достатній досвід відновлення протифільтраційного облицювання каналів. Це застосування протифільтраційного екрана з геомембрани HDPE (поліетилен високої щільності Solmax 440-70007 t=1мм) на дослідній ділянці Ігулецького магістрального каналу, яке забезпечило зменшення фільтраційних втрат і може використовуватися для відновлення наявного протифільтраційного облицювання. Також у разі капітального ремонту ділянки каналу Р-4-2 застосовано монолітний бетон із металевим армуванням на геомембрані [8].

Накопичений досвід здійснення власними силами поточного ремонту бетонуванням (виконується щорічно в ремонтний період) та капітального ремонту каналів за звичайною технологією – укладання залізобетонних плит на плівці. Однак нині перевагу слід віддавати найсучаснішим інноваційним техніко-технологічним і конструктивним рішенням задля досягнення економічної ефективності та екологічної безпечності під час роботи зрошувальної системи.

Проектний гідромодуль (питомі витрати води на 1 га зрошуваної сівозміни) Ігулецької зрошувальної системи становить 0,36 л/с на 1 га. Так, магістраль-

ний та розподільні канали побудовані з фактичною пропускною здатністю, що розрахована під вищезазначений гідромодуль. Але більшість сільгосптоваровиробників не використовують науково обґрунтовані сівозміни для зрошуваного землеробства та відповідні режими зрошення, деякі сівозміни, які нині застосовуються, потребують гідромодуля, який сягає 1,0 л/с на 1 га. Внаслідок цього виникає ситуація, коли деякі розподільні канали (як-от розподільні канали Р-1 та Р-10) працюють на повну проектну пропускну здатність, але при цьому не здатні забезпечити всіх водокористувачів поливною водою своєчасно і в повному обсязі, тому що канали не розраховані на такий режим роботи. А з відновленням площ поливів на системі вказана проблема стане ще актуальнішою та буде стосуватися всіх розподільних та магістрального каналів.

Виходячи з вищеописаної ситуації, існує нагальна потреба у застосуванні всіма сільгосптоваровиробниками на ІЗС науково-обґрунтованих сівозмін для зрошуваного землеробства та відповідних режимів зрошення. Вищезазначений захід надає можливість забезпечити всіх водокористувачів поливною водою своєчасно і в повному обсязі. Не менш важливим є те, що науково обґрунтований підхід до зрошуваного землеробства може забезпечити припинення процесу деградації поливних земель, збільшення врожайності сільськогосподарських культур та, відповідно, зменшення їх собівартості.

Ученими Інституту зрошуваного землеробства НААН науково обґрунтовані водозберігальні та ґрунтозахисні режими зрошення, які пройшли дослідно виробничу перевірку та довели свою ефективність на землях ІЗС та інших зрошувальних системах Півдня України (В.А. Писаренко, Р.А. Вожегова, П.В. Писаренко, С.В. Коковіхін та ін. [12; 13].

Актуальна проблема полягає в інформаційному забезпеченні сучасних підходів до організації та ведення зрошуваного землеробства, повернення до раціонального науково-обґрунтованого застосування сівозмін, системи удобрення, режимів зрошення та ін. Один із вірогідних шляхів вирішення цієї проблеми – проведення відповідної науково-просвітницької роботи на державному та регіональному рівнях та застосування державного контролю за раціональним та екологічно безпечним використанням меліоративних систем та зрошуваних земель.

Першочерговим питанням на ІЗС під час відновлення проектних площ зрошуваних земель є забезпечення необхідного обсягу води нормативною якістю в джерелі зрошення – річці Ігулець. Річка Ігулець забруднена високомінералізованими промисловими водами гірничо-збагачувальних підприємств Кривбасу [9].

Під час відновлення площ поливу на ІЗС до проектного рівня (60 тис. га) відбудеться збільшення майже удвічі-втричі водозбору Головної насосної станції (далі – ГНС) із джерела зрошення – річки Ігулець. Тому необхідно визначитися, за яким варіантом формування якості води слід працювати.

Якщо забезпечувати весь необхідний обсяг водозбору (який під час відновлення проектних

площ поливу збільшиться у 2–3 рази) «зверху» з Карачунівського водосховища, то це потребує значних фінансових витрат на перекачування необхідного обсягу дніпровської води за допомогою каналу Дніпро-Інгулець з Кременчуцького водосховища до Карачунівського водосховища.

Варіант «Промивка 30 діб з антирічкою», який застосовувався на ІЗС у період із 1988 до 2010 рр., має суттєвий недолік, яким є необхідність (після завершення промивки 30 діб і виходу «солоні пририми» з р. Інгулець в Дніпро) безперервної роботи ГНС 3–4-ма агрегатами для забезпечення необхідного мінімального змішування інгулецької високомінералізованої води (якість за вмістом хлоридів – 1000–1500 мг/дм<sup>3</sup>) з дніпровською, яка буде підтягуватися «антирічкою» руслом Інгульця за рахунок роботи агрегатів ГНС. Тобто навіть за умов випадіння значної кількості атмосферних опадів, коли відбувається відмова сільгосптоваровиробників від забору води на полив, ГНС необхідно працювати 3–4-ма агрегатами з метою підтримки дніпровської води у створі ГНС. Якщо робота ГНС у такому разі буде призупинена, то дніпровська вода буде рухатися за природним напрямком та, відповідно, віддаляться від створу ГНС, а для її підтягування до насосної станції необхідно подавати на зрошення суто інгулецьку воду, яка зовсім непридатна, або здійснювати непродуктивні скиди води, що теж економічно та екологічно недоцільно, а в цій ситуації ще і технічно майже неможливо.

Аналізуючи вищесказане, одержуємо висновок, що в сучасних умовах варіант формування якості зрошувальної води «Промивка 30 діб із антирічкою», який застосовувався на ІЗС у період із 1988- до 2010 рр., є більш затратним за витратами на електроенергію порівняно з дійсним варіантом «промивка зверху на весь поливний період» та проблематичним за технічними причинами [9]. Але й за умов відновлення проектних площ поливу цей варіант за вищевказаними причинами економічно та екологічно не зовсім ефективний.

Виходячи з вищезазначеного, слід запропонувати під час відновлення площ поливу на ІЗС до проектного рівня (60 тис. га та більше з урахуванням функціонування Явкинської та Спаської зрошувальних систем) застосувати новий «гібридний» варіант формування якості поливної води на Інгулецькій зрошувальній системі. Під час його реалізації слід забезпечити нормативну якість води в джерелі зрошення – річці Інгулець (зверху ГНС) на весь період водозабору ГНС (тобто поливний період). Це може здійснюватися шляхом застосування типового Регламенту промивки, що застосовується на ІЗС із 2011 року й дотепер. Обсягу промивної води (120–150 млн. м<sup>3</sup>) та, відповідно, витрат її подання (10–12 м<sup>3</sup>/с) буде недостатньо для подання її Головною насосною станцією в канал. Тому під час роботи ГНС 3-ма і більше агрегатами (середньозважена продуктивність одного агрегату ГНС – 5,2–5,5 м<sup>3</sup>/с) запрацює «антирічка», тобто нестача води зверху буде компенсуватися дніпровською водою, що завдяки роботі ГНС буде поступати знизу руслом р. Інгу-

лець. При цьому в разі відновлення роботи ГНС після необхідної зупинки ГНС (у разі атмосферних опадів або зменшення водозабору з інших причин) нормативна якість води буде забезпечуватися інгулецькою водою зверху. Також у разі зміни режимів роботи Каховської ГЕС та вітронгонних явищ, які впливають на значне (до 1,0 м) коливання рівня Інгульця, відповідна якість води буде також забезпечуватися за рахунок подачі інгулецької води зверху.

Стратегією зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року (завдання 8) передбачається відновлення дренажних систем у зоні зрошення. Заходи з модернізації на дійсних системах горизонтального дренажу в зоні зрошення мають здійснюватися лише на тих зрошувальних системах, у межах яких рівні ґрунтових вод залягають на критичних або близьких до них глибинах та є загроза підтоплення та вторинного засолення зрошуваних земель і ґрунтів [2].

Це також є актуальним для ІЗС, тому що значна частина дренажних ділянок закритого горизонтального дренажу на ІЗС не функціонує в проектному режимі або не працює зовсім [8].

За належної якості дренажних вод дренажні системи мають доповнюватися додатковою функцією, а саме повторного використання води на зрошення [2]. На ІЗС це питання під час відновлення зрошення до проектного рівня буде набувати все більшої актуальності, тому що в цей період навіть ву розпал поливів деякі розподільчі канали, як уже було зазначено вище, працюють на повну пропускну спроможність.

В умовах багаторічного зрошення каштанових, темно-каштанових ґрунтів та чорноземів південних водюю I і II класу якості на безстічних і слабодренуваних водорозподільних масивах Півдня України можна розглядати дренажні води систем закритого горизонтального систематичного дренажу як додаткове джерело водних ресурсів, що в умовах дефіциту води у разі відповідного їх акумулювання може забезпечувати щорічно до 600–700 м<sup>3</sup> додаткової води з 1 га [10].

Протягом третього етапу реалізації Стратегії (2025–2030 роки) передбачається здійснення комплексу заходів щодо створення інформаційних систем у сфері водного господарства, інформаційних баз даних, результатів наукових досліджень, нових технологій меліоративного землеробства та зрошення, статистичних даних про стан ґрунтів, еколого-меліоративний стан територій, технічний стан об'єктів інженерної інфраструктури меліоративних систем та оновлення стратегічних засад здійснення моніторингу вод та навколишнього природного середовища (у частині моніторингу зрошуваних та осушуваних земель) [2].

У цьому напрямі актуальним і новим є питання формування експертних систем еколого-агромеліоративного моніторингу (далі – ЕАММ) зрошуваних земель та моніторингу ефективності зрошення і дренажу. Вдосконалення системи ЕАММ і підвищення ролі моніторингу в зрошуваному землеробстві ми бачимо в 3-х напрямках:

– розширення кола показників ЕАММ, які вивчаються, і поєднання (інтеграція) їх у єдину систему, що спрямована на забезпечення формування відповідного еколого-меліоративного стану (далі – ЕМС) земель та високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур;

– застосування всіх можливостей сучасної комп'ютерної техніки і програмного забезпечення для оперативної інформаційної підтримки управлінських рішень, спрямованих на одержання проектної врожайності сільськогосподарських культур, охорони та збереження навколишнього середовища (ґрунтів, ландшафтів, водних джерел);

– використання одержаної в системі ЕАММ наукової продукції (моделі, прогнози, методи, способи, методики, принципи, рекомендації, технології тощо), характерної для локальних територій порівняно невеликого масштабу на прикладі зрошувальних систем або їх окремих районів для загальної (регіональної) територіальної системи зони зрошення [11].

**Висновки.** Інгулецька зрошувальна система, незважаючи на свій 65-річний вік, має високий потенціал, перспективи розвитку та цілком придатна до відновлення проектних площ зрошення (60 тис. га) шляхом виконання заходів, які передбачені Стратегією зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року.

Модернізація головної насосної станції – заміна насосно-силового обладнання, а також модернізація магістрального та розподільних каналів Інгулецької зрошувальної системи доцільні та необхідні для подальшого функціонування і відновлення системи з урахуванням застосування сучасних інноваційних технологій та впровадження сучасної дощувальної техніки і обладнання.

Під час відновлення площ зрошення на Інгулецькому зрошувальному масиві до проектних 60 тис. га необхідно застосувати на зрошуваних землях науково-обґрунтовані сівозміни, режими і технології зрошення, а також рекомендації, які розроблені науковцями ІЗЗ НААН, ІВПІМ НААН, ННЦ «Інститут ґрунтознавства й агрохімії імені О.Н. Соколовського» НААН та Херсонського ДАЕУ саме для ІЗС.

Під час відновлення площ зрошення на ІЗС до проектного рівня (60 тис. га та більше з урахуванням функціонування Явкинської та Спаської зрошувальних систем) пропонується застосувати новий «гібридний» варіант формування якості поливної води на Інгулецькій зрошувальній системі – «Промивка зверху на весь поливний період в синергії з варіантом «Антирічка». Застосування такого комплексного варіанта дозволить забезпечити стабільну нормативну якість поливної води на ІЗС.

Одними з актуальних шляхів реалізації Стратегії зрошення і дренажу на Інгулецькій зрошувальній системі є створення динамічних моделей управління якістю поливної води з урахуванням усіх умов і факторів її формування впродовж року, а також формування експертних систем еколого-агромеліоративного моніторингу та моніторингу ефективності зрошення і дренажу.

Відновлення дренажних систем у зоні зрошення та доповнення їх функцією повторного використання води на зрошення (згідно зі Стратегією) мають місце на ІЗС, тому що більшість систем горизонтального дренажу не працюють; якість дренажної води дозволяє використовувати її для зрошення.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року: Указ Президента України від 30.09.2019 р. № 722/2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>
2. Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року: схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 р. № 688-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-p#Text>
3. План заходів з реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року: затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 21.10.2020 р. № 1567-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1567-2020-p#Text>
4. Ромашенко М.І., Балюк С.А., Вергунов В.А., Вожегова Р.А., Жовтоног О.І., Рокочинський А.М., Тараріко Ю.О., Трускавецький Р.С. Сталий розвиток меліорації земель в Україні в умовах змін клімату. *Аграрні інновації*. Херсон, 2020. № 3. С. 59–64.
5. Вожегова Р.А. Перспективи використання зрошення для підвищення продуктивності сільськогосподарської галузі на глобальному та локальному рівнях в умовах змін клімату. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2016. № 65. С. 5–10.
6. Вожегова Р.А., Біляєва І.М., Коковіхін С.В. Інноваційні напрями розвитку зрошуваних меліорацій в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. Херсон, 2016. № 96. С. 31–40.
7. Грановська Л.М., Пілярська О.О. Законодавче регулювання відновлення та розвитку зрошення в Україні. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2020. № 74. С. 28–35.
8. Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Інгулецька зрошувальна система: стан, проблеми та перспективи розвитку: монографія / за ред. О.В. Морозова. Херсон: Айлант, 2020. 204 с.
9. Морозов В.В., Козленко Є.В. Інгулецька зрошувальна система: покращення якості поливної води : монографія. Херсон : ПП «ЛТ-Офіс», 2015. 210 с.
10. Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Дренажний стік як додаткове джерело водних ресурсів на Інгулецькій зрошувальній системі. *Аграрні інновації*. Херсон, 2021. № 5. С. 42–57.
11. Морозов О.В., Козленко Є.В. Формування експертних систем – перспективний напрям вдосконалення еколого-агромеліоративного моніторингу зрошуваних земель. *Сучасний стан та перспективи розвитку меліорації земель*: матеріали міжнар. наук.–практ. конф., м. Дніпро, 30 листоп. 2020 р. Дніпро, 2020. С. 77–81.
12. ДСТУ 7890:2015. Зрошуване землеробство. Режими зрошення. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 11 с.
13. ДСТУ 7888:2015. Зрошувальне землеробство. Зрошувальні норми. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 13 с.

REFERENCES:

1. Pro Tsili staloho rozvytku Ukrainy na period do 2030 roku [About Tsili of steady development of Ukraine for the period till 2030]: Ukaz Prezydenta Ukrainy vid 30.09.2019 r. № 722/2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text> [in Ukrainian].
2. Stratehiia zroshennia ta drenazhu v Ukraini na period do 2030 roku [Irrigation and drainage strategy in Ukraine for the period up to 2030]: skhvaleno rozporiadzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 14.08.2019 r. № 688-r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-r#Text> [in Ukrainian].
3. Plan zakhodiv z realizatsii Stratehii zroshennia ta drenazhu v Ukraini na period do 2030 roku [Action plan for the implementation of the Irrigation and Drainage Strategy in Ukraine for the period up to 2030]: zatverdzheno rozporiadzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 21.10.2020 r. № 1567-r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1567-2020-r#Text> [in Ukrainian].
4. Romashchenko, M.I., Baliuk, S.A., Verhunov, V.A., Vozhehova, R.A., Zhovtonoh, O.I., Rokochynskyi, A.M., Tarariko, Yu.O., & Truskavetskyi, R.S. (2020). Stalyi rozvytok melioratsii zemel v Ukraini v umovakh zmin klimatu [Sustainable development of land reclamation in Ukraine in the conditions of climate change]. *Ahrarni innovatsii – Agricultural innovations*, 3, 59-64 [in Ukrainian].
5. Vozhehova, R.A. (2016). Perspektyvy vykorystannia zroshennia dlia pidvyshchennia produktyvnosti silskohospodarskoi haluzi na hlobalnomu ta lokalnomu rivniakh v umovakh zmin klimatu [Prospects for the use of irrigation to increase the productivity of the agricultural sector at the global and local levels in the context of climate change]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 65, 5-10 [in Ukrainian].
6. Vozhehova, R.A., Biliaieva, I.M., & Kokovikhin, S.V. (2016). Innovatsiini napriamy rozvytku zroshuvanykh melioratsii v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Innovative directions of development of irrigated land reclamation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 96, 31-40 [in Ukrainian].
7. Hranovska, L.M., Piliarska, O.O. (2020). Zakonodavche rehuliuвання vidnovlennia ta rozvytku zroshennia v Ukraini [Legislative regulation of irrigation restoration and development in Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 74, 28-35 [in Ukrainian].
8. Kozlenko, Ye.V., Morozov, O.V., & Morozov, V.V. (2020). Inhuletska zroshuvalna systema: stan, problemy ta perspektyvy rozvytku: monohrafiia [Ingulets irrigation system: state, problems and prospects of development: monograph]. Kherson: Ailant [in Ukrainian].
9. Morozov, V.V., Kozlenko, Ye.V. (2015). Inhuletska zroshuvalna systema: pokrashchennia yakosti polyvnoi vody: monohrafiia [Ingulets irrigation system: improving the quality of irrigation water: monograph]. Kherson: PP «LT-Ofis» [in Ukrainian].
10. Kozlenko, Ye.V., Morozov, O.V., & Morozov, V.V. (2021). Drenazhnyi stik yak dodatkovе dzherelo vodnykh resursiv na Inhuletskii zroshuvalnii systemi [Drainage runoff as an additional source of water resources on the Ingulets irrigation system]. *Ahrarni innovatsii – Agricultural innovations*, 5, 42-57 [in Ukrainian].
11. Morozov, O.V., Kozlenko, Ye.V. (2020). Formuvannia ekspertnykh system – perspektyvnyi napriam vdoshkonalennia ekoloho-ahromelioratyvnoho monitorynhu zroshuvanykh zemel [Formation of expert systems is a promising direction for improving ecological and agromeliorative monitoring of irrigated lands]. *Materialy mizhn. nauk. – prakt. konf. «Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku melioratsii zemel»*, Dnipro, 77-81 [in Ukrainian].
12. DSTU 7890:2015. Zroshuvane zemlerobstvo. Rezhymy zroshennia [SSU 7890:2015. Irrigated agriculture. Irrigation modes]. Kyiv: Minekonomrozytku Ukrainy [in Ukrainian].
13. DSTU 7888:2015. Zroshuvalne zemlerobstvo. Zroshuvalni normy [SSU 7888:2015. Irrigated agriculture. Irrigation rates]. Kyiv: Minekonomrozytku Ukrainy [in Ukrainian].

## ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗРОШУВАЛЬНОЇ ВОДИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ПОКАЗНИКИ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

**ГРАНОВСЬКА Л.М.** – доктор економічних наук, професор

<https://orcid.org/000-0001-7021-3093>

**МОРОЗОВ О.В.** – доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/000-0001-7021-3093>

**ІВАНОВ В.І.** – аспірант

<https://orcid.org/0000-0003-0601-369X>

Інститут зрошувального землеробства

Національної академії аграрних наук України

**Постановка проблеми.** Загальна тенденція розвитку землеробства у світі на сучасному етапі спрямована на забезпечення максимально сприятливих умов для життєдіяльності сільськогосподарських рослин, реалізації їх біологічного потенціалу і, як наслідок, істотного підвищення продуктивності культур, що можливо лише за умови науково обґрунтованого підходу до управління ґрунтовими режимами, передусім, термічним і водним [1]. Визначальна роль у розв'язанні цього завдання належить відновленню зрошення та доступу сільськогосподарських підприємств до якісної поливної води [2]. Зміни клімату в бік потепління спричиняють збільшення основної видаткової статті водного балансу – випарування, а також зменшення обсягів якісних водних ресурсів та обмеження їх придатності за агрономічними та екологічними критеріями.

Оцінка якості зрошувальної води та її вплив на показники родючості ґрунтів є одним із актуальних завдань у обґрунтуванні площ відновлення і розвитку зрошення та визначенні територій і напрямів розвитку зрошувального землеробства в Україні.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Протягом останніх років спостерігається інтенсивне відновлення зрошувальних систем та використання зрошуваних земель, а ці процеси вимагають науково обґрунтованого прийняття відповідних управлінських рішень і підходів до збереження родючості ґрунтів та забезпечення сприятливого екологічного стану у зоні зрошення.

З одного боку, розвиток зрошувальних меліорацій призводить до суттєвих змін в інтенсивності й спрямованості природних процесів, а з іншого – зрошувальні меліорації є одним із важливих чинників економічної ефективності аграрного сектору та умовою забезпечення сталого виробництва сільськогосподарської продукції, особливо в роки з несприятливими природно-кліматичними умовами [2]. Від ефективного використання, збереження та відтворення показників родючості зрошуваних земель значною мірою залежать продовольча безпека, економічна і соціальна ситуація в регіоні та в країні загалом. Останніми роками відзначаються глобальні кліматичні зміни, які негативно впливають на економічну ефективність аграрного сектору економіки. При цьому науковці відзначають збільшення площі сільськогосподарських земель, які мають гід-

ротермічний коефіцієнт 0,4–0,6, що зумовлює необхідність будівництва зрошувальних систем для ліквідації дефіциту водного балансу в цих регіонах.

Важливим аспектом у процесі відновлення зрошення є якісні і кількісні характеристики джерела зрошення і поливної води. Визначення придатності води для зрошення здійснюється за допомогою якісних і кількісних тестів, при цьому візуальний і органолептичний аналіз водних ресурсів дозволяє зробити попередній висновок про придатність її для зрошення за зовнішніми ознаками: кольором, запахом, станом флори і фауни. Друга група показників визначає вміст зважених твердих елементів у поливній воді, а третя група – розчинені речовини у поливній воді. Третя група показників якості поливної води визначає її придатність для зрошення з урахуванням якісного складу солей та можливості сприяти засоленню, підлуженню та осолонцюванню ґрунтів. Перші методичні підходи до оцінки якості поливної води (Л. Розов, 1956 р.; В. Ковда, 1946 р.) базувалися на оцінці якості води для зрошення за її мінералізацією. Пізніше Л. Розовим було визначено, що солі, які розчинені у поливній воді, володіють різним ступенем токсичності і по-різному впливають на сільськогосподарські рослини [3]. Ідею оцінки якості зрошувальної води за показником мінералізації нині підтримують учені одеської екологічної наукової школи [4]. Вони вважають, що саме мінералізація поливної води є найголовнішим показником її якості, однак пропонують усе ж такі звертати увагу і аналізувати мінеральний склад поливних вод у вигляді гіпотетичних солей. При цьому необхідно враховувати, що всі солі натрію і всі хлориди є токсичними, а карбонати і сульфати кальцію та карбонати магнію не є токсичними. Сірчанокислий і вуглекислий кальцій у водному розчині використовуються як добриво і виконують роль меліорантів. Однак вільна вуглекислота і аніони сірчаної кислоти агресивно діють на бетонні споруди меліоративних систем. Усе ж такі найбільш агресивно у поливній воді є нормальна сода.

Полівна вода залежно від її мінералізації та вмісту аніонів і катіонів може негативно впливати на показники родючості ґрунтів. Придатність води для зрошення визначають за комплексом факторів та їх взаємодією. Найбільш важливими є вміст солей у воді, хімічний склад води, механічний склад і водно-



фізичні властивості ґрунтів, вміст і склад солей у ґрунті, кліматичні умови, дренаваність території, спосіб поливу, агротехнічні прийоми та особливості сільськогосподарських культур, що зрошуються. Крім того, бажано враховувати, що натеper набувають актуальності питання ефективного та еколого безпечного використання зрошуваних земель, якість води у джерелах зрошення та динаміка її показників у процесі транспортування води від джерела зрошення до поля. На ці питання звертають особливу увагу не тільки вітчизняні вчені С. Балюк, Л. Воронинцева, О. Дрозд, С. Рябков [5; 6; 7], але й зарубіжні В. Маммедов [8]. Найбільш комплексний підхід до оцінки якості зрошувальної води за агрономічними і екологічними критеріями науково обґрунтували вчені ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О.Н. Соколовського» НААН України і представили його у вигляді державних стандартів: ДСТУ 2730 : 2015 «Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії», який встановлює агрономічні критерії, за якими визначають якість природної води, що використовується для зрошення, за її впливом на ґрунти [9], і ДСТУ 7591 : 2014 «Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії», який встановлює агрономічні, екологічні та технічні критерії, показники й параметри оцінювання якості природних вод (поверхневих і підземних) для краплинного зрошення [10]. Стандарт поширюється на природні поверхневі, підземні, ґрунтові та дренажні води зрошувальних систем, а також ДСТУ 3866-99 «ґрунти. Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної солонцюватості» [12]. У 2020 році Постановою Кабінету Міністрів України № 766 було затверджено документ «Про нормативи еколого безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням», що підтверджує актуальність і важливість дослідження питань еколого безпечного зрошення сільськогосподарських культур шляхом визначення якості поливної води та обґрунтування і впровадження агрономічних заходів під час зрошення обмежено придатною поливною водою [13].

Однак учені вважають, що наявна комплексна система оцінки якості поливної води неповною мірою враховує систему оцінки за радіаційно-гігієнічними критеріями та важкими металами, оскільки поливні води іноді вміщують підвищену їх концентрацію [14; 15].

**Метою статті** є оцінка якості зрошувальної води та її вплив на показники родючості ґрунтів за краплинного зрошення в умовах Сухого Степу України.

**Матеріали та методика досліджень.** Методологічну базу наукових досліджень становлять сучасні методи досліджень: історичний, системний підхід і аналіз, економіко-статистичні методи. Інформаційною базою наукових досліджень є базова інформація про якість зрошувальної води та показники родючості ґрунтів, яка отримана у процесі виконання багаторічних наукових досліджень авторами. Для зрошення досліджуваних ґрунтів Херсонської області використовується дніпровська вода, яка подається Каховським, Краснознам'янським та Північно-Кримським магістральними каналами.

Дослідження проводилися у чотирьох районах Херсонської області: Голопристанському, Скадовському, Чаплинському та Каланчацькому, які характеризуються високою забезпеченістю тепловими ресурсами та наявністю поверхневих водних ресурсів для відновлення і розвитку зрошення та водозабезпечення сільськогосподарських культур.

Оцінку якості поливної води для зрошення проведено за ДСТУ 2730 : 2015 «Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії», який встановлює агрономічні критерії, за якими визначають якість природної води, що використовується для зрошення, а також за ступенем її впливу на ґрунти, і ДСТУ 7591 : 2014 «Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії». Стандарт встановлює агрономічні, екологічні та технічні критерії, показники й параметри оцінювання якості природних вод (поверхневих і підземних) для краплинного зрошення. Стандарт поширюється на природні поверхневі, підземні, ґрунтові та дренажні води зрошувальних систем, а також ДСТУ 3866-99 «ґрунти. Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної солонцюватості».

**Результати досліджень.** Ґрунтовий покрив досліджуваних районів має свої особливості, які необхідно враховувати у плануванні режимів зрошення, застосуванні інноваційних способів поливу та впровадженні заходів щодо попередження зниження показників родючості ґрунтів і попередження їх деградації.

Основна площа досліджуваних ґрунтів знаходиться у прибережній смузі сухостепової підзони Херсонської області і характеризується надходженням значної кількості солей з різних джерел. Щорічне надходження солей на ці землі тільки з урахуванням атмосферних опадів становить близько 200 кг/га. Крім того, за рахунок імпулверизації (перенесення солей з моря на сушу вітром) щорічне надходження солей становить близько 320 кг/га, з них майже 50% – солі токсичних (агресивних) іонів: хлориди, сульфати натрію та магнію. З віддаленням від берегової лінії загальна кількість надходження солей зменшується до 180 кг/га зі збільшенням питомої долі токсичних солей до 70%. Це пояснюється значною долею в їх складі солей кальцію [16].

Загальна сума солей у метровому шарі ґрунту сухостепової зони (темно-каштанові ґрунти) досягає 10 т/га, а у двометровому – 20 т/га. Тип засолення верхнього метрового шару ґрунту сульфатно-гідрокарбонатний.

Територія також характеризується недостатньою кількістю атмосферних опадів, високою температурою повітря у вегетаційний період, суховіями, значним випаровуванням, сильними і тривалими вітрами. Ці фактори посилюються в умовах регіональних кліматичних змін і створюють загрозу для ефективного розвитку землеробства.

На площах земель, які досліджуються, присутні солонці вздовж усього узбережжя Чорного моря, солончаки – у південно-західній частині Голопристанського району.

Темно-каштанові ґрунти досліджуваних районів мають залишково-солонцюваті ґрунти, а саме:

Голопристанський район – усі землі, що досліджуються; Скадовський район – південно-західна частина території району, де планується відновлення зрошування; Чаплинський район – вся площа території району. На території Каланчацького району такі ґрунти відсутні.

Всі ґрунти, які досліджуються, характеризуються підвищеною нітрифікаційною здатністю, достатньо забезпечені рухомими сполуками фосфору, однак темно-каштанові легкосуглинкові ґрунти Голопристанського і Скадовського районів у середньому забезпечені рухомим калієм [16].

Оцінка якості зрошувальної води за агрономічними критеріями проводиться за ДСТУ 2730 : 2015 і встановлює, яким чином якість природної води, що використовується для зрошування, впливає на ґрунти. Оцінка якості зрошувальної води прово-

диться з метою збереження і підвищення родючості ґрунтів, попередження їх засолення, осолонцювання та інших видів деградації, а також для забезпечення отримання планової урожайності сільськогосподарських культур на зрошуваних ґрунтах та необхідної якості сільськогосподарської продукції. Оцінювання якості зрошувальної води за небезпечною вторинного засолення ґрунту здійснюється на основі показника загальної концентрації токсичних іонів (за еквівалентом хлору) з урахуванням гранулометричного складу ґрунту. Результати оцінки доводять, що зрошувальна вода з усіх магістральних каналів за концентрацією токсичних іонів (за еквівалентом хлору) належить до першого класу якості як для темно-каштанових легкосуглинкових ґрунтів, так і для темно-каштанових важкосуглинкових ґрунтів у комплексі із солонцями (табл. 1).

**Таблиця 1 – Оцінювання якості зрошувальної води за небезпечкою вторинного засолення ґрунту, мекв/дм<sup>3</sup>**

Зрошувальний канал та зрошувальна система	Території колишніх районів	Концентрації токсичних іонів (за еквівалентом хлору)	Критерій для легкосуглинкових ґрунтів	Критерій для важкосуглинкових ґрунтів
Чаплинський МК від Каховського МК*	Чаплинський	3,31	–	Менше 5, вода I класу
Краснознам'янська від ПКК	Скадовський	3,05	Менше 10, I клас	–
Краснознам'янська від ПКК*	Голопристанський	2,39	Менше 10, I клас	–
Каланчацька ЗС* від Північно-Кримського каналу	Каланчацький	4,80	–	Менше 5, I клас

\* МК – магістральний канал; ПКК – Північно-Кримський канал; ЗС – зрошувальна система

Оцінювання якості зрошувальної води за небезпечкою підключення ґрунту проводиться на основі комплексної оцінки не менше як за двома показниками: рН, токсичної лужності й лужності від нормальних карбонатів (табл. 2). За результатами оцінки якості зрошувальної води на небезпечку підключення ґрунтів констатуємо, що зрошувальна вода за показником рН та вмістом іону  $\text{CO}_3^{2-}$  і  $\text{HCO}_3^-$ , які є найбільш токсичними із всіх іонів, належить до II класу і є обмежено придатною для зрошування (табл. 2). Це значить, що вона буде посилювати процеси підключення ґрунтів, а надалі і підвищувати рівень їх осолонцювання, тому її можна використовувати тільки за умов постійного контролю та обов'язкового застосування комплексу агрометеорологічних заходів.

Оцінювання якості зрошувальної води на небезпечку осолонцювання ґрунтів проведено за величиною відношення (у відсотках) суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів з урахуванням гранулометричного складу ґрунтів та їхньої буферності щодо осолонцювання і класу води за небезпечкою засолення чи підключення ґрунтів (табл. 3).

Буферність досліджуваних ґрунтів щодо осолонцювання є дуже низькою згідно з ДСТУ 3866, активність іонів кальцію в ґрунтах, згідно з ДСТУ 2730, є також дуже низькою, що пов'язане з уже наявними процесами осолонцювання в ґрунтах.

Аналіз якості води за небезпечкою осолонцювання доводить, що зрошувальна вода всіх джерел зрошування протягом часу буде впливати негативно на ґрунти і сприяти посиленню процесів осолонцювання, а з часом і засолення. За цим показником зрошувальна вода належить до II класу, є обмежено придатною для зрошування.

Оцінювання якості зрошувальної води за екологічними критеріями проводиться за вимогами ДСТУ 7591 : 2014 «Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії».

Оцінювання якості природної води для краплинного зрошення за вмістом мікроелементів та важких металів здійснюють з метою попередження погіршення еколого-гігієнічних властивостей та поживних цінностей сільськогосподарської продукції, а також еколого-гігієнічного стану підземних і поверхневих вод.

У поливній воді для систем краплинного зрошення оцінюють лише вміст мінерального азоту без урахування вмісту та співвідношення різних його форм, які трансформуються, коли надходять у ґрунт зі зрошувальною водою.

Нормальне загальне навантаження азоту на зрошувані ґрунти: сумарне надходження азоту у ґрунт у кілограмах на гектар з основним внесенням добрив та зрошувальною водою (розраховано за вмістом азоту у воді, у міліграмах на літр, та загаль-

Таблиця 2 – Оцінка якості зрошувальної води на небезпеку підлуження ґрунтів

Район, тип ґрунту	Джерело зрошення	Показник якості води, мекв/дм <sup>3</sup>	Значення показника, мекв/дм <sup>3</sup>	Критерій показника для нейтральних ґрунтів, мекв/дм <sup>3</sup>	Критерій показника для лужних ґрунтів, мекв/дм <sup>3</sup>	Клас якості води за ДСТУ	Вплив води на ґрунти
Чаплинський, важкосуглинкові ґрунти	Каховський МК	pH CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> HCO <sub>3</sub> -Ca <sup>2+</sup>	8,8 0,04 0,66	8,0–8,8 0,1–0,6	1,5–4,5	II клас	небезпека підлуження ґрунтів, обмежено придатна
Скадовський, легкосуглинкові ґрунти	Краснознам'янський МК	pH CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> HCO <sub>3</sub> -Ca <sup>2+</sup>	8,5 0,08 0,28	8,0–8,8 0,1–0,6	1,5–4,5	II клас	небезпека підлуження ґрунтів, обмежено придатна
Голопристанський, легкосуглинкові ґрунти	Краснознам'янський МК	pH CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> HCO <sub>3</sub> -Ca <sup>2+</sup>	7,9 0 0,34	–	7,6–8,5 1,5–4,5	II клас	небезпека підлуження ґрунтів, обмежено придатна
Каланчацький, важкосуглинкові ґрунти	Північно-Кримський МК	pH CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Ca <sup>2+</sup>	8,4 0,08 0,36	0,1–0,6	7,6–8,5 1,5–4,5	II клас	небезпека підлуження ґрунтів, обмежено придатна

Таблиця 3 – Оцінка якості води за небезпекою осолонцювання ґрунтів

Район, тип ґрунту	Джерело зрошення	Величина відношення натрію і калію до суми всіх катіонів, %	Критерій до величини відношення натрію і калію до суми всіх катіонів згідно з ДСТУ, %	Буферність ґрунтів щодо осолонцювання і активність іонів кальцію, згідно з ДСТУ	Клас зрошувальної якості води за небезпекою засолення чи осолонцювання
Чаплинський, важкосуглинкові ґрунти	Каховський МК	23,8	менше ніж 30	буферність ґрунтів та активність іону Ca <sup>2+</sup> низька	II клас
Скадовський, легкосуглинкові ґрунти	Краснознам'янський МК	23,3	менше ніж 30	буферність ґрунтів та активність іону Ca <sup>2+</sup> низька	II клас
Голопристанський, легкосуглинкові ґрунти	Краснознам'янський МК	22,5	менше ніж 30	буферність ґрунтів та активність іону Ca <sup>2+</sup> низька	II клас
Каланчацький, важкосуглинкові ґрунти	Північно-Кримський МК	25,3	менше ніж 30	буферність ґрунтів та активність іону Ca <sup>2+</sup> низька	II клас

ного об'єму води за період зрошування, в метрах кубічних на гектар) не повинно перевищувати максимально допустимих річних доз внесення азотних за ДСТУ 7591 : 2014. Якщо вони перевищені, необхідно корегувати дози внесення азотних добрив у сухому вигляді (основне, припосівне внесення та підживлення).

Оцінювання якості природної води за вмістом мікроелементів та важких металів здійснюємо з метою попередження можливого негативного впливу на сільськогосподарські рослини, ґрунти, підземні і поверхневі води. Результати оцінки дозволяють зробити висновок, що вміст важких металів перебуває в межах гранично допустимих концентрацій (табл. 4).

Оцінка якості природної води за вмістом важких металів доводить, що вміст важких металів перебуває в межах допустимих значень у дніпровській зрошувальній воді. Однак вміст заліза і марганцю, незважаючи на допустимість значень, може негативно впливати на роботу систем краплинного зрошування, оскільки їх накопичення у трубі сприяє більш активному біологічному забрудненню.

Оцінка токсичності зрошувальної води для овочевих культур за вмістом іонів Na<sup>+</sup> передбачає, що вміст натрію менше 3 мекв/дм<sup>3</sup> (у нашому випадку до 2,0 мекв/дм<sup>3</sup>) не є токсичним для всіх сільськогосподарських культур, у тому числі і для овочевих.

Оцінка токсичності природної зрошувальної води для сільськогосподарських культур за вмістом

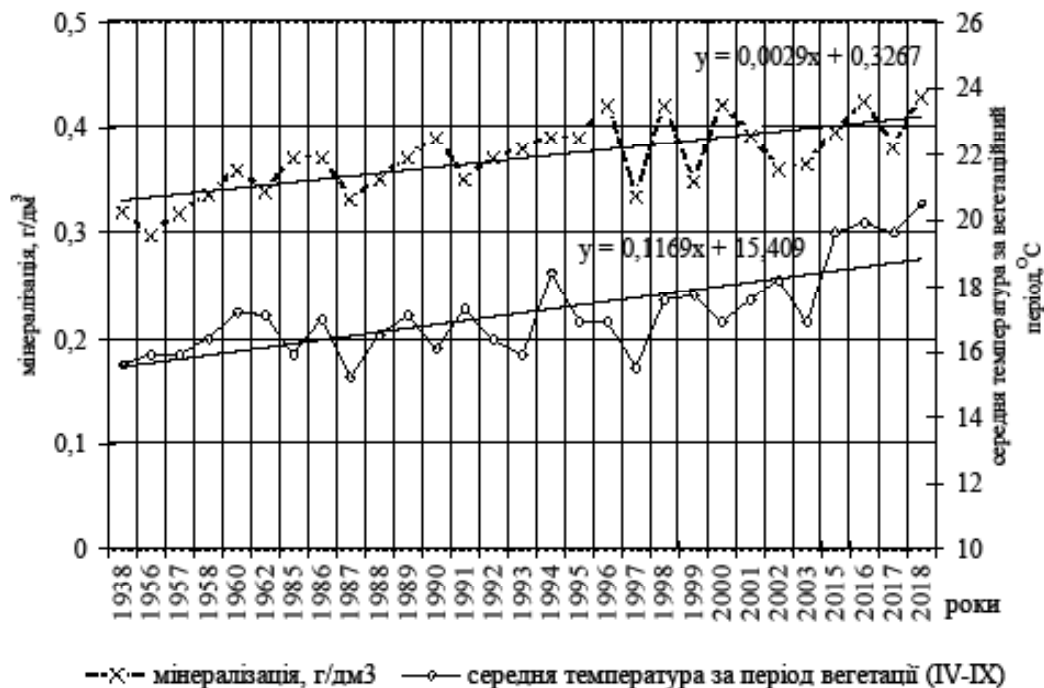
**Таблиця 4 – Оцінка якості природної води за вмістом важких металів згідно з ДСТУ 7286, у мг/дм<sup>3</sup>**

Назва елементу	Вміст елементу, мг/дм <sup>3</sup>	Оцінка якості води	
		I клас	II клас
Залізо	0,13	менше 0,3	0,30–0,50
Цинк	0,007	менше 0,5	0,50–1,00
Нікель	0,006	менше 0,08	0,08–0,20
Мідь	0,005	менше 0,08	0,08–0,20
Марганець	0,007	менше 0,5	0,05–1,00
Кобальт	0,004	менше 0,02	0,02–0,05
Хром	0,003	менше 0,05	0,05–0,10

у ній іонів СГ передбачає, що зрошувальна вода не є токсичною для всіх сільськогосподарських культур, у тому числі і для овочевих, коли хлор перебуває в межах 3–4 мекв/дм<sup>3</sup> (у нашому випадку до 2 мекв/дм<sup>3</sup>). За вмістом іонів хлору (СГ) і іонів натрію (Na<sup>+</sup>) зрошувальна вода також не є токсичною для рослин.

За багаторічний період експлуатації Каховського водосховища у хімічному складі поверхневих вод

спостерігаються зміни, зокрема, простежується тенденція до підвищення мінералізації і лужності. За період, охоплений дослідженнями (1938–2018 рр.), спостерігається тенденція до збільшення мінералізації поверхневих вод з 0,30 г/дм<sup>3</sup> у 1938 р. і до 0,43 г/дм<sup>3</sup> – 2018 р. За цей самий період відбувається збільшення середньої температури повітря за вегетаційний період (IV–X місяці) з 15,9<sup>o</sup>C (1938 р.) до 20,5<sup>o</sup>C (2018 р.) (рис. 1).



**Рис. 1. Багаторічна динаміка мінералізації поверхневих вод Каховського водосховища та середньо багаторічна температура повітря за період з 1938 по 2018 роки**

Дослідженнями доведена залежність між температурою повітря за вегетаційний період та мінералізацією поверхневих вод. Збільшення температури повітря на 1,0<sup>o</sup>C призводить до підвищення мінералізації поверхневих вод на 0,03 г/дм<sup>3</sup>, що підтверджено логарифмічним рівнянням та коефіцієнтом кореляції (рис. 2).

Каховське водосховище є джерелом наповнення дніпровською водою Каховського, Краснознам'янського та Північно-Кримського магістральних каналів, з яких вода подається на зрошення сільськогосподарських земель у Скадовському,

Голопристанському, Каланчацькому та Чаплинському районах. При цьому необхідно враховувати, що транспортування зрошувальної води на великі відстані від джерела зрошення впливає на збільшення показника лужності та підвищення ймовірності посилення процесів біологічного забруднення (збільшення кількості видів гідро- та зоопланктону тощо).

За період, охоплений дослідженнями (1938–2018 рр.), спостерігається тенденція до збільшення лужності (pH) поверхневих вод з 7,6 (1960 р.) до 8,05 (2018 р.) (рис. 2).

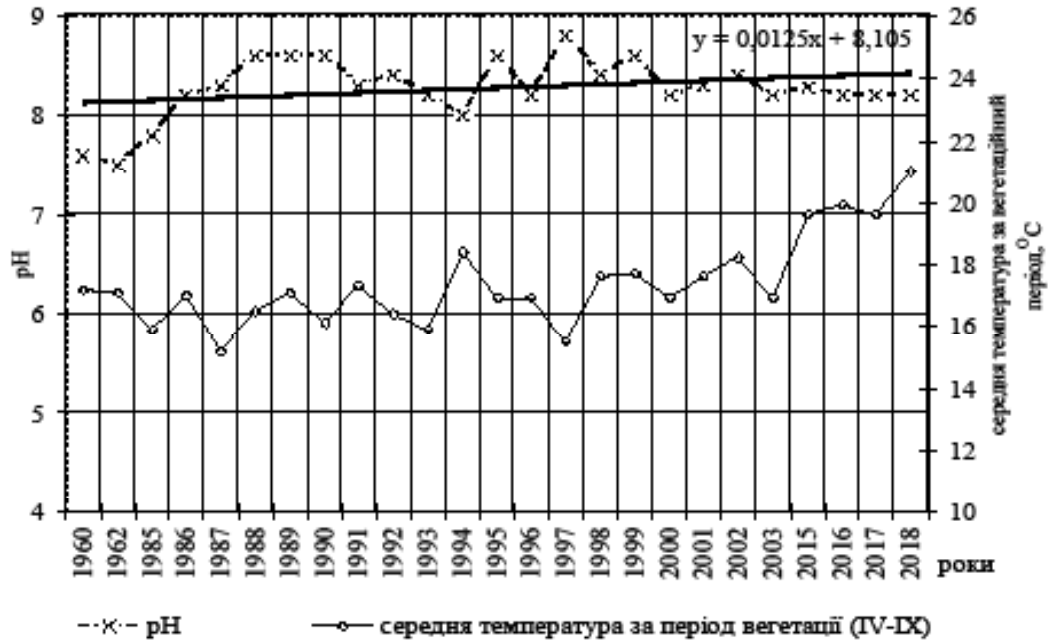


Рис. 2. Багаторічна динаміка рН поверхневих вод Каховського водосховища та середньо багаторічна температура повітря за вегетаційний період

У результаті підвищення температури і посилення сонячної активності зростає фотосинтезуюча діяльність фітопланктону і вищої водної рослинності. Це приводить до збільшення концентрації кисню у воді і зменшення вуглекислого газу. У зв'язку із зменшенням вуглекислого газу у воді, який використовується гідрофітами у процесі фотосинтезу, карбонатно-кальцієва рівновага зміщується в карбонатний бік і величина рН зростає. У разі зменшення температури повітря процес фотосинтезу припиняється і відбувається процес дихання гідрофітів, який супроводжується виділенням вуглекислого газу. Карбонатно-кальцієва рівновага зміщується у бік кальцію, оскільки вуглекислота ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) розчиняє карбонат кальцію ( $\text{CaCO}_3$ ) з утворенням гідрокарбонату кальцію  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , при цьому величина водневого показника рН зменшується.

Загальні закономірності трансформації гідрохімічних показників води водосховища полягають у такому: у холодну пору року (листопад–лютий) вода у водосховищі має найнижчий показник лужності – рН від 7,8 до 8,0. У літній період відбувається різке збільшення цього показника до 8,6–8,8, що пов'язане з підвищенням температури повітря, особливо у денні часи, і бурхливим розмноженням водоростей на мілководдях. Лужність води у водосховищі змінюється і залежно від погодних умов. Так, у період випадання рясних атмосферних опадів (наприклад, червень–липень 1988 р., червень 1991 р., червень–липень 1992 р.) лужність води підвищувалася на 0,1–0,3 одиниці рН.

Оцінку якості зрошувальної води за технічними критеріями проводимо за вимогами ДСТУ 7591 : 2014 «Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії». Оцінювання якості води за ступенем впливу на елементи зрошувальної системи виконуємо з

урахуванням можливості запобігання їх корозії, замуленню, засміченню, біологічному заростанню тощо, які відбуваються внаслідок поступового накопичення в них завислих наносів мінерального й органічного походження, відкладів солей і продуктів життєдіяльності організмів. Якість поливної води є одним із головних факторів забезпечення надійної і тривалої роботи систем краплинного зрошення, однак як зі зрошувальних каналів, так і зі свердловин вода не завжди відповідає вимогам, що регламентує її придатність для використання у системах краплинного зрошення згідно з ДСТУ 7591 і вимагає додаткової підготовки. Є три види забруднень поливної води – фізичне, хімічне та біологічне.

Хімічне забруднення визначаємо за показниками мінералізації зрошувальної води та рН, а також вмістом у воді марганцю та заліза (табл. 5).

Дослідження якості води за показниками загальної мінералізації, рН, вмісту марганцю та заліза свідчить, що зрошувальна вода на всіх системах зрошення придатна для використання у системах краплинного зрошення. Однак необхідно враховувати, що загальна мінералізація, рН та вміст марганцю і заліза у зрошувальній воді під час переміщення її по системі краплинного зрошення може змінюватися у бік збільшення, не залежно від рівня водопідготовки, може бути присутній ефект вторинного забруднення та накопичення заліза, що негативно впливає на роботу систем краплинного зрошення.

Загалом за районами дослідження за період 2011–2015 роки (у середньому) вміст важких металів становив: Каланчацький район – 0,19 мг/кг ґрунту, Чаплинський – 0,17, Скадовський – 0,07 і Голопристанський – 0,06 мг/кг ґрунту.

Присутній ще один вид забруднення систем краплинного зрошення – біологічний, який є серйоз-

**Таблиця 5 – Оцінка придатності зрошувальної води за ступенем впливу на елементи системи краплинного зрошення**

Показник	Значення показника	Ступінь придатності води	
		придатна	обмежено придатна
Загальна мінералізація, г/дм <sup>3</sup>	0,33–0,44	менше 0,5	0,5–2,0
pH	7,9–8,8	7,0–8,0	8,0–9,0
Вміст марганцю, мг/дм <sup>3</sup>	0,07	менше 0,1	
Вміст заліза, мг/дм <sup>3</sup>	0,13	менше 0,3	0,3–1,5

ною загрозою для систем зрошування. Біологічне забруднення поливної води зумовлене підвищеним вмістом у ній гідробіонтів (водоростей, бактерій, зоопланктону та детритів), які є основними компонентами поверхневих водних екосистем (водосховищ, відкритих каналів тощо). Найбільша небезпека для систем краплинного зрошування настає влітку в період масового розмноження гідробіонтів, а кількісний розвиток зоопланктону може досягати значних величин, наприклад у межах Краснознам'янської зрошувальної системи максимальна чисельність у деяких пробах досягала величини близько 49 тис. екз./дм<sup>3</sup>. Таким чином, високе таксономічне і кількісне різноманіття фіто- і зоопланктону, незалежно від хімічного складу поливної води, може створювати значні біологічні перешкоди системам краплинного зрошення, особливо краплинним водовипускам, які є найбільш вразливими їх елементами. Великого значення набуває технічно обґрунтований вибір фільтростанції щодо зниження вмісту завислих часток у поливній воді, розуміючи, що добитися 100% виключення завислих часток неможливо за будь-якого варіанта.

Альтернативою використання поверхневих вод для зрошення можуть бути підземні води. Однак усі сільськогосподарські землі, що досліджуються, розташовані у прибережній зоні, підземні води якої мають підвищений рівень мінералізації від 2,0 до 7 г/дм<sup>3</sup> і більше. Глибина розташування ґрунтових вод від 3 до 25 м. При цьому рН підземної води здебільшого має нейтральні значення від 6,5 до 7,5. Це, своєю чергою, знижує лужність поливної води та не викликає зростання інтенсивності процесів осолонцювання, але підвищений рівень мінералізації сприяє вторинному засоленню ґрунтів та накопиченню важких металів у системах краплинного зрошення.

**Висновки.** Оцінка якості поливної води для зрошування за вимогами ДСТУ 2730 : 2015 «Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» та ДСТУ 7591 : 2014 «Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії» доводить, що дніпровська зрошувальна вода Каховського, Краснознам'янського та Північно-Кримського магістральних каналів, з яких вона подається на зрошування сільськогосподарських земель у Скадовському, Голопристанському, Каланчацькому та Чаплинському районах, за показниками можливого вторинного засолення, вмістом важких металів та вмістом у ній іонів  $Cl^-$  і  $Na^+$  належить до першого класу і не є токсичною для рослин. Однак за показником рН (7,9–8,8) та вмістом іону  $CO_3^{2-}$  (0,04–0,08),

який є найбільш токсичним із всіх іонів, належить до II класу і є обмежено придатною для зрошування. Це значить, що вона буде посилювати процеси підлуження ґрунтів, а надалі і підвищення рівня їх осолонцювання, тому її можна використовувати тільки за умов постійного контролю та обов'язкового застосування агро меліоративних заходів.

На процеси осолонцювання впливає буферність досліджуваних ґрунтів, яка є дуже низькою згідно з вимогами ДСТУ 3866, а також активність іонів кальцію в ґрунтах згідно з ДСТУ 2730, яка є також дуже низькою, що пов'язане з уже наявними процесами осолонцювання в ґрунтах.

Оцінювання якості води за ступенем впливу на елементи зрошувальної системи виконано з урахуванням можливості запобігання їх корозії, замуленню, засміченню, біологічному заростанню тощо, і доводить, що вона придатна для використання у системах краплинного зрошення. Однак необхідно враховувати, що загальна мінералізація (від 0,33 до 0,44 г/дм<sup>3</sup>), рН (7,0–8,8) та вміст марганцю (0,07 мг/дм<sup>3</sup>) і заліза (0,13 мг/дм<sup>3</sup>) у зрошувальній воді під час переміщення її по системі краплинного зрошення може змінюватися у бік збільшення, незалежно від рівня водопідготовки. Може бути присутній ефект вторинного забруднення та накопичення заліза, що негативно впливає на роботу систем краплинного зрошення.

Альтернативою використання поверхневих вод для зрошення можуть бути підземні води. Однак усі сільськогосподарські землі, що досліджуються, розташовані у прибережній зоні, підземні води якої знаходяться на глибині 25–30 м, мають підвищений рівень мінералізації від 2,0 до 7,0 г/дм<sup>3</sup>, а також тісний гідродинамічний зв'язок з морськими водами прибережних територій. Показник рН підземної води здебільшого має нейтральні значення від 6,5 до 7,5, що знижує імовірність підвищення лужності поливної води та не викликає зростання інтенсивності процесів осолонцювання, але підвищений рівень мінералізації підземної води сприяє вторинному засоленню ґрунтів та накопиченню важких металів у системах краплинного зрошення.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України : монографія / за наук. ред. Р.А. Вожегової. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 752 с.
2. Грановська Л.М., Вожегова Р.А. Деградація ґрунтів в умовах Південного Степу України: причини, наслідки та заходи з їх попередження. *Передаєрне та*

гірське землеробство і тваринництво. Львів–Оброшине, 2020. Випуск 68. Частина 1. С. 82–97.

3. Морозов О.В., Морозов В.В., Ісаченко С.О. Науково-методичні підходи щодо оцінки якості природної води для зрошення (на прикладі Каховського зрошуваного масиву). *Водні біоресурси та аквакультура*. Херсон, 2019. Випуск 1. С. 90–101.

4. Сафранов Т.А., Юрасов С.М., Вербова А.С. Мінералізація поверхневих вод як показник придатності для іригаційних цілей (на прикладі окремих водних об'єктів Одеської області). *Екологічна безпека*. 2019. № 2 (28). С. 69–74.

5. Балуєк С., Воротинцева Л., Дрозд О. Якість поливної води та її приховані ризики. 2013. URL: <https://propozitsiya.com/ua/yakist-polivnoyi-vodi-ta-yiyi-prihovani-riziki> (дата звернення: 10.03.2021).

6. Балуєк С.А. та ін. Засади обстеження ґрунтово-меліоративного стану зрошуваних земель. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2017. № 86. С. 93–99.

7. Рябков С.В., Усата Л.Г. Про вплив краплинного зрошення, якості поливної води та удобрення на ґрунтові процеси та продуктивність плодових насаджень. 2013. URL: <http://ptb.org.ua/wp-content/uploads/2014/01/> (дата звернення: 10.03.2021).

8. Mammedov B.M. Effect of the Irrigative Water Quality on Ecomeliorative state of Soils. *Environmental safety and natural resources*. Kyiv. 2020. No. 33. P. 69–74.

9. ДСТУ 2730 : 2015 Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. Видання офіційне. Київ ДП «УкрНДНЦ», 2016. 9 с.

10. ДСТУ 7591 : 2014 Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії. Видання офіційне. Київ ДП «УкрНДНЦ», 2015. 16 с.

11. Якість води для зрошення. Екологічні критерії. ВІД 33-5,5-02-97. Київ–Харків : Держводгосп України, 1998. 15 с.

12. ДСТУ 3866-99. Ґрунти. Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної солонцюватості. Видання офіційне. Київ ДП «УкрНДНЦ», 1999. 10 с.

13. Про нормативи еколого безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням : Постанова Кабміну від 02.09.2020 р. № 766. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/766-2020-%D0%BF#Text> (дата звернення: 10.03.2021).

14. Григор'єва Л.І. Якість зрошувальної води: підходи до розробки радіоційно-гігієнічних критеріїв. *Збірник наукових праць ОДАТРА*. Одеса, 2016. № 2 (9). С. 6–11.

15. Жигайло О.Л. Контроль забруднення важкими металами багаторічних трав на зрошуваних землях Одещини. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2011. № 8. С. 155–161.

16. Мельник М.А., Жужа В.В., Сидоренко О.І., Шукайло С.П. та ін. Еколого-агрохімічний стан сільськогосподарських земель Херсонської області, проблеми і шляхи вирішення. ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», Херсонська філія. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 350 с.

#### REFERENCES:

1. Vozhehova, R.A. (Eds.). (2018). *Naukovi osnovy adaptatsii system zemlerobstva do zmin klimatu v Piv-*

*dennomu Stepu Ukrainy [Scientific bases of adaptation of agricultural systems to climate change in the Southern Steppe of Ukraine]*. Kherson: OLDI-PliuS [in Ukrainian].

2. Hranovska, L.M., & Vozhehova, R.A. (2020). Dehradatsiia hruntiv v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy: prychny, naslidky ta zakhody z yikh poperedzhennia [Soil degradation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine: causes, consequences and measures to prevent them]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynytstvo – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*, 68, 1, 82–97 [in Ukrainian].

3. Morozov, O.V., Morozov, V.V., & Isachenko, S.O. (2019). Naukovo-metodychni pidkhody shchodo otsinky yakosti pryrodnoi vody dlia zroshennia (na prykladi Kakhovskoho zroshuvanoho masyvu) [Scientific and methodological approaches to assessing the quality of natural water for irrigation (on the example of the Kakhovka irrigated massif)]. *Vodni bioresursy ta akvakultura – Water bioresources and aquaculture*, 1, 90–101 [in Ukrainian].

4. Safranov, T.A., Yurasov, S.M., & Verbova, A.S. (2019). Mineralizatsiia poverkhnevyykh vod yak pokaznyk prydatnosti dlia iryhatsiinykh tsilei (na prykladi okremykh vodnykh obiektiv Odeskoj oblasti) [Surface water mineralization as an suitability for irrigation purposes (on the example of some water bodies of Odessa region)]. *Ekolohichna bezpeka – Ecological safety*, 2 (28), 69–74 [in Ukrainian].

5. Baliuk, S., Vorotyntseva, L., & Drozd, O. (2013). Yakist polivnoi vody ta yii prykhovani ryzyky [Irrigation water quality and its hidden risks]. Retrieved from: <https://propozitsiya.com/ua/yakist-polivnoyi-vodi-ta-yiyi-prihovani-riziki> [in Ukrainian].

6. Baliuk, S.A. et al. (2017). Zasady obstezhennia hruntovo-melioratyvnoho stanu zroshuvanykh zemel [Principles of survey of soil and reclamation of irrigated lands]. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo – Agrochemistry and Soil Science*, 86, 93–99 [in Ukrainian].

7. Riabkov, S.V., & Usata, L.H. (2013). Pro vplyv kraplynnoho zroshennia, yakosti polivnoi vody ta udobrennia na gruntovi protsesy ta produktyvnist plodovykh nasadzhen [On the influence of drip irrigation, irrigation water quality and fertilizer on soil processes and productivity of orchards]. Retrieved from: <http://ptb.org.ua/wp-content/uploads/2014/01/> [in Ukrainian].

8. Mammedov, B.M. (2020). [Effect of the Irrigative Water Quality on Ecomeliorative state of Soils]. *Environmental safety and natural resources*, 33, 69–74 [in Ukrainian].

9. Yakist pryrodnoi vody dlia zroshennia. Ahronomichni kryterii. Vydannia ofitsiine [Quality of natural water for irrigation. Agronomic criteria]. (2016). *DSTU 2730:2015 from 22th June 2015*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].

10. Yakist vody dlia system kraplynnoho zroshennia. Ahronomichni, ekolohichni ta tekhnichni kryterii [Water quality for drip irrigation systems. Agronomic, ecological and technical criteria]. (2015). *DSTU 7591:2014 from 01th July 2014*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].

11. Yakist vody dlia zroshennia. Ekolohichni kryterii [Water quality for irrigation. Environmental criteria]. (1998). *VND 33-5,5-02-97 from 22 December 1997*. Kyiv–Kharkiv: Derzhvodhosp Ukrainy [in Ukrainian].

12. Grunty. Klasyfikatsiia gruntiv za stupenem vtorynoi solontsiuvatosti [Soils. Classification of soils according to the degree of secondary salinity]. (2000). *DSTU 3866-99 from 16 April 1999*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].

13. Pro normatyvy ekoloho-bezpechnoho zroshennia, osushennia, upravlinnia polyvamy ta vodovidvedenniam [About norms of ecologically safe irrigation, drainage, management of irrigations and drainage]. *Postanova Kabminu – Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine, 2020*, No. 766. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/766-2020-%D0%BF#Text>.

14. Hryhorieva, L.I. (2016). Yakist zroshuvanoi vody: pidkhody do rozrobky radioviino-hihiienichnykh kryteriiv [Irrigation water quality: approaches to the development

of radio-hygienic criteria]. *Zbirnyk naukovykh prats ODA-TRla – Collection of Scientific Works of the Odesa State Academy of Technical Regulation and Quality*, 2 (9), 6–11 [in Ukrainian].

15. Zhyhailo, O.L. (2011). Kontrol zabrudnennia vazhkymy metalamy bahatorichnykh trav na zroshuvanykh zemliakh Odeshchyny [Control of heavy metal pollution of perennial grasses on irrigated lands of Odesa region]. *Ukrainskyi hidrometeorolohichnyi zhurnal – Ukrainian hydrometeorological journal*, 8, 155–161 [in Ukrainian].

16. Melnyk, M.A. et al. (2020). *Ekoloho-ahrokhimichnyi stan silskohospodarskykh zemel Khersonskoi oblasti, problemy i shliakhy vyrishennia [Ecological and agrochemical condition of agricultural lands of Kherson region, problems and solution]*. Kherson: OLDI-Plius [in Ukrainian].

УДК 631.4:631.67

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.4>

## ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ЛОКАЛЬНИХ ВИЯВІВ ГАЛОГЕНЕЗУ В ҐРУНТАХ ЗА УМОВ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

**ДРОЗД О.М.** – кандидат сільськогосподарських наук,

старший науковий співробітник

[orcid.org/0000-0003-4856-8589](https://orcid.org/0000-0003-4856-8589)

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»,

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

**АФНАСЬЄВ Ю.О.** – науковий співробітник

[orcid.org/0000-0002-8499-9389](https://orcid.org/0000-0002-8499-9389)

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

**Постановка проблеми.** Засолення і солонцюватість ґрунтів є однією з основних загроз глобальній продовольчій безпеці та досягненню Цілей сталого розвитку (далі – ЦУР), про що зазначено у звіті про стан світових ґрунтових ресурсів (FAO та ITPS, 2015). Галогенні ґрунти (salt-affected soils) поширені у понад 100 країнах світу, площа їх розповсюдження оцінюється приблизно у 1 млрд. га [21], проте доступні статистичні дані щодо їх динаміки і глобального масштабу поширення потребують постійного уточнення. За ініціативи FAO створено глобальну карту засолених і солонцевих ґрунтів (GSSmap) із метою оновлення глобальної інформації та загальнодержавних даних про засолені і солонцюваті ґрунти для їх подальшого моніторингу [17]. Серед основних причин поширення таких ґрунтів – аридні кліматичні умови, засоленість ґрунтоутворних порід і неякісний менеджмент за зрошення [5; 21]. За даними GLASOD, у світі близько 76 млн. га ґрунтів, засолені і солонцюваті яких зумовлені антропогенними чинниками. Щорічне збільшення площ зрошуваних земель (за різними даними) на 0,3–1,5 млн га зумовлює стійку тенденцію до зростання територій галогенних ґрунтів. Однак продуктивність зрошуваних земель у світі

поступово знижується, не дивлячись на витрати для подолання іригаційної деградації, які щорічно зростають [5; 21].

У Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року визначено, що розвиток зрошення має базуватись виключно на новій техніко-технологічній основі, зокрема впровадженні сучасних ресурсо- та енергоефективних, а також екологічно безпечних способів зрошення. У більшості випадків інфраструктура для систем зрошення потребує великих капіталовкладень, проте способи краплинного зрошення мають істотні переваги для впровадження на більшості територій [10]. Наразі в Україні площі краплинного зрошення мають стійку тенденцію до щорічного зростання [13].

Дедалі більше виробництво овочевої продукції в Україні з використанням краплинного зрошення зосереджується на дрібних приватних господарствах та землеволодіннях окремих суб'єктів господарювання. Такі землекористування є динамічними, часто поширені на землях немеліоративного фонду, що ускладнює точне визначення їх площ і поточного еколого-агромеліоративного стану, а отже, впливає на об'єктивність даних щодо реального поширення процесів іригаційної деградації.



**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Кліматичні зміни визначають майбутній розвиток екосистем і є одним з основних факторів зміни природних систем. Це призводить до необхідності пристосування технологічних процесів для підтримання надання ґрунтами екосистемних послуг. Оцінювання впливу кліматичних змін на умови природного вологозабезпечення України показує стійку тенденцію погіршення [4; 14; 16; 18]. Як наслідок, в умовах степу ефективно землеробство без зрошення стало практично неможливим [2; 13], сформувалася загроза прогресувального опустелювання земель.

Зрошення є одним із потужних чинників порушення природних трендів розвитку і функціонування ґрунту та часто призводить до виникнення негативних ефектів, що створюють загрозу гармонійному розвитку екосистем і реалізації ґрунтових екосистемних послуг [9; 14]. Аналіз літературних джерел показує, що за дотримання необхідних вимог краплинне зрошення має низку переваг [7; 13]. Проте серед причин, які зумовлюють ризик деградації ґрунтів за краплинного зрошення, є недотримання технологічних норм поливу; невідповідність нормативам якості зрошувальної води; близьке до поверхні залягання мінералізованих підґрунтових вод; застосування краплинного зрошення мінералізованими водами на ґрунтах, сформованих на засолених ґрунотворних породах або на ґрунтах, де вияви іригаційної деградації були зумовлені застосуванням інших способів поливів (дощування) у попередні роки.

Спрямованість та інтенсивність змін ґрунтових властивостей залежать від хімічного складу зрошувальної води, вихідних ґрунтово-екологічних умов та тривалості зрошення [7; 15]. Серед показників ґрунту, що зазнають найбільшого впливу за краплинного зрошення водами несприятливої якості, є катіонно-аніонний склад водного розчину та склад ґрунтового поглинального комплексу. Локальне накопичення солей у ґрунті, яке за короткий час може досягти значних або й класифікаційно значущих величин, особливо за використання мінералізованих вод, є одним із найбільш істотних недоліків краплинного зрошення [6; 7; 19]. У багатьох країнах світу застосування для краплинного зрошення вод із підвищеною мінералізацією є основною причиною галогенезу, зокрема його локальних лінійних виявів як у багаторічних насадженнях [14; 20; 21], так і під час вирощування просапних культур [3; 7; 12; 19].

Солі зв'язують поживні речовини, підвищують осмотичний потенціал ґрунту, знижують потенціал реалізації регульованих та підтримуваних екосистемних послуг ґрунту, що зумовлює пригнічення росту рослин, обмежує врожайність сільськогосподарських культур, а отже, знижує потенціал реалізації ґрунтом постачальної екосистемної послуги. Втрати врожаїв у посушливих регіонах через засолення ґрунтів сягають від 18–23% до 43% [14].

Локальне зволоження зумовлює строкатість та просторову диференціацію ґрунтових показників в низці «поливна стрічка – рядок культури – межа

контуру зволоження – міжряддя». Зважаючи на постійну тенденцію до розширення площ краплинного зрошення у різних гідрогеологічних умовах, це посилює строкатість та неоднорідність ґрунтового покриву великих масивів.

**Мета статті** – дослідити диференціацію локальних виявів галогенезу в чорноземах південних за краплинного зрошення у різних гідрогеологічних умовах.

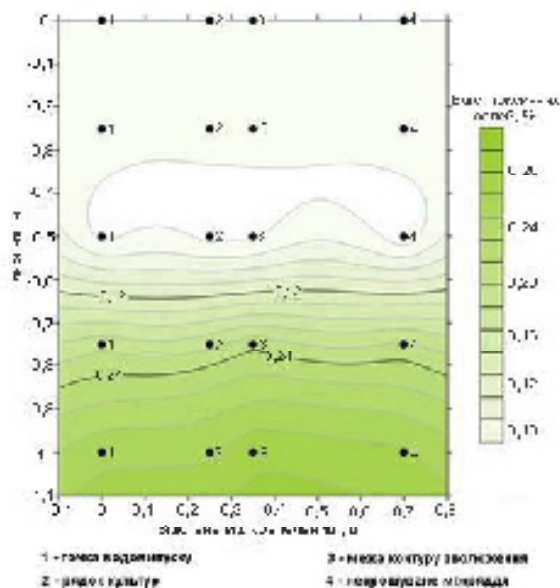
**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводили впродовж 2015–2020 рр. у Снігурівському районі Миколаївської області у виробничих умовах приватних господарств та землеволодіннях окремих суб'єктів господарювання. Об'єктами досліджень були чорноземи південні важкосуглинкові (Chernozems Calcic), зрошувані краплинним способом. Зрошення здійснювалося водами з розподільних каналів Інгулецької зрошувальної системи з мінералізацією 1,9 – 2,1 г/дм<sup>3</sup>, тип солей сульфатно-хлоридний магнієво-натрієвий. За агрономічними критеріями (ДСТУ 2730 – 94) вода обмежено придатна для зрошення за небезпекою засолення і осолонцювання (2 клас); за екологічними критеріями (ДСТУ 7286: 2012) – придатна для зрошення (1 клас).

Досліджувані об'єкти представлено ділянками з рівнем залягання підґрунтових вод менше 2 м та 3–5 м. Підґрунтові води переважно сульфатного натрієво-магнієвого складу з мінералізацією 2,5–3,0 г/дм<sup>3</sup>. Усі досліджувані ділянки використовувались для вирощування овочевих культур. Для уточнення ареалів солевиявлення в польових умовах застосовували безпілотний літальний апарат [14]. У межах досліджуваних ділянок вибрано ключові точки спостережень та проведено відбір ґрунтових зразків у 4 основних зонах: поливної стрічки, рядка культур, на межі контуру зволоження та незрошувального міжряддя, що дозволило оцінити варіювання параметрів показників у межах контура зволоження щодо міжряддя. Відбір ґрунтових зразків проводили ручним буром суцільною колонкою з шарів ґрунту 0–25 см, 25–50 см, 50–75 см, 75–100 см. Польові дослідження проводили у період максимального солевиявлення у ґрунтах з урахуванням строку збирання врожаю сільськогосподарських культур згідно з чинними нормативами щодо проведення сольової зйомки й обстеження еколого-меліоративного стану земель та технологій вирощування овочевих культур за умов краплинного зрошення [11].

У пробах ґрунту визначали сольовий склад методом водної витяжки (ДСТУ 7908, ДСТУ 7909, ДСТУ 7943 – ДСТУ 7945 та ДСТУ 8346); уміст увібраних катіонів (ДСТУ 7604, ДСТУ 8345); уміст CaCO<sub>3</sub> за МВВ 31 – 497058 – 021–2005. Достовірність отриманих даних оцінювали із застосуванням програми «Statistica 10.0». Оцінювання потенціалу продукційної екосистемної послуги ґрунтів здійснювали за розробленою нами раніше методикою [9].

**Результати досліджень.** У ґрунтах із близьким рівнем залягання підґрунтових вод (до 2 м) в умовах краплинного зрошення у разі перезволоження ґрунту в результаті перевищення рекомендованих зрошувальних норм може відбуватися періодичне

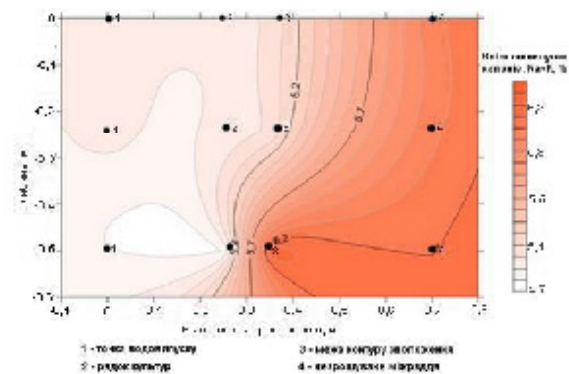
підтоплення ґрунтів. У таких гідрогеологічних умовах ґрунтові води безпосередньо впливають на ґрунтовий профіль. Відбуваються інтенсивні процеси засолення і осолонцювання, що і має місце на досліджуваних землях. У ґрунтах досліджуваних ділянок візуально не спостерігалось лінійного вияву процесу засолення поверхневого шару та розподілу зон зволоження, що свідчить про змикання контурів за перевищення зрошувальних норм. Уміст водорозчинних солей у шарі 0–50 см коливався в межах 0,22–0,33%, становлячи в середньому 0,28%, у їх якісному складі переважали сульфати натрію. Диференціації у вертикальному та горизонтальному напрямках на зони більшого чи меншого вияву процесів соленакопичення не відмічено (рис. 1). Вміст токсичних солей у шарі 0–50 см становив близько 0,1%, а з глибиною поступово збільшується з 0,12% до 0,30%, що відповідає слабкому ступеню засолення ґрунту. Відношення вмісту Ca/Na у водній витяжці (шар 0–50 см) в межах 0–0,5 (незадовільний задовільний стан ґрунту), рН ґрунтового розчину 0–100 см шарі ґрунту 8,0–8,3.



**Рис. 1. Розподіл токсичних солей у ґрунтовому профілі чорноземів південних в умовах краплинного зрошення за рівня залягання підґрунтових вод  $\geq 2$  м**

У складі ґрунтового поглинального комплексу в шарі 0–50 см в зоні поливної стрічки і рядка культури вміст поглинутих катіонів Na+K був у межах 4,7–5,1%. На умовній межі контуру зволоження в окремих точках спостереження спостерігалось збільшення вмісту увібраних Na+K у 0–25 см шарі ґрунту до 5,2%, а у шарі 25–50 см до 6,2%. У міжрядді вміст увібраних Na+K у шарах ґрунту 0–25 см та 25–50 см у середньому становив 6,3% та 6,8% відповідно. Оцінка ступеня солонцюватості показала, що ґрунти є переважно середньосолонцюватими в усіх досліджуваних точках (рис. 2).

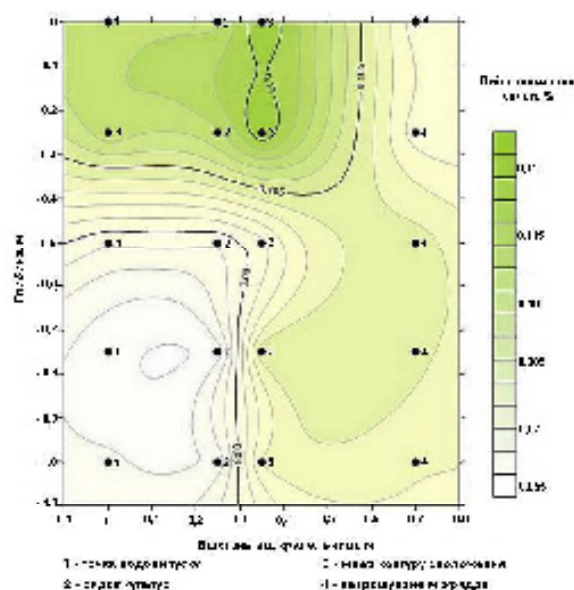
Еколого-агромеліоративний стан обстежених територій краплинного зрошення з близьким рів-



**Рис. 2. Вміст поглинутих Na+K, % у ґрунтовому профілі чорноземів південних в умовах краплинного зрошення за рівня залягання підґрунтових вод  $\geq 2$  м**

нем залягання підґрунтових вод за досліджуваними показниками оцінюється як незадовільний. Оцінювання потенціалу реалізації ґрунтами продукційної екосистемної послуги виявило їх незадовільний рівень на більшості подібних територій.

У ґрунтах із рівнем залягання підґрунтових вод 3–5 м за тривалого періоду використання ґрунтів в овочевій сівозміні (5 років) у шарі ґрунту 0–25 см в зоні поливної стрічки і рядка культури вміст токсичних солей коливався від 0,04% до 0,12%, становлячи в середньому на досліджуваній ділянці 0,08%. Склад солей сульфатно- та хлоридно-гідрокарбонатний магнієво-натрієвий. Із глибиною спостерігається тенденція до поступового зниження вмісту токсичних солей (до 0,05%), а їх склад переважно хлоридно-гідрокарбонатний натрієво- і магнієво-кальцієвий (рис. 3).



**Рис. 3. Розподіл токсичних солей у ґрунтовому профілі чорноземів південних в умовах краплинного зрошення за рівня залягання підґрунтових вод 3–5 м**

pH ґрунтового розчину у верхньому шарі ґрунту 7,7–7,9 із тенденцією поступового збільшення з глибиною, що відповідає збільшенню вмісту гідрокарбонатів кальцію. Таким чином, у зоні поливної стрічки і рядка культури ґрунтовий профіль до глибини 0–100 см є незасоленим, відношення вмісту Ca/Na у водній витяжці (шар 0–50 см) в межах 1,2–1,7 свідчить про задовільний стан ґрунту. На межі контуру зволоження у верхньому 0–25 см шарі ґрунту зазначено збільшення вмісту токсичних солей до 0,13–0,19% (у середньому 0,17%), що свідчить про вияви слабкого ступеня засолення ґрунту. Порівняно з аналогічним шаром ґрунту зони поливної стрічки і рядка культури у складі водного розчину ґрунту на межі контуру зволоження у різних точках спостереження збільшився вміст хлорид-іону в 3–5 разів (із 0,35–0,55 мекв/100 г ґрунту до 0,99–2,75 мекв/100 г ґрунту) та водорозчинного натрію в 1,5–2 рази (з 0,62–0,95 мекв/100 г ґрунту до 1,32–1,57 мекв/100 г ґрунту). Склад солей переважно сульфатно-хлоридний магнієво-натрієвий. pH ґрунтового розчину у верхньому шарі ґрунту 7,6–7,8 з тенденцією поступового збільшення з глибиною. З глибиною вміст токсичних солей поступово знижується до 0,08%, що свідчить про відсутність засолення нижніх шарів ґрунту, у складі солей переважають гідрокарбонати кальцію. Відношення вмісту Ca/Na у водній витяжці (шар 0–50 см) в межах 0,8–1,5 (задовільний стан ґрунту). У міжрядді верхня (0–100 см) частина ґрунтового профілю є незасоленою, вміст токсичних солей – у межах 0,05–0,09% із тенденцією поступового неістотного збільшення з глибиною, що є властивим для досліджуваного типу ґрунтів. У складі солей переважають гідрокарбонати та сульфати кальцію. pH ґрунтового розчину 6,9–7,6. Спостерігається зростання показника відношення вмісту Ca/Na до 1,3–2,5 (задовільний стан). Уміст карбонатів кальцію у верхньому шарі ґрунту досліджуваної ділянки в різних точках контуру зволоження в межах 0,9–1,2%, ґрунти є низькобуферними до процесу вторинного осолонцювання.

У складі ґрунтового поглинального комплексу в шарі 0–25 см у зоні поливної стрічки і рядка культури вміст поглинутих катіонів Na+K був у межах 4,7–6,8% (в середньому 5,7%), а у шарі 25–50 см – 4,4–5,6% (у середньому 4,9%). На межі контуру зволоження в окремих очах спостереження спостерігалось збільшення вмісту вібраних Na+K у 0–25 см шарі ґрунту до 7,6%, але середній вміст усе ж становив 5,6%, а у підорному – 4,6%. У міжрядді вміст увібраних Na+K у шарах ґрунту 0–25 см та 25–50 см у середньому становив 5,1% та 4,1% відповідно. Оцінка ступеня солонцюватості показала, що ґрунти є переважно середньосолонцюватими (рис. 4).

Оцінювання потенціалу реалізації ґрунтами продукційної екосистемної послуги даних виявило їх задовільний рівень.

**Висновки.** Оцінювання виявів галогенезу в ґрунтах за умов краплинного зрошення в умовах овочевої сівозміни має особливості та складності. Зона зволоження кожного року не збігається, що зумовлено різницею схем посадки культур. Механічне перемішування ґрунту зони зволоження і міжряддя

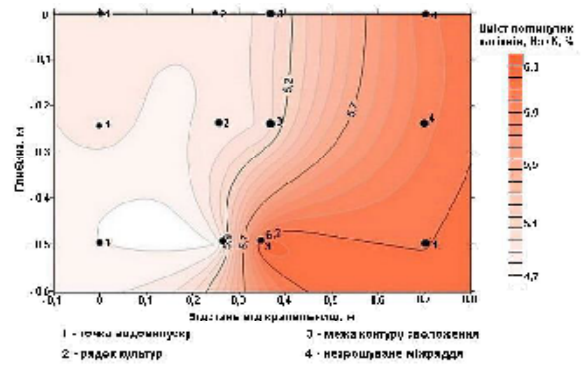


Рис. 4. Уміст поглинутих Na+K, % у ґрунтовому профілі чорноземів південних в умовах краплинного зрошення за рівня залягання підґрунтового вод 3–5 м

під час обробітку ґрунту в післяполивний період спричиняє нівелювання лінійних виявів галогенезу лише у верхньому (0–25 см) шарі ґрунту. У нижніх горизонтах деградаційні зміни протягом тривалого періоду використання ґрунту залишаються стійкими та мають тенденцію подальшого поширення, зважаючи на технологічні особливості вирощування овочевих культур. У таких умовах потенціал реалізації продукційної екосистемної послуги ґрунтів значно знижується. За умов застосування для краплинного зрошення вод підвищеної мінералізації можливі різні сценарії розвитку ґрунтових процесів. Це ускладнює урахування території реального поширення галогенних ґрунтів. Урегулювання питання екологічно безпечного зрошення особливо важливе в умовах загострення дефіциту водних ресурсів, тому край необхідним є обов'язкове застосування Нормативів екологічно безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням (затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 2 вересня 2020 р. № 766), що дозволить запобігти розвитку деградації ґрунтів у результаті нерационального використання водних ресурсів та незбалансованої сільськогосподарської діяльності.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Воеводина Л.А., Скрипич Ю.Ф. Влияние капельного орошения на засоление почв. *Научный журнал КубГАУ*. 2010. Вып. 64 (10). С. 21–41.
2. Вожегова Р.А. Зрошення – головний елемент сучасних агротехнологій в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2019, № 11. С. 67–74.
3. Воротинцева Л.І. ґрунтово-меліоративні показники чорнозему звичайного за краплинного зрошення. *Агроекологічний журнал*. 2016. Вип. 3. С. 62–68.
4. Інформаційно-аналітична довідка про стан водних ресурсів держави та особливості сільськогосподарського виробництва в умовах змін клімату. URL: <http://naas.gov.ua/upload/iblock/78a/Інформаційна%20дovidka%204.05.2020>
5. Медведєв В.В., Пліско І.В., Накісько С.Г., Тітенко Г.В. Деградація ґрунтів у світі, досвід її попередження і подолання. Харків: Стильна типографія, 2018. 168 с.

6. Мелашич Т.А. Ефективність заходів запобігання процесу осолонцювання темно-каштанового ґрунту в умовах краплинного зрошення слабо мінералізованими водами під час вирощування цибулі ріпки. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2009. Вип. 71. С. 119–121.

7. Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації): колективна монографія / за ред. С.А. Балюка, М.І. Ромащенко, Р.С. Трускавецького. Херсон: Грін Д.С., 2015. 668 с.

8. Методичні рекомендації з проведення польових досліджень за краплинного зрошення / за ред. М.І. Ромащенко, А.П. Шатковського, Л.Г. Усатої. Київ : ІВПІМ НААН. 2013. 44 с.

9. Оцінка екосистемних послуг засоленних ґрунтів під впливом меліорації (методичні рекомендації) / за ред. С.А. Балюка, О.М. Дрозд. Харків : ФОП Бровін О., 2017. 128 с.

10. Про схвалення Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 р. № 688-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-p#Text>

11. Рекомендації щодо обстеження еколого-меліоративного стану земель в умовах краплинного зрошення / уклад.: С.А. Балюк, В.Я. Ладних, О.А. Носоненко. Харків. 2012. 20 с.

12. Ромащенко М., Шатковський А., Рябков С., Усата Л. Вплив краплинного зрошення на ґрунтові процеси. Пропозиція. 2014. <https://propozitsiya.com/ua/vpliv-kraplinnogo-zroshennya-na-gruntovi-procesi>

13. Ромащенко М.І., Шатковський А.П., Васюта В.В., Журавльов О.В., Усатий С.В., Усата Л.Г., Овчатов І.М. Стан і перспективи застосування мікрозрошення в умовах змін клімату. *Меліорація і водне господарство*. № 2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202002-262>

14. Руководство по управлению засоленными почвами. Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. Рим. 2017. 146 с.

15. Сафонова О.П., Мелашич А.В., Лозовицький П.С. Еволюція галогенезу в ґрунтах при глибокому рівні залягання ґрунтових вод в умовах Інгупецького зрошувального масиву. *Зрошуване землеробство*. 2010. Вип. 53. С. 248–263.

16. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.) IPCC. Geneva, Switzerland, 2007. 104 p.

17. FAO 2020. Mapping of salt-affected soils: Technical specifications and country guidelines. Rome. FAO. 2020. 24 p. URL: <http://www.fao.org/3/ca9203en/CA9203EN.pdf>

18. McCarthy N. Understanding agricultural households' adaptation to climate change and implications for mitigation: land management and investment options. *Integrated Surveys on Agriculture*. Washington D.C., USA: LEAD Analytics Inc. 2011. P. 42–47.

19. Mei-xian Liu et al. Effects of Irrigation Water Quality and Drip Tape Arrangement on Soil Salinity, Soil Moisture Distribution, and Cotton Yield (*Gossypium hirsutum* L.) under mulched drip irrigation in Xinjiang, China. *Journal of*

*Integrative Agriculture*. 2012. Vol. 11(3). P. 502–511. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(12\)60036-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(12)60036-7)

20. Phogat, V., Cox, J.W., Šimůnek, J. and Hayman, P. Long-term simulation of water and salinity risks on a viticulture based agro-ecosystem in a semi-arid basin of South Australia. *Water and Climate Change*. 2020. 11(3): P. 901–915. DOI: <https://doi.org/10.2166/wcc.2018.186>

21. Status of the world's soil resources. Rome. FAO. 2015. 648 p.

#### REFERENCES:

1. Voevodyna, L.A., & Skrypych, Yu.F. (2010). Vlyaniye kapelnogo orosheniya na zasolenye pochv [Influence of drip irrigation on soil salinity]. *Scientific journal KubSAU*, 64(10), 21-41 [in Russian].

2. Vozhehova, R.A. (2019). Zroshennia – holovnyi element suchasnykh ahrotekhnolohii v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Irrigation is the main element of modern agricultural technologies in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Visnyk aharnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 11, 67–74 [in Ukrainian].

3. Vorotyntseva, L.I. (2016). Hruntovo-melioratyvni pokaznyky chornozemu zvychainoho za kraplynnoho zroshennia [Soil reclamation indicators of common chernozem under drip irrigation]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 3, 62-68 [in Ukrainian].

4. Informatsiino-analitychna dovidka pro stan vodnykh resursiv derzhavy ta osoblyvosti silskohospodarskoho vyrobnytstva v umovakh zmin klimatu [Information and analytical information on the state of water resources of the state and features of agricultural production in the conditions of climate change] URL: [http://naas.gov.ua/upload/iblock/78a/Інформаційна%20довідка%204.05.2020\[in Ukrainian\].](http://naas.gov.ua/upload/iblock/78a/Інформаційна%20довідка%204.05.2020[in%20Ukrainian].)

5. Medvediev, V.V., Plisko, I.V., Nakisko, S.H. & Titenko, H.V. (2018). *Dehradatsiia hruntiv u sviti, dosvid yii poperedzhennia i podolannia*. [Soil degradation in the world, experience of its prevention and overcoming]. Kharkiv: Stylsh printing house [in Ukrainian].

6. Melashych, T.A. (2009). Efektyvnist zakhodiv zapobihannia protsesu osolontsiuvannia temno-kashtanovoho gruntu v umovakh kraplynnoho zroshennia slabo mineralizovanyimi vodamy pid chas vyroshchuvannia tsybuli ripky [Effectiveness of measures to prevent the process of salinization of dark chestnut soil in the conditions of drip irrigation with weakly mineralized waters during the cultivation of turnip onions]. *AgroChemistry and Soil Science*, 71, 119-121 [in Ukrainian].

7. Baliuk, S.A., Romashchenko, M.I., & Truskavetskyi, R.S. (Eds.). (2015). Melioratsiia gruntiv (systematyka, perspektyvy, innovatsii): kolektyvna monohrafiia [Land reclamation (systematics, prospects, innovations)]. Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].

8. Romashchenko, M.I., Shatkovskyi, A.P., & Usata, L.G. (2013). *Metodychni rekomendatsii z provedennia polovykh doslidzhen za kraplynnoho zroshennia* [Guidelines for conducting field research for drip irrigation] Kyiv: IVPiM NAAS of Ukraine Publ.[in Ukrainian].

9. Baliuk, S.A., & Dрозd, O.M. (Eds.). (2017). *Otsinka ekosystemnykh posluh zasolenykh hruntiv pid vplyvom melioratsii* [Assessment of ecosystem services of saline soils under the influence of land reclamation]. Kharkiv: PE Brovyn O.V. [in Ukrainian].

10. Pro skhvalennia Stratehii zroshennia ta drenazhu v Ukraini na period do 2030 roku. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 14 serpnia 2019 r. № 688-r [On approval of the Irrigation and Drainage Strategy in Ukraine for the period up to 2030. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of August 14, 2019 № 688-r.]. (2019). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-p#Text> [in Ukrainian].
11. Baliuk, S.A., Ladnych, V.Ya., & Nosonenko, O.A. (Eds.). (2012). *Rekomendatsii shchodo obstezhennia ekoloho-melioratyvnoho stanu zemel v umovakh kraplynnoho zroshennia [Recommendations for the survey of ecological and reclamation of lands under drip irrigation]*. Kharkiv, 20 [in Ukrainian].
12. Romashchenko, M., Shatkovskiy, A., Riabkov, S., Usata, L. (2014). Vplyv kraplynnoho zroshennia na hruntovi protsesy [Influence of drip irrigation on soil processes]. *Propozitsiya – Offer*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/vplyv-kraplynnoho-zroshennia-na-gruntovi-procesi> [in Ukrainian].
13. Romashchenko, M.I. et al. (2020). Stan i perspektyvy zastosuvannia mikro-zroshennia v umovakh zmin klimatu [Status and prospects of micro-irrigation application in the conditions of climate change]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo – Land reclamation and water management*. DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202002-262> [in Ukrainian].
14. FAO. (2015). *Rukovodstvo po upravlenniu zasolenymi pochvami. [Guidelines for the management of saline soils]* Rome [in Russian].
15. Safonova, O.P., Melashych, A.V., & Lozovytskyi, P.S. (2010). Evoliutsiia halohenezu v hruntakh pry hlybokomu rivni zaliahannia hruntovykh vod v umovakh Inhuletskoho zroshuvanoho masyvu [Evolution of halogenation in soils at a deep level of groundwater under conditions of the Ingulets irrigated massif]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 53, 248-263 [in Ukrainian].
16. Pachauri, R.K. & Reisinger, A. (Eds.). (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland. [in English].
17. FAO 2020. Mapping of salt-affected soils: Technical specifications and country guidelines. (2020). URL: <http://www.fao.org/3/ca9203en/CA9203EN.pdf> [in English].
18. McCarthy, N. (2011). Understanding agricultural households' adaptation to climate change and implications for mitigation: land management and investment options. *Integrated Surveys on Agriculture*. Washington D.C., USA: LEAD Analytics Inc., 42 – 47 [in English].
19. Mei-xian, Liu et al. (2012). Effects of Irrigation Water Quality and Drip Tape Arrangement on Soil Salinity, Soil Moisture Distribution, and Cotton Yield (*Gossypium hirsutum* L.) under mulched drip irrigation in Xinjiang, China. *Journal of Integrative Agriculture*. 11(3), 502-511. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(12\)60036-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(12)60036-7) [in English].
20. Phogat, V., Cox, J.W., Šimůnek, J. & Hayman, P. (2020). Long-term simulation of water and salinity risks on a viticulture based agro-ecosystem in a semi-arid basin of South Australia. *Water and Climate Change*, 11(3), 901-915. DOI: <https://doi.org/10.2166/wcc.2018.186> [in English].
21. Status of the world's soil resources. Rome. FAO. (2015). 648 [in English].

УДК 633.15:632.954:631.811.98

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.5>

## ЧИСТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕЗУ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗА УМОВ ВИКОРИСТАННЯ ГЕРБІЦИДУ СТЕЛЛАР

**ЗАБОЛОТНА А.В.** – кандидат сільськогосподарських наук  
[orcid.org/0000-0002-1634-3273](https://orcid.org/0000-0002-1634-3273)

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

**ЗАБОЛОТНИЙ О.І.** – кандидат сільськогосподарських наук  
[orcid.org/0000-0003-0069-1617](https://orcid.org/0000-0003-0069-1617)

**ДАЦЕНКО А.А.** – кандидат сільськогосподарських наук  
[orcid.org/0000-0003-4093-4177](https://orcid.org/0000-0003-4093-4177)

Уманський національний університет садівництва

**Постановка проблеми.** Потужність асиміляційного апарату рослин, тривалість його функціонування та чиста продуктивність фотосинтезу є головними чинниками, що визначають активність формування продуктивності посівів сільськогосподарських культур, тобто реалізація потенціалу сортів та гібридів сільськогосподарських культур є результатом фотосинтезу, в процесі якого з простих речовин утворюються енергоємні й різноманітні за хімічним складом органічні сполуки [1–3].

Відомо, що формування фотосинтетичних показників залежить від біологічних особливостей вирощування культури, зовнішніх чинників, які на неї впливають, та агротехнологічних заходів [4]. Одним з основних агротехнологічних заходів, що суттєво впливає на рослинний організм, є застосування гербіцидів. Через високу фізіологічну активність гербіцидів можуть визначати спрямованість основних фізіолого-біохімічних процесів рослинного організму, зокрема й фотосинтетичних показників [5; 6].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасна індустрія хімічних засобів захисту рослин від сеgetальної рослинності пропонує до застосування безліч гербіцидів, проте дуже часто є нез'ясованим вплив діючих речовин цих препаратів на процеси фотосинтезу культурних рослин, що лежать в основі формування продуктивності вирощуваної культури. З огляду на це, є ризик виникнення гербіцидного стресу, який не є бажаним для культурних рослин. Крім затримки росту і розвитку тієї чи іншої культури, стрес, викликаний дією цього виду токсикантів, також інгібує ефективність фотосинтезу [7].

Під час вивчення чистої продуктивності фотосинтезу (далі – ЧПФ) у посівах злакових культурах прослідковується коливання ЧПФ залежно від застосування біологічно активних речовин, зокрема й гербіцидів [8; 9].

Так, дослідженнями із застосуванням у посівах кукурудзи гербіциду Трофі 90 встановлено, що за норми 1,5 л/га показник ЧПФ зріс (порівняно з контролем) на 0,52 г/м<sup>2</sup> за добу (на 11%), а за 2,5 л/га – на 0,99 г/м<sup>2</sup> за добу (на 21%). Під час дії 3,5 л/га чиста продуктивність фотосинтезу була найменшою серед варіантів досліду з дією різних норм гербіциду, хоча і перевищувала контроль на 0,33 г/м<sup>2</sup> за добу [8]. Дослідження із застосуванням гербіциду Тітус 25 показали, що під час унесення 40 г/га препарату чиста продуктивність фотосинтезу у фазі викидання волоті зростає (відповідно до контролю) на 11,4%. Найбільш активне зростання показника ЧПФ серед варіантів досліду з унесенням Тітуса 25 прослідковувалося за дії 50 г/га препарату (на 18,1% більше за контроль). За умов підвищення норми гербіциду до 60 г/га продуктивність фотосинтезу була найнижчою серед варіантів досліду, однак перевищувала контроль на 3,7% [10].

Застосування гербіцидів також впливає на зернову продуктивність сільськогосподарських культур, сприяючи їй підвищенню [11]. Так, за умов внесення ґрунтового гербіциду Харнес із доповненням страховим гербіцидом Мілагро отримано врожайність 9,94 т/га, що істотно перевищувало контрольний варіант. Високу врожайність зерна кукурудзи у 8,33 т/га також отримано у варіанті досліду з унесенням ґрунтового гербіциду Харнес із доповненням страховим гербіцидом Каллісто [12].

**Мета статті** – дослідити формування показників чистої продуктивності фотосинтезу та зернової продуктивності рослин кукурудзи та встановлення кореляційних зв'язків між ними за умов застосування з

метою усунення конкуренції з боку рудеральної рослинності гербіциду Стеллар, в.р.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження формування рівня показника ЧПФ та зернової продуктивності виконували з рослинами кукурудзи (*Zea mays* L.) гібриду Достаток 300 МВ (селекція Інституту фізіології рослин і генетики НАН України) в польових і лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету садівництва впродовж 2018–2020 років. Гербіцид Стеллар, в.р. вносили у фазі 3–5 листків розвитку культури. Обприскування здійснювали акумуляторним ранцевим обприскувачем DS-3WF-3 із розрахунку витрати робочої суміші 200 л/га.

Дослід закладали систематичним методом із послідовним розміщенням варіантів у чотириразовому повторенні. Загальна площа однієї дослідної ділянки складала 32 м<sup>2</sup>, облікова – 20 м<sup>2</sup>. Детальну схему досліду наведено в таблиці 1. Норми застосування гербіциду в посівах кукурудзи розраховували, виходячи з гектарної норми застосування і враховуючи площу ділянки та норму витрати рідини.

Ґрунт досліду – чорнозем опідзолений, малогумусний, важкосуглинковий на лесі з умістом в орному шарі гумусу 3,5%, рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирикова) – 88 і 132 мг/кг відповідно, азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 103 мг/кг, рНсол – 6,2; гідролітична кислотність становить 2,26 смоль/кг ґрунту [13].

Чисту продуктивність фотосинтезу вираховували за формулою: ЧПФ =  $V_2 - V_1 / 0,5(L_1 + L_2) \times n$ , де ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м<sup>2</sup> за добу;  $V_1$  і  $V_2$  – суха маса рослин на початку та в кінці облікового періоду, г;  $L_1$ ,  $L_2$  – площа листової поверхні на початку/кінці облікового періоду, м<sup>2</sup>; n – кількість днів між обліками [14]. Збирання та облік урожаю виконували у фазі повної стиглості зерна кукурудзи з кожної ділянки досліду ваговим методом відповідно до загальноприйнятих методик [14].

**Результати досліджень.** У результаті аналізу отриманих результатів досліджень встановлено, що формування показника ЧПФ у різних варіантах досліду відбувалося по-різному і залежало від норми застосування гербіциду та фази розвитку культури. Так, за визначення величини ЧПФ у фазі 8–10 листків у варіанті досліду із застосуванням Стеллар, в.р. у нормі 1,0 л/га у середньому за роки досліджень простежується збільшення показника (порівняно з контрольним варіантом) на 0,17 г/м<sup>2</sup> за добу, або 6% (табл. 1).

**Таблиця 1 – Чиста продуктивність фотосинтезу рослин кукурудзи залежно від застосування гербіциду Стеллар, в.р., 2018–2020 рр.**

Варіант досліду	Фаза 8–10 листків		Фаза викидання волоті	
	г/м <sup>2</sup> за добу	до контролю, %	г/м <sup>2</sup> за добу	до контролю, %
Контроль (без гербіциду)	2,89	100	4,74	100
Стеллар, в.р., 1,0 л/га	3,06	106	4,98	105
Стеллар, в.р., 1,1 л/га	3,21	111	5,33	112
Стеллар, в.р., 1,2 л/га	3,42	118	5,70	120
Стеллар, в.р., 1,3 л/га	3,20	111	5,37	113
<b>HIP<sub>05</sub></b>	<b>0,11</b>	–	<b>0,16</b>	–

Збільшення норми внесення гербіциду до 1,1 л/га сприяло подальшому певному зростанню показника ЧПФ (відповідно до контрольного варіанта) на 0,32 г/м<sup>2</sup> за добу (на 11%). Найбільш активний перебіг фотосинтетичних процесів серед усіх варіантів досліджу спостерігався за дії 1,2 л/га, про що свідчить зростання показника ЧПФ на 0,53 г/м<sup>2</sup> за добу порівняно з контрольним варіантом (на 18%).

За умов унесення найбільшої норми препарату у 1,3 л/га прослідковувалося певне пригнічення фотосинтетичних процесів порівняно з нормою 1,2 л/га, однак показник ЧПФ у цьому варіанті досліджу все ж був більшим проти контролю на 0,31 г/м<sup>2</sup> за добу (на 11%), що було на рівні варіанта із внесенням 1,1 л/га гербіциду.

Повторне визначення чистої продуктивності фотосинтезу у фазі викидання волоті показало, що залежність його зміни від норми внесення гербіциду лишалася аналогічною, хоча абсолютне значення показника зросло порівняно з попередньою фазою розвитку культури.

Так, за умов внесення 1,0 та 1,1 л/га препарату показник ЧПФ (порівняно з контролем) у середньому за роки досліджень зріс на 0,24 та

0,59 г/м<sup>2</sup> за добу (на 5 та 12%) відповідно. Найбільш активно фотосинтетичні процеси, виходячи зі значення показника ЧПФ, як і за попереднього обліку, протікали за дії 1,2 л/га гербіциду. В цьому варіанті досліджу чиста продуктивність фотосинтезу перевищувала контроль на 0,96 г/м<sup>2</sup> за добу (на 20%). За дії 1,3 л/га Стеллару, в.г. показник ЧПФ знижувався (порівняно з варіантом досліджу, де препарат вносився у нормі 1,2 л/га), хоча й перевищував значення контрольного варіанта (на 0,63 г/м<sup>2</sup> за добу).

Головним показником, що свідчить про ефективність проведення того чи іншого агрозаходу, є урожайність. Отримані експериментальні дані щодо врожайності зерна кукурудзи за внесення різних норм гербіциду Стеллар, в.р. свідчать про те, що усунення конкуренції з боку сегетальної рослинності стосовно кукурудзи за дії гербіциду позитивно вплинуло на формування рівня зернової продуктивності культури.

Так, за умов використання 1,0 л/га препарату врожайність зерна кукурудзи складала 6,49 т/га, що на 16% перевищувало значення контрольного варіанта (рис. 1).

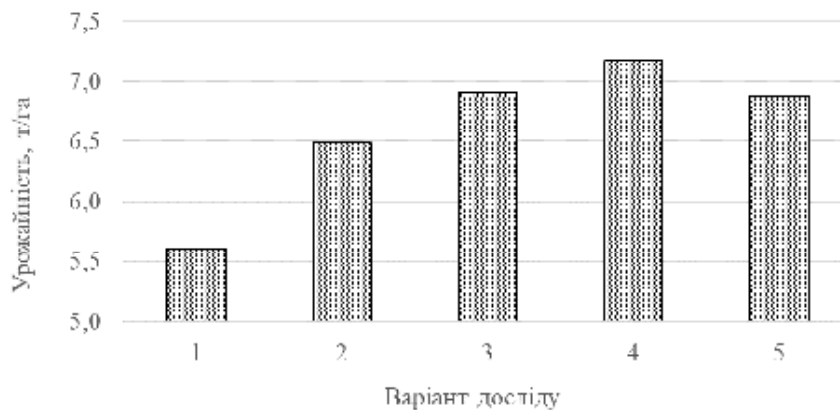


Рис. 1. Урожайність зерна кукурудзи залежно від унесення різних норм гербіциду Стеллар, в.р., 2018–2020 рр.:

1. Стеллар, в.р., 1,0 л/га; 2. Стеллар, в.р., 1,0 л/га; 3. Стеллар, в.р., 1,1 л/га; Стеллар, в.р., 1,2 л/га; Стеллар, в.р., 1,3 л/га.

За умов унесення 1,2 л/га гербіциду врожайність перевищувала контрольний варіант на 23%, а під час застосування 1,2 л/га була найвищою серед усіх варіантів досліджу – 7,17 т/га, що на 28% більше збору зерна у контрольному варіанті. За збільшення норми внесення Стеллару, в.р. до 1,3 л/га спостерігалася збільшення рівня приросту врожаю, хоча й не так ефективно, як у попередньому варіанті досліджу (на 22% більше за контроль).

Відомо, що між зерновою продуктивністю посівів і фотосинтетичними показниками існує тісний кореляційний зв'язок [15].

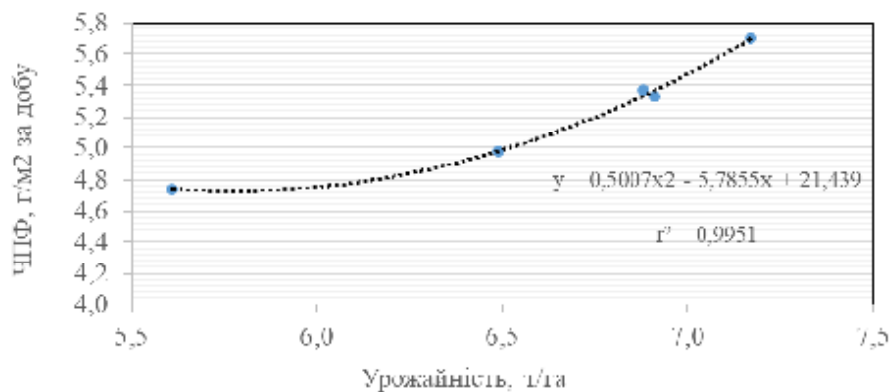
Виконання регресійного аналізу отриманих результатів досліджень виявило тісний кореляційний зв'язок ( $r^2=0,99$ ) між показником чистої продуктивності фотосинтезу та врожайністю зерна кукурудзи, що описується таким рівнянням регресії:

$$y = 0,5007x^2 - 5,7855x + 21,439$$

Де  $y$  – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м<sup>2</sup> за добу;

$x$  – урожайність, т/га (рис. 2).

**Висновки.** З аналізу отриманого експериментального матеріалу можна зробити висновок, що застосування гербіциду Стеллар, в.р. позитивно впливає на формування показників продуктивності кукурудзи. Найбільші прирости чистої продуктивності фотосинтезу та зернової продуктивності простежуються у разі використання гербіциду в нормі 1,2 л/га, коли перевищення контролю становить 18–20% та 28% відповідно. Проведення регресійного аналізу отриманих результатів досліджень виявило тісний кореляційний зв'язок ( $r^2=0,99$ ) між показником чистої продуктивності фотосинтезу та врожайністю зерна кукурудзи.



**Рис. 2.** Кореляційна залежність між чистою продуктивністю фотосинтезу та врожайністю зерна кукурудзи, 2018–2020 рр.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Заєць С.О., Фундират К.С., Онуфран Л.І., Юзюк С.М. Формування фотосинтетичного апарату рослин сортів тритикале озимого в умовах зрошення Південного Степу України. *Зрошуване землеробство. Збірник наукових праць*. 2020. Випуск 74. С. 113–116.

2. Корсун С.Г., Буслаєва Н.Г., Довбаш Н.І. Особливості фотосинтетичної діяльності посівів кукурудзи на зерно в умовах забруднення агроєкотопів свинцем, кадмієм, цинком. *Вісник аграрної науки*. 2016. Том 94. № 1. С. 32–36.

3. Шкатула Ю.М. Фотосинтетична продуктивність рослин квасолі звичайної в умовах Правобережного Лісостепу. *Екологія та охорона навколишнього середовища*. 2018. № 10. С. 57–65.

4. Свідерко М. С., Беген Л. Л. Формування якості зерна жита озимого залежно від рівня мінерального живлення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54(1). С. 63–68.

5. Заболотний О.І., Заболотна А.В., Леонтюк І.Б., Розборська Л.В., Голодрига О.В. Основні фізіологічні процеси у рослинах кукурудзи за внесення гербіциду Стеллар, в.р. *Агробіологія*. Біла Церква, 2018. № 1 (138). С. 128–136.

6. Павлишин С.В. Чиста продуктивність фотосинтезу пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал БіО Vita. *Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених*. (Умань, 15–16 травня 2018 р.). Умань, 2018. С. 43–44.

7. Коровко І.І. Вплив окремих елементів технології вирощування на фотосинтетичну активність рослин цукрових буряків. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 3. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd\\_2017\\_3\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_3_16).

8. Заболотний О.І. Вплив гербіциду Трофі 90 на чисту продуктивність фотосинтезу та врожайність кукурудзи. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. № 1. С. 134–140.

9. Карпенко В.П., Грицаєнко З.М., Питуляк Р.М. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин. Умань: Сочинський. 2012. 357 с.

10. Грицаєнко З. М., Заболотний О. І. Вплив гербіциду Тітус 25 і регулятора росту Зеастимулін при

різних способах застосування на фотосинтетичні процеси кукурудзи. *Зб. наук. пр. Уманського НУС «Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві»*. 2011. Вип. 75. С. 62–65.

11. Білитюк А.П. Вплив норм висіву, мінерального удобрення на ріст і розвиток рослин, урожайність та якість зерна тритикале озимого. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 2. С. 29–33.

12. Шацман Д.О. Продуктивність кукурудзи за різних систем захисту і беззмінного вирощування у Лівобережному Лісостепі України. *Агроєкологічний журнал*. 2018. № 3. С. 82–88.

13. Poltoretskyi S.P. Formation of density of seed sowing of millet (*Panicum miliaceum* L.) depending on the term and method of sowing. *Bulletin of Uman NUH*. 2017. № 1. 59–64.

14. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.

15. Голуб В., Голуб С. Фітоценотична стійкість і фотосинтетична продуктивність агроценозів *Triticosecale* за різних систем удобрення. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Розділ І. Ботаніка*. 2017. Вип. 7. С. 72–80.

**REFERENCES:**

1. Zaiets S. O., Fundyrat K. S., Onufran L. I., Yuziuk S. M. (2020) Formuvannia fotosyntetychnoho aparatu roslyn sortiv trytykale ozymoho v umovakh zroshennia Pivdennoho Stepu Ukrainy [Formation of the photosynthetic apparatus of kinds of winter triticale plants in the conditions of irrigation of the Southern Steppe of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo. Zbirnyk naukovykh prats*. 74. S. 113–116. [in Ukrainian].

2. Korsun S. H., Buslaieva N. H., Dovbash N. I. (2016) Osoblyvosti fotosyntetychnoi diialnosti posiviv kukurudzy na zerno v umovakh zabrudnennia ahroekotopiv svyntsem, kadmiem, tsynkom [The features of photosynthetic activity of maize sowing on grain in the conditions of pollution of agroecotopes by lead, cadmium, zinc]. *Visnyk ahrrarnoi nauky*. 94 (1). 32–36. [in Ukrainian].

3. Shkatula Yu. M. (2018) Fotosyntetychna produktyvnist roslyn kvasoli zvychnoi v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu [Photosynthetic productivity of average



haricot plants in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. *Ekolohiia ta okhrona navkolyshnoho sere-dovyshcha*. 10. 57–65. [in Ukrainian].

4. Sviderko M. S., Behen L. L. (2012) Formuvannia yakosti zerna zhyta ozymoho zalezho vid rivnia mineral-noho zhyvlennia [Formation of quality of winter rye grain depending on the level of mineral nutrition]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo*. 2012. 54(1). 63–68. [in Ukrainian].

5. Zabolotnyi O. I., Zabolotna A. V., Leontiuk I. B., Roz-borska L. V., Holodryha O. V. (2018) Osnovni fiziologichni protsesy u roslynakh kukurudzy za vnesennia herbitydu Stellar [The main physiological processes in maize plants under the application of the herbicide Stellar]. *Ahrobiolo-hiia. Bila Tserkva*. 1(138). 128–136. [in Ukrainian].

6. Pavlyshyn S. V. (2018) Chysta produktyvnist fotosyntezy pshenytsi polby zvychnoi za vykorystan-nia herbitydu Prima Forte 195 i rehuliatora rostu roslyn Vuksal BIO Vita [Net productivity of photosynthesis of average emmer wheat under the use of herbicide Prima Forte 195 and plant growth regulator Vuxal BIO Vita.]. *Materialy Vseukrainskoi naukovoï konferentsii molodykh uchenykh*. (Uman, 15–16 travnia 2018 r.). 43–44. [in Ukrainian].

7. Korovko I. I. (2017) Vplyv okremykh elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia na fotosyntetychnu aktyvnist roslyn tsukrovykh buriakiv [Influence of certain elements the technology of cultivation on photosynthetic activity of sugar beet plants]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho uni-versytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. 3. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd\\_2017\\_3\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_3_16). [in Ukrainian].

8. Zabolotnyi O. I. (2013) Vplyv herbitydu Trofi 90 na chystu produktyvnist fotosyntezy ta vrozhainist kukurudzy [Influence the herbicide of Trophy 90 on the net photo-synthesis productivity and yield of maize]. *Visnyk ahrarynoi nauky Prychornomor'ia*. 1. 134–140. [in Ukrainian].

9. Karpenko V. P., Hrytsaienko Z. M., Prytuliak R. M. i in. (2012) Biologichni osnovy intehrovanoi dii herbitydiv i rehuliatoriv rostu Roslyn [The biological bases of inte-

grated action of herbicides and plant growth regulators]. *Uman: Sochinskyi*. 357. [in Ukrainian].

10. Hrytsaienko Z. M., Zabolotnyi O. I. (2011) Vplyv herbitydu Titus 25 i rehuliatora rostu Zeastymulin pry riznykh sposobakh zastosuvannia na fotosyntetychni protsesy kukurudzy [Influence of the herbicide Titus 25 and the growth regulator Zeastimulin under the different methods of application on the photosynthetic processes of maize]. *Zb. nauk. pr. Umanskoho NUS «Osnovy biolo-hichnoho roslynnytstva v suchasnomu zemlerobstvi»*. 75. 62–65. [in Ukrainian].

11. Bilytiuk A. P. (2007) Vplyv norm vysivu, mineral-noho udobrennia na rist i rozvytok roslyn, urozhainist ta yakist zerna trytykale ozymoho [Influence of seeding rates, mineral fertilizers on growth of plants and devel-opment, yield and quality of winter triticale grain]. *Visnyk ahrarynoi nauky*. 2. 29–33. [in Ukrainian].

12. Shatsman D. O. (2018) Produktyvnist kukurudzy za riznykh system zakhystu i bezzminnoho vyroshchuvan-nia u Livoberezhnomu Lisostepi Ukrainy [Productivity of maize under the different systems of protection and perma-nent cultivation in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Ahroekologichni zhurnal*. 3. 82–88. [in Ukrainian].

13. Poltoretskyi S. P. (2017) Formation of density of seed sowing of millet (*Panicum miliaceum* L.) depending on the term and method of sowing. *Bulletin of Uman NUH*. 1. 59–64. [in English].

14. Hrytsaienko Z. M., Hrytsaienko A. O., Kar-penko V. P. (2003) Metody biologichnykh ta ahrokhimich-nykh doslidzhen roslyn i hruntiv [The methods of biologi-cal and agrochemical studies of plants and soils]. K.: ZAT «Nichlava». 320. [in Ukrainian].

15. Holub V., Holub S. (2017) Fitotsenotychna stiikist i fotosyntetychna produktyvnist ahrotsenoziv Triticosecale za riznykh system udobrennia [The phytocoenotic stability and photosynthetic productivity the agrocenoses of *Triti-cosecale* under the different systems of fertilizer]. *Nau-kovyï visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho univer-sytetu imeni Lesi Ukrainky. Rozdil I. Botanika*. 7. 72–80.

## ОСОБЛИВОСТІ ВОДОСПОЖИВАННЯ СУЧАСНИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ТА ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ

**ЗАЄЦЬ С.О.** – кандидат сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник  
[orcid.org/0000-0001-7853-7922](https://orcid.org/0000-0001-7853-7922)

**НЕТІС І.Т.** – доктор сільськогосподарських наук  
<https://orcid.org/0000-0002-7075-2107>

**ОНУФРАН Л.І.** – кандидат сільськогосподарських наук  
[orcid.org/0000-0001-6247-4920](https://orcid.org/0000-0001-6247-4920)

**ФУНДИРАТ К.С.** – кандидат сільськогосподарських наук  
[orcid.org/0000-0001-8343-2535](https://orcid.org/0000-0001-8343-2535)

Інститут зрошувального землеробства  
Національної академії аграрних наук України

**Постановка проблеми.** Південь України – це зона недостатнього природного зволоження, де землеробство ведеться в досить складних умовах. Часті ґрунтові та повітряні посухи не дають можливості реалізувати потенціал урожайності сільськогосподарських культур, зокрема пшениці озимої та ячменю озимого. Ці культури добре реагують на покращення зволоження ґрунту, тому частина площ засівається ними на зрошуваних землях, де вони забезпечують удвічі-втричі більші врожаї, а в посушливі роки і вищі, ніж без зрошення [9]. Лише завдяки зрошенню Південь України залишається зоною гарантованого виробництва високоякісного продовольчого і фуражного зерна.

Правильне проектування водного режиму та його регулювання відповідно до поточних умов під час зрошення, які направлені на оптимізацію умов вологозабезпеченості рослин у процесі вегетації, базуються на інформації про біологічні потреби культур у волозі [12].

Отож, ключовим питанням режиму зрошування є сумарне водоспоживання, під яким розуміють кількість води, що витрачається рослинами на транспірацію і випаровування з поверхні ґрунту [1; 13].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Найбільш визначальними чинниками водоспоживання всіх сільськогосподарських культур є кліматичні умови зони вирощування і вологозабезпеченість рослин [9–11].

У межах однієї ґрунтово-кліматичної зони водоспоживання визначається погодними умовами в період вегетації та сильно варіює за роками [3]. У роки з високими температурами, малою кількістю опадів і суховіями величина його максимальна, а в роки зі сприятливим термічним режимом і великою кількістю опадів – мінімальна. Особливо різкі коливання водоспоживання рослин відбулися в останні роки, що пов'язано з глобальними змінами клімату в бік потепління [2; 6].

Крім того, сумарне водоспоживання сільськогосподарських культур коливається в значних межах і зумовлюється їх біологічними особливостями, умовами вологозабезпеченості рослин, рівнем агротехніки та іншими чинниками [7]. Окремі зернові культури, незважаючи на деяку подібність низки біологічних ознак, значно відрізняються за потребою у

воді. До того ж нині вітчизняними селекціонерами створено низку нових високопродуктивних сортів зернових культур для умов зрошення, які виявляють індивідуальні реакції на умови вирощування [4; 5]. Усе це потребує уточнення їх водоспоживання за різної вологозабезпеченості, погодних умов року та сучасних елементів технології.

**Мета статті** – установити сумарне водоспоживання сучасних сортів пшениці озимої та ячменю озимого та визначити витрати води на формування 1 т зерна залежно від строків сівби в умовах зрошення Південного Степу України.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводились протягом 2015–2020 років на дослідному полі сівозміни відділу агротехнологій Інституту зрошувального землеробства НААН. Ґрунт дослідного поля темно-каштановий, середньосуглинковий, слабосолонцюватий із вмістом гумусу 2,13%, щільністю – 1,37 г/см<sup>3</sup>, вологістю в'янення – 9,1%, найменшою вологоємністю – 20,3%. Технології вирощування пшениці озимої та ячменю озимого загальноприйняті для зрошуваних умов зони Південного Степу України. Поливами вологість ґрунту на посівах підтримувалась на рівні 70% НВ у шарі 0–50 см. Норма висіву становила 5 млн шт./га. Сівбу проводили у два строки: 20 вересня і 20 жовтня пшениці озимої та 1 і 20 жовтня ячменю озимого. Для дослідження взято сорти пшениці озимої Анатолія і Бургунка та ячменю типово озимий Академічний та дворучка Достойний, які занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для використання у Степу з 2015, 2015, 2011 і 2006 року відповідно [4].

Польові та супутні дослідження проводились за методикою польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях [8].

**Результати досліджень.** Агрометеорологічні умови в окремі роки характеризувалися суттєвими відмінностями, що притаманно для зони проведення досліджень з урахуванням глобальних змін клімату. Так, у 2016 році за березень–червень середньодобова температура повітря становила 14,9°C, а опадів випало 191,0 мм, у 2017 – 13,6°C і 128,9 мм, у 2018 – 14,5°C і 121,4 мм, у 2019 – 14,6°C і 228,7 мм та у 2020 році – 13,7°C і 83,4 мм відповідно (табл. 1).

За середньобагаторічний період із 1976 р. до 2010 р. температура повітря становила 12,0°C, а

Таблиця 1 – Температура повітря та опади за березень-червень у роки досліджень порівняно із середніми багаторічними показниками за 1976–2010 рр.

Місяць	2016 р.		2017 р.		2018 р.		2019 р.		2020 р.		Середня багаторічна за 1976–2010 рр.	
	тем., °С	опади, мм	тем., °С	опади, мм	тем., °С	опади, мм	тем., °С	опади, мм	тем., °С	опади, мм	тем., °С	опади, мм
Березень	6,3	19,5	7,0	5,1	1,5	61,0	5,9	7,3	7,6	6,2	2,3	31,3
Квітень	12,6	56,8	9,3	87,9	14,1	1,6	10,5	56,0	9,8	2,8	10,0	34,4
Травень	18,5	71,7	16,3	25,6	19,5	35,7	18,0	72,8	14,7	29,3	16,0	44,9
Червень	22,1	43,0	22,0	10,3	22,9	23,1	23,8	92,6	22,7	45,1	19,9	52,0
За III–VI	14,9	191,0	13,7	128,9	14,5	121,4	14,6	228,7	13,7	83,4	12,0	162,6

Джерело: за даними обласного центру з гідрометеорології м. Херсон

опади – 162,6 мм. Тобто у всі роки досліджень температура була вищою за норму на 1,6–2,9°C, а опади у більшості років випало значно менше.

Дослідженнями встановлено, що водоспоживання пшениці озимої та ячменю озимого за весняно-літній період вегетації в умовах Південного

Степу України має щорічні суттєві відмінності. Так, у середньовологому за забезпеченістю опадами 2016 році не було необхідності в проведенні поливів, сумарне водоспоживання змінювалося в межах від 2660 м<sup>3</sup>/га на ячменю до 2896 м<sup>3</sup>/га на пшениці та на 66,8–71,2% було забезпечене опадами (рис. 1).

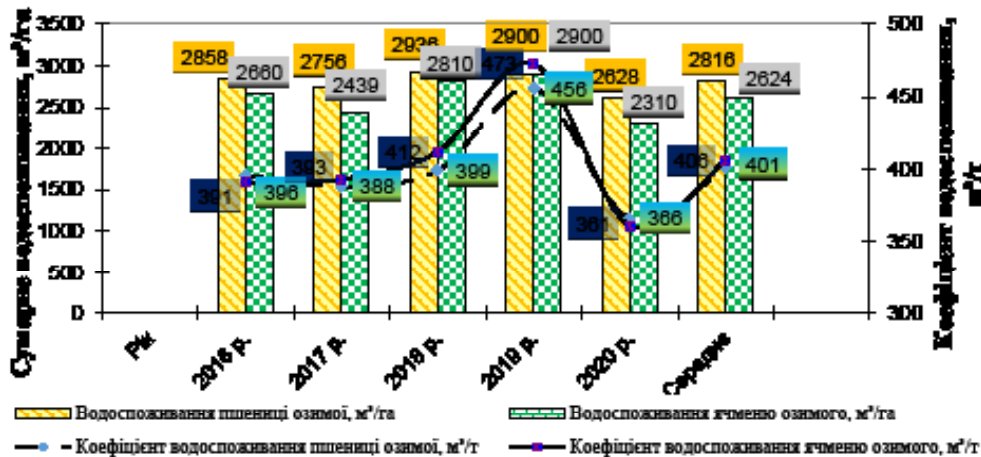


Рис. 1. Водоспоживання посівів пшениці озимої та ячменю озимого у середньому за весняно-літній період (середнє за 2016–2020 рр.)

Для підтримування вологості в 0,5 м шарі ґрунту на рівні 70% НВ у весняно-літній період 2017 року на посівах озимих зернових культур необхідно було провести два вегетаційних поливи нормою 400 м<sup>3</sup>/га, а в 2018 і 2020 рр. – по три поливи, при цьому зрошувальна норма складала 1350 і 1300 м<sup>3</sup>/га відповідно. Отож, в умовах 2018 та 2020 рр. більшою була частка поливної води (39,0–49,5%) та опадів (20,6–36,1%) тоді як на ґрунтову вологу припадало 18,8–33,4% сумарного водоспоживання (рис. 2).

Сумарне водоспоживання у 2017, 2018 і 2020 рр. пшениці озимої становило 2756, 2936 і 2628 м<sup>3</sup>/га відповідно, а ячменю озимого – 2439, 2810 і 2310 м<sup>3</sup>/га відповідно.

В умовах весняного періоду вегетації 2019 р. випало 136,1 мм атмосферних опадів, що майже в півтора раза більше за середньобаторічні значення, тому за таких вологих погодних умов відпала необхідність у проведенні вегетаційних поливів. Проте через значну кількість опадів сумарне водоспожи-

вання пшениці озимої та ячменю озимого було одним із найбільших у 2019 році і складало 2900 м<sup>3</sup>/га, а найменшим – у 2020 р. (2628 і 2310 м<sup>3</sup>/га).

В умовах посушливого 2017 р. частка опадів у структурі сумарного водоспоживання переважала – 46,8–52,8%, поливів – 29,0–32,8% і ґрунтової вологи – 14,4–24,2%. Однак в умовах сухого 2018 р. у структурі сумарного водоспоживання значно зросла частка зрошуваної норми (46,0–48,0%), тоді як ґрунтова волога складала 30,4–33,4%, а опади – 20,6–21,5%.

Установлено, що особливості сортів інтенсивного типу та строки сівби суттєво не впливали на величину сумарного водоспоживання, коливання якого не перевищувало 1%. Загальною особливістю є те, що у посушливі роки (2017, 2018 і 2020 рр.) найбільшу частку в сумарному водоспоживанні озимих зернових культур становить зрошувальна норма 39,7–40,0%, а найменшу – ґрунтова волога – 27,9–28,4%, опади при цьому складають 31,9–32,1% (табл. 2).

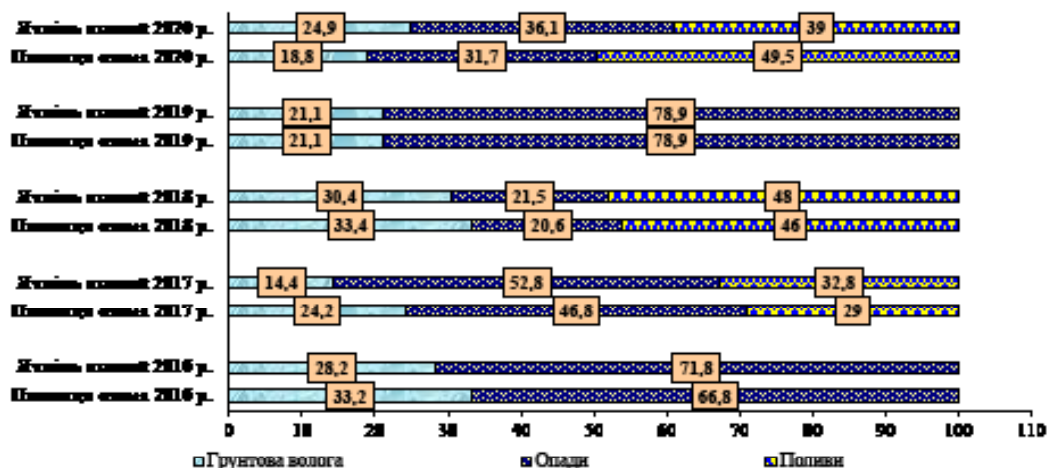


Рис. 2. Структура сумарного водоспоживання пшениці озимої та ячменю озимого у 2016-2020 рр.

Таблиця 2 – Сумарне водоспоживання сортів пшениці озимої з метрового шару ґрунту та коефіцієнти водоспоживання залежно від строків сівби (за весняно-літній період вегетації) (середнє за 2017, 2018 і 2020 рр)

Строки сівби (В)	Складові сумарного водоспоживання						Сумарне водоспоживання м³/га	Коефіцієнт водоспоживання м³/т
	ґрунтова волога		опади		поливи			
	м³/га	%	м³/га	%	м³/га	%		
Сорт Анатолія (А)								
20.IX	822	28,4	909	31,9	1150	39,7	2880	383
20.X	800	27,9	909	32,1	1150	40,0	2859	433
Сорт Бургунка (А)								
20.IX	821	28,4	909	31,9	1150	39,7	2880	389
20.X	799	27,9	909	32,1	1150	40,0	2858	427
$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$							2869±18	408±36
V, %							0,43	6,28

Досліджувані сорти характеризувалися майже однаковим водоспоживанням, найбільші значення якого були встановлені за сівби 20 вересня – 2880 м³/га. За сівби 20 жовтня воно було на 21–22 м³/га меншим і складало 2858–2859 м³/га.

Сорт Анатолія на формування 1 т зерна витрачав 383–433 м³ води, а Бургунка – 389–427 м³. За сівби 20 вересня врожайність сортів Анатолія і Бургунка була максимальною та становила 7,52 і 7,40 т/га відповідно, унаслідок чого більш ефективно використовувалась вода – 383 і 389 м³/т.

Сортові особливості пшениці озимої інтенсивного типу та строки сівби у допустимих межах суттєво не впливають на структуру водоспоживання культури. Ефективність використання води визначається величиною врожаю, а зміщення строків сівби від оптимальних на 30 днів підвищує коефіцієнт водоспоживання на 9,77–13,1%.

У середньому за роки досліджень сумарне водоспоживання сортів ячменю озимого різних біологічних груп змінювалося залежно від строку сівби від 2627 до 2632 м³/га у сорту Академічний та від 2595 до 2655 м³/га у сорту дворучки Достойний (табл. 3).

Таблиця 3 – Сумарне водоспоживання сортів ячменю озимого з метрового шару ґрунту залежно від строку сівби (середнє за 2017–2019 рр.)

Строк сівби (В)	Сумарне водоспоживання, м³/га				
	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	середнє
Сорт Академічний (А)					
1 жовтня	2481	2784	2945	2296	2627
20 жовтня	2313	2715	3211	2290	2632
Сорт Достойний (А)					
1 жовтня	2397	2818	2833	2330	2595
20 жовтня	2271	2801	3225	2324	2655
$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	2365±132	2780±64	3054±278	2310±28	2627±35
V, %	3,94	1,63	6,40	0,86	0,94

Гідротермічні умови року суттєво впливають на водоспоживання досліджуваних сортів, а стандартне відхилення під час зміщення строку сівби із 1 до 20 жовтня зростає із 292 та 268 до 432 та 448 м<sup>3</sup>/га відповідно для типово озимого сорту Академічний та сорту дворучки Достойний.

Сорт Академічний за сівби 1 жовтня споживав на 32 м<sup>3</sup>/га більше води, а за сівби 20 жовтня – на 23 м<sup>3</sup>/га менше, ніж сорт Достойний, що зумовлено сортовими особливостями.

Біологічні властивості сортів зумовили різні витрати води залежно від строку сівби. Сорт Академічний за досліджуваних строків сівби мав міні-

мальну різницю в сумарному водоспоживанні або витрачав майже однакову кількість води, тоді як Достойний (за сівби 20 жовтня) потребував води на 60 м<sup>3</sup>/га більше.

Серед сортів економніше використовував воду на формування одиниці врожаю зерна сорт Академічний. Але якщо за сівби 1 жовтня коефіцієнт водоспоживання різнився на 7 м<sup>3</sup>/т, то за сівби 20 жовтня був більшим на 21 м<sup>3</sup>/т, ніж у сорту Достойний (рис. 3). За сівби 20 жовтня через нижчу врожайність коефіцієнт водоспоживання зростав на 10 м<sup>3</sup>/т у сорту Академічний та 24 м<sup>3</sup>/т – Достойний.



Рис. 3. Коефіцієнт водоспоживання різних сортів ячменю озимого залежно від строку сівби, м<sup>3</sup>/т (середнє за 2017–2020 рр.)

Аналіз балансу сумарного водоспоживання у середньому за 2017, 2018 і 2020 рр. сортів ячменю озимого свідчить про те, що за проведення поливів та сівби 1 жовтня питома частка

ґрунтової води складала 23,0–23,3%, опадів – 26,7–37,0%, поливів – 40, %, а за сівби 20 жовтня – 20,7–21,2, 38,1 і 40,7–41,2% відповідно (табл. 4).

Таблиця 4 – Баланс сумарного водоспоживання ячменю озимого залежно від сорту і строків сівби (середнє за 2017, 2018 і 2020 рр.)

Сорт (А)	Строк сівби (В)	Складові сумарного водоспоживання, м <sup>3</sup> /га					
		ґрунтова волога		опадів		поливи	
		м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%
Академічний	1 жовтня	594	23,3	909	36,7	1017	40,0
	20 жовтня	514	20,7	909	38,1	1017	41,2
Достойний	1 жовтня	589	23,0	909	37,0	1017	40,0
	20 жовтня	539	21,2	909	38,1	1017	40,7

Різниця у водоспоживанні культур зумовлена різним рівнем використанням ґрунтової води, тобто сумарне водоспоживання сортів ячменю озимого у ці роки залежало від поливів та атмосферних опадів вегетаційного періоду.

**Висновки.** Особливості сортів пшениці озимої й ячменю озимого та строки сівби суттєво не впливали на величину сумарного водоспоживання, коливання якого не перевищувало 1%, проте значно позначалися на ефективності використання води посівами озимих культур. Запровадження сорту для сівби як в оптимальні строки, так і в пізні, сприяє підвищенню коефіцієнта водоспоживання.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Алпатьев А.М. Водопотребление культурных растений и климат. Москва : Колос, 1965. 182 с.

2. Барабаш М., Кульбіда М., Корж Т. Зміна глобально клімату і проблема опустелювання України. *Наукові записки Тернопільського ДПІ*. Тернопіль, 2004. № 2. С. 82–88.

3. Вожегова Р.А., Коваленко А.М. Зміни клімату в південному регіоні та напрями адаптації землеробства до них. *Посібник українського хлібороба «Адаптивне землеробство»* : наук.-пр. щорічник. Київ : ТОВ «АКАДЕМПРЕС», 2013. Том 1. С. 189–190.

4. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 р. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Київ, 2018. 415 с.

5. Каталог сортів та гібридів сільськогосподарських культур селекції інституту зрощуваного землеробства НААН. Херсон : «ОЛДІ-ПЛЮС», 2019. 92 с.

6. Кіряк Ю.П., Коваленко А.М. Зміни та коливання клімату в південно-степовій зоні України та його мж-

ливі наслідки для зерновиробництва. *Зрошуване землеробство*: між від. тематич. наук. зб., 2015. Вип. 63. С. 86–89.

7. Кононюк Л.М., Давидюк Г.В., Терещенко Ю.Ф. Продуктивність озимої пшениці залежно від технології вирощування. *Зб. наук. пр. Інституту землеробства УААН*. Київ, 2001. Вип. 1/2. С. 84–87.

8. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / за ред. Р.А. Вожегової. Науково-методичне видання. Херсон : Грін Д.С., 2014. 286 с.

9. Нетіс І.Т. Пшениця озима на півдні України : монографія. Херсон : Олді-плюс, 2011. 460 с.

10. Нетіс І.Т., Заєць С.О. Вплив добрив і стимуляторів росту рослин на продуктивність і якість зерна озимої пшениці. *Зрошуване землеробство*, 2009. Вип. 52. С. 81–84.

11. Писаренко В.А. Проблеми розвитку зрошувального землеробства на Україні. *Зрошуване землеробство*, 1991. Вип. 36. С. 3–6.

12. Писаренко В.А. Зрошення і клімат. *Зрошуване землеробство*, 2007. Вип. 48. С. 107–112.

13. Brase P. Successful implementation of computerized irrigation scheduling. *Irrigation scheduling for water and energy*, 1981. P. 213–218.

#### REFERENCES:

1. Alpat'yev, A.M. (1965). *Vodopotrebleniye kul'turnykh rasteniy i klimat* [Water consumption of cultivated plants and climate]. Moskva: Kolos. [in Russian].

2. Barabash, M., Kul'bida, M. & Korzh, T. (2004). *Zmina hlobal'no klimatu i problema opustelyuvannya Ukrainy* [Global climate change and the problem of desertification of Ukraine]. *Naukovi zapysky Ternopil's'koho DPI – Scientific notes of Ternopil STI*. Ternopil', 2, 82–88 [in Ukrainian].

3. Vozhehova, R.A. & Kovalenko, A.M. (2013). *Zminy klimatu v pivdennomu rehioni ta napryamy adaptatsiyi zemlerobstva do nykh* [Climate change in the southern region and directions of adaptation of agriculture to them]. Kyiv: TOV "AKADEMPRES" [in Ukrainian].

4. Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. (2018). *Derzhavnyy reyestr sortiv roslyn, prydatnykh dlya poshyrennya v Ukraini na 2018* [State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine for 2018]. Kyiv [in Ukrainian].

5. Katalog sortiv ta hibrdiv sil's'kohospodars'kykh kul'tur selektsiyi instytutu zroshuvanoho zemlerobstva NAAN [Catalog of varieties and hybrids of agricultural crops selected by the Institute of Irrigated Agriculture NAAS]. (2019). Kherson: «OLDI-PLYUS» [in Ukrainian].

6. Kiriya, Yu.P. & Kovalenko, A.M. (2015). *Zminy ta kolyvannya klimatu v pivdenno-stepoviy zoni Ukrainy ta yoho mozhlyvi naslidky dlya zernovyrobnystva* [Climate change and fluctuations in the southern steppe zone of Ukraine and its possible consequences for grain production]. *Zroshuvane zemlerobstvo: Temat. nauk. Zbirnyk – Irrigation agriculture: Topic. Science. Collection*, 63, 86–89 [in Ukrainian].

7. Kononyuk, L.M., Davydyuk, H.V. & Tereshchenko YU.F. (2001). *Produktyvnist' ozymoyi pshenytsi zalezno vid tekhnolohiyi vyroshchuvannya* [Productivity of winter wheat depending on cultivation technology]. *Zbirnyk naukovykh prats' Instytutu zemlerobstva UAAAN – Collection of scientific works of the Institute of Agriculture of UAAS*. Kyiv, 1/2, 84–87 [in Ukrainian].

8. Vozhehova, R. A. (Eds.). (2014). *Metodyka pol'ovyykh i laboratornykh doslidzhen' na zroshuvanykh zemlyakh*: Naukovo-metodychne vydannya [Methods of Field and Laboratory Research on Irrigated Lands: Scientific and methodical publication]. Kherson: *Hrin' D.S.*, 286 [in Ukrainian].

9. Netis, I.T. (2011). *Pshenytsya ozyma na pivdni Ukrainy* [Winter wheat in the south of Ukraine] *Monohrafiya – Monograph*. Kherson: Oldi-plyus [in Ukrainian].

10. Netis, I.T. & Zayets', S.O. (2009). *Vplyv dobryv i stymulyatoriv rostu roslyn na produktyvnist' i yakist' zerna ozymoyi pshenytsi* [Influence of fertilizers and plant growth stimulants on productivity and quality of winter wheat grain]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 52, 81–84 [in Ukrainian].

11. Pysarenko, V.A. (1991). *Problemy rozvytku zroshuvanoho zemlerobstva na Ukraini* [Problems of irrigated agriculture development in Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 36, 3–6 [in Ukrainian].

12. Pysarenko, V.A. (2007). *Zroshennya i klimat* [Irrigation and climate]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 48, 107–112 [in Ukrainian].

13. Brase, P. (1981). *Successful implementation of computerized irrigation scheduling*. *Irrigation scheduling for water and energy*, 213–218 [in English].

## ЗАЛЕЖНІСТЬ ВМІСТУ БЕТА-ГЛЮКАНУ В СУСЛІ ПИВОВАРНОГО ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ВІД ВПЛИВУ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ МІКРОДОБРИВАМИ

КЛИМИШЕНА Р.І. – кандидат сільськогосподарських наук  
[orcid.org/0000-0002-4643-7895](https://orcid.org/0000-0002-4643-7895)  
Подільський державний аграрно-технічний університет

**Постановка проблеми.** Бета-глюкан є основним складником геміцелюлози, що зміцнює клітини борошнистого тіла ячменю. На цей полісахарид у пивоварній галузі розпочали звертати особливу увагу в останні двадцять років. Спочатку як на фактор, що спричиняє незручності в технології виробництва напоїв із солоду ячменю, а згодом з'ясувалось, що він може по-різному впливати на технологію та якість пива. Завдяки цьому доцільним є широкомасштабне проведення аналітичних досліджень із вивчення важливих факторів, які впливають на його вміст у ячмені, солоді, суслі [1; 2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Геміцелюлоза є головною складовою частиною стінок клітин ендосперму. До складу цього полісахариду входить бета-глюкан (80–90%) та пентозан (10–20%). Уміст у зерні ячменю цих речовин залежить від стиглості ячменю і від кліматичних умов росту та розвитку рослин [3; 4].

Загалом, є два види геміцелюлози: квіткова (виявлено у квітковій оболонці), що містить невелику кількість  $\beta$ -глюкану і багато пентозанів, та ендоспермальна, яка не містить уронових кислот [3].

Геміцелюлоза пов'язана з білками через ефірні зв'язки між карбоксильними групами кінцевих амінокислот та карбоксильними групами вуглеводів, через що вони не розчиняються у воді. Під дією ферментів геміцелюлоза може переходити у розчинну форму. Молекулярна маса бета-глюкану становить близько 2 000 000. Водорозчинний бета-глюкан складається із залишків глюкози, які поєднані між собою зв'язками  $\beta$ -1,4 (70%) і  $\beta$ -1,3 (30%). Пентозани клітинної стінки ендосперму містять ферулову кислоту [3].

Чому на бета-глюкан звертається увага? Під дією різних факторів бета-глюкан у технології пивоваріння схильний до гелеутворення, що може спричинити низку складних проблем, тому на бета-глюкан необхідно звертати особливу увагу.

Бета-глюкан у суслі встановлюють за допомогою методу флуоресцентного комплексу «бета-глюкан – калькофлуор» [3]. Молекулярна маса бета-глюкану встановлюється за допомогою гелефільтрації в поліакриломідному агаровому гелі. При цьому бета-глюкан визначається комбінованим ферментативним методом. Завдяки своїй високій в'язкості гумі-речовини вони мають властивість піноутворення і впливають на повноту і гармонійність пива. Гумі-речовини розчинні у воді до 2% від маси зерна. Вони подібні до геміцелюлози ендосперму, але розміщуються по-іншому [4].

Актуальна стаття про цей вуглевод та інші важливі складові речовини ячменю опублікована у 2000 році в журналі «Kvasný průmysl» під назвою «Здоров'ю корисні речовини в ячмені і пиві», авторами якої є європейські вчені Й. Прима, П. Гавлова, Й. Шуста, Р. Мікулікова, Я. Еренбергерова, Р. Немеїц [5]. У статті йдеться про вільні радикали, які в людському організмі спричиняють важкі наслідки. У разі нестачі антиоксидантів у вільних радикалів устанавлюється значний ступінь можливості пошкодження ДНК. Пошкодження ДНК може бути причиною деяких захворювань на рак. Так, вільні радикали характеризуються специфікою ракоутворення. Далі зазначається, що вітамін Е у формі ізомерів  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ -токоферол, tokotrienol, який міститься в зерні ячменю, солоді та пиві, зумовлює антиоксидантну дію. Бета-глюкан тут же характеризується як такий, що діє так, як губка, і здатний понижувати холестерин у крові людини, протистояти розвитку пухлин, покращувати роботу шлунково-кишкового тракту й організму в цілому. Звертається особлива увага на те, що активність антиоксидантів зростає під час солодування ячменю, коли необхідні речовини стають такими, які здатні перейти в екстракт. Підкреслюється, що в результаті солодування ячменю створюється потужний потенціал токоферолового і токотрієнолового бета-глюканного комплексу за умов наявності останнього зі специфічною посиленою функцією антиоксидантного спрямування [6; 7; 8].

Отже, бета-глюкан може спричинити проблеми у пивоварінні, водночас він є корисним для людського організму. Відповідно, виникає завдання оптимізації параметрів бета-глюкану або його вмісту в зерні ячменю, солоді, суслі. Однозначного рішення для розв'язання цієї проблеми немає. Так, вирішення має такий ланцюжок логічної послідовності: селекціонер (комбінація наслідувальної структури ДНК), умови вирощування (фактори вегетації сприятливі до формування якості пивоварного ячменю), технологія вирощування (управління якістю за використання агротехнічних заходів), технологія солодо-рощення (температурний режим, режим вологості, тривалість росту тощо), затирання (під час затирання помел солоду перемішується з водою), під час затирання нерозчинні речовини помелу переходять у розчинні (управління процесом ферментації).

Виходячи з розв'язання проблем, чеські спеціалісти вважають, що оптимальним параметром вмісту бета-глюкану в суслі є його кількість у межах 100 мг/л. Цей параметр прийнятий спільним рішенням селекціонерів сортів ячменю, технологів вирощування та солодовників Чеської Республіки у

2002 р. [9]. Визначення вмісту бета-глюкану в зерні ячменю бета-глюканази дуже неточні, тому на практиці не використовуються [10]. Селекціонери підкреслюють, що сорти пивоварного ячменю значно диференційовані за вмістом бета-глюкану [11; 12; 13]. Відповідно, на технологічні прийоми покладається завдання щодо розв'язання цієї проблеми.

**Мета досліджень** – установити залежність пивоварної якості зерна ячменю ярого за вмістом бета-глюкану в суслі від впливу позакореневого підживлення рослин під час вегетації мікродобривами «Вуксал» на різних фонах мінерального удобрення.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження виконані впродовж 2015–2017 рр. в Подільському державному аграрно-технічному університеті.

Розміщення ділянок унесення мінеральних добрив є систематизованим ярусним, варіант застосування позакореневого підживлення рослин мікродобривами є рендомізованим. Кількість повторень становить чотири рази.

Варіанти технологічної схеми застосування позакореневого підживлення рослин мікродобривами: 1) А0 – контроль, без підживлення рослин; 2) А1 – одноразове позакореневе підживлення рослин мікродобривом «Вуксал Р Мах» під час фази кушення; 3) А2 – одноразове позакореневе підживлення рослин мікродобривом «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку; 4) А3 – одноразове позакореневе підживлення рослин мікродобривом «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння; 5) А4 – дворазове позакореневе підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» (під час фази кушення) та «Вуксал Grain» (під час фази виходу в трубку); 6) А5 – дворазове позакореневе підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» (під час фази кушення) та «Вуксал Grain» (на початку фази цвітіння); 7) А6 – дворазове позакореневе підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Grain» (під час фази виходу в трубку) та «Вуксал Grain» (на початку фази цвітіння); 8) А7 – триразове позакореневе під-

живлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» (під час фази кушення), «Вуксал Grain» (під час фази виходу в трубку) та «Вуксал Grain» (на початку фази цвітіння).

Мікродобрива «Вуксал Р Мах» та «Вуксал Grain» – це комплексні листові добрива-суспензії німецької компанії «Уніфер», які використовують для позакореневого підживлення рослин. «Вуксал Р Мах» характеризується високим вмістом фосфору (450 г/л) та азоту (150 г/л), а також мікроелементами, як-от цинк (15 г/л), сірка (5,25 г/л), залізо (1,45 г/л), мідь (0,73 г/л), марганець (0,73 г/л), бор (0,29 г/л), молібден (0,014 г/л). «Вуксал Grain» містить макроелементи калію (144 г/л) та азоту (72 г/л) і мікроелементи, як-от сірка (85 г/л), марганець (28,8 г/л), цинк (21,6 г/л), мідь (14,4 г/л), бор (1,4 г/л), молібден (0,29 г/л).

Забезпечення мінерального живлення рослин на фонах удобрення:  $N_{30}P_{45}K_{45}$  – норма разового використання мікродобрив «Вуксал» 1,5 л/га,  $N_{60}P_{90}K_{90}$  – норма разового використання мікродобрив «Вуксал» 2,0 л/га.

Для проведення досліджень використано сорт ячменю ярого Себастьян.

Біохімічний аналіз проводили з метою визначення якості зерна ячменю, встановлювали вміст  $\beta$ -глюкану в суслі флюорометричним методом із застосуванням проточно-інжекторного аналізу на приладі «Флюорометр модель 121».

Для математичного аналізу отриманих результатів досліджень використовували критерій Стьюдента ( $t_{0,05}$ ) [14].

**Результати досліджень.** Виконані дослідження з оцінки параметрів вмісту бета-глюкану в суслі пивоварного ячменю засвідчують ефективність впливу проведеного технологічного агрозаходу (табл. 1). Встановлено, що вміст бета-глюкану в суслі залежав від застосованого позакореневого підживлення рослин ячменю під час вегетації. Це доведено на підставі отриманих результатів трьох років випробування.

**Таблиця 1 – Залежність параметрів бета-глюкану в суслі ячменю від впливу застосування позакореневого підживлення рослин мікродобривами «Вуксал» у нормі 1,5 л/га на фоні  $N_{30}P_{45}K_{45}$ , мг/л**

Варіант досліджу		Рік			Середнє
		2015	2016	2017	
А0	контроль	142,3±1,45	150,7±1,44	155,0±1,00	149,3
А1	«Вуксал Р Мах» під час кушення	146,3±0,78	150,3±1,78	154,7±0,67	150,4
А2	«Вуксал Grain» під час виходу в трубку	138,0±1,53	144,7±1,76	147,7±1,20	143,5
А3	«Вуксал Grain» на початку цвітіння	121,0±1,33	128,0±1,15	133,6±1,76	127,5
А4	«Вуксал Р Мах» під час кушення + «Вуксал Grain» під час виходу в трубку	130,7±2,02	136,3±1,86	140,7±2,23	135,9
А5	«Вуксал Р Мах» під час кушення + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	115,0±1,15	123,7±2,02	128,3±1,45	122,3
А6	«Вуксал Grain» під час виходу в трубку + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	109,0±0,58	113,3±0,78	121,0±1,52	114,4
А7	«Вуксал Р Мах» під час кушення + «Вуксал Grain» під час виходу в трубку + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	102,7±1,88	107,0±1,50	115,3±1,25	108,3



Під час вирощування ячменю ярого на фоні мінерального живлення  $N_{30}P_{45}K_{45}$  у 2015 р. найбільш ефективною схемою технологічного прийому позакореневого підживлення рослин виявилась схема триразового проведення обприскування розчином мікродобрив за період вегетації: вперше – «Вуксал Р Мах» під час фази кущення (норма мікродобрива 1,5 л/га), вдруге – «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (норма мікродобрива 1,5 л/га), втретє – «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (норма мікродобрива 1,5 л/га). Отримане значення бета-глюкану становило 102,7 мг/л.

Другим за значущістю впливу на показник бета-глюкану в суслі є варіант А6 – дворазове підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (1,5 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га) – 109,0 мг/л. Розходження даних між цими варіантами становить 6,3 мг/л ( $t_{\Phi} - 3,2 > t_{0,05} - 2,78$ ), що засвідчує перевагу варіанта А7 – триразове позакоренево підживлення.

Уміст бета-глюкану в суслі на варіанті А5 – дворазове підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» під час фази кущення (1,5 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га) був дещо більшим від даних варіанта А6 і становив 115,0 мг/л. Різниця між цими варіантами була істотною і становила 6 мг/л ( $t_{\Phi} - 4,7 > t_{0,05} - 2,78$ ). Це свідчить про те, що варіант досліду А5 за впливом на зменшення вмісту бета-глюкану поступався варіанту А6.

Усі інші варіанти А0, А1, А2, А3, А4 характеризуються більшими значеннями вмісту бета-глюкану в солоді ячменю.

У 2016 р. отримані результати були подібними до результатів досліджень 2015 р. Найменший уміст бета-глюкану встановлено для варіанта А7 – триразове проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» під час фази кущення (1,5 л/га), «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (1,5 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га).

Другим результативним варіантом щодо впливу на зменшення вмісту бета-глюкану був варіант А6 – дворазове підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (1,5 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га), де показник становив 113,3 мг/л сусли. Різниця між даними варіантів А6 та А7 була істотною – 6,3 мг/л ( $t_{\Phi} - 3,7 > t_{0,05} - 2,78$ ).

Щодо даних, отриманих на варіанті А5 за умов дворазового обприскування рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» під час фази кущення (1,5 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га), встановлено, що значення показника становило 123,7 мг/л. Різниця між варіантами А5 та А6 (10,4 мг/л) була істотною ( $t_{\Phi} - 4,8 > t_{0,05} - 2,78$ ).

Аналіз результатів усіх інших варіантів характеризується параметрами значно більших показників. Це засвідчує значно меншу їх результативність порівняно з варіантами А5, А6 та А7 за впливом на вміст цього вуглеводу в ячмінному суслі.

Отримані у 2017 р. результати характеризуються подібними закономірностями до попередніх

років. Проте параметри бета-глюкану, особливо під час порівняння з даними, отриманими у 2015 р., були дещо вищими, що засвідчує очевидний вплив погодних умов року. Найкращий результат у розмірі 115,3 мг/л встановлено для варіанта А7 – триразове підживлення мікродобривами «Вуксал Р Мах» під час фази кущення (1,5 л/га), «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (1,5 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га).

Другим за ефективністю впливу на параметр показника виявився варіант досліду А6 – дворазове підживлення мікродобривами «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (1,5 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га), за якого дані становили 121,0 мг/л.

Наступним результативним варіантом був варіант А5 – дворазове обприскування рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» під час фази кущення (1,5 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га), де показник становив 128,3 мг/л.

Під час порівняння отриманих даних цих варіантів установлені істотні розходження. Так, параметр варіанта А7 був істотно меншим за дані варіанта А6, різниця становила 5,7 мг/л ( $t_{\Phi} - 2,9 > t_{0,05} - 2,78$ ). Відповідно, істотно менше значення вмісту бета-глюкану в суслі було за умови порівняння варіанта А6 із даними варіанта А5. Різниця становила 7,3 мг/л ( $t_{\Phi} - 3,5 > t_{0,05} - 2,78$ ).

Під час порівняння даних усіх інших варіантів А0, А1, А2, А4 з варіантом А5 отримані результати характеризувалися більшими значеннями. Виняток становить лише варіант А3 – одноразове підживлення рослин мікродобривом «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (1,5 л/га), де отримано значення 133,6 мг/л, за умов порівняння якого розходження даних статистично не є достовірними.

Узагальнюючи результати досліджень на фоні мінерального живлення  $N_{30}P_{45}K_{45}$  в середньому за три роки, кращими варіантами досліду щодо бета-глюкану були варіанти А7 – 108,3 мг/л та А6 – 114,4 мг/л.

Аналіз результатів залежності досліджуваної ознаки від застосування позакореневого підживлення рослин мікродобривами під час вирощування ячменю на фоні мінерального живлення  $N_{60}P_{90}K_{90}$  характеризується подібним впливом, але на значно вищому рівні параметрів показника (табл. 2).

Результати впливу позакореневого підживлення ячменю на вміст бета-глюкану в суслі засвідчують, що найкращим варіантом щодо управління параметрами цього вуглеводу був варіант А7 – триразове обприскування рослин упродовж вегетації за норми витрати щоразу по 2 л/га. У всі роки досліджень за цим варіантом установлені найменші значення даних для бета-глюкану.

Другим впливовим варіантом застосування технології позакореневого підживлення був варіант А6, для якого встановлені істотно більші значення порівняно з даними варіанта А7.

Аналіз даних 2015 р. характеризується низкою цифрових значень відповідно до варіантів досліду (від мінімального значення 136,3 мг/л до макси-

**Таблиця 2 – Залежність параметрів бета-глюкану в суслі ячменю від впливу застосування позакореневого підживлення рослин мікродобривами «Вуксал» у нормі 2,0 л/га на фоні  $N_{60}P_{90}K_{90}$ , мг/л**

Варіант досліджу		Рік			Середнє
		2015	2016	2017	
A0	контроль	170,0±2,08	180,7±1,76	187,3±1,45	179,3
A1	«Вуксал Р Мах» під час кушення	169,0±1,53	180,3±2,40	189,3±1,85	179,5
A2	«Вуксал Grain» під час виходу в трубку	167,7±1,76	174,0±0,58	190,0±0,88	177,2
A3	«Вуксал Grain» на початку цвітіння	158,0±2,08	167,0±2,00	172,3±1,20	165,8
A4	«Вуксал Р Мах» під час кушення + «Вуксал Grain» під час виходу в трубку	161,7±1,20	170,3±1,45	179,6±1,44	170,5
A5	«Вуксал Р Мах» під час кушення + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	150,7±1,20	159,0±1,00	165,7±1,45	158,5
A6	«Вуксал Grain» під час виходу в трубку + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	146,0±1,15	154,3±0,88	158,3±2,02	152,9
A7	«Вуксал Р Мах» під час кушення + «Вуксал Grain» під час виходу в трубку + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	136,3±0,67	143,6±1,76	150,0±1,15	143,3

мального 170,0 мг/л). Мінімальні значення характерні для варіанта А7, максимальні і статистично однозначні для варіантів А0, А1, А2. Різницевий попарний аналіз показує істотну різницю між параметрами варіантів А7 та А6, яка становить 9,7 мг/л за  $t_{\phi}-7,3 > t_{0,05}-2,78$ . Також переважальний вплив характерний і для варіанта А6 порівняно з варіантом А5. Так, різниця між цими варіантами становила 4,7 мг/л за умов  $t_{\phi}-2,8 > t_{0,05}-2,78$ . Для решти варіантів за отриманими даними не є доцільним проведення різницевого аналізу.

У 2016 р. параметри щодо вмісту бета-глюкану в суслі для варіанта А7 – триразове застосування мікродобрив «Вуксал Р Мах» під час фази кушення (2,0 л/га), «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (2,0 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (2,0 л/га) були найменшими і становили 143,6 мг/л.

Другим результативним був варіант А6 – дворазове підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (2,0 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (2,0 л/га), де значення показника становило – 154,3 мг/л. Порівняння даних варіантів А6 та А7 за встановленої різниці 10,7 мг/л доводить її істотність  $t_{\phi}-5,4 > t_{0,05}-2,78$ .

Також доведено кращу результативність впливу на вміст бета-глюкану варіанта А6 порівняно з даними варіанта А5. Різниця між даними становила 4,7 мг/л і була істотною ( $t_{\phi}-3,5 > t_{0,05}-2,78$ ), що доводить фактично перевагу цього варіанта над рештою і дає підставу його виокремлювати в розряд кращих результативних варіантів.

Аналіз даних 2017 р. також доводить найкращу результативність варіанта А7 за триразового проведення позакореневого підживлення рослин ячменю мікродобривами «Вуксал Р Мах» під час фази кушення (2,0 л/га), «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (2,0 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (2,0 л/га). Мінімальний результат 150,0 мг/л є істотно меншим від даних варіанта А6 – 158,3 мг/л. Різниця проведеного

порівняння між цими варіантами становила 8,3 мг/л за  $t_{\phi}-3,6 > t_{0,05}-2,78$ .

Доведено також на основі різницевого аналізу, що дані варіанта А6 – дворазове застосування мікродобрив «Вуксал Grain» під час фази виходу в трубку (2,0 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (2,0 л/га) були істотно меншими за дані варіанта А5 – дворазове обприскування рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» під час фази кушення (2,0 л/га) та «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння (2,0 л/га). Різниця 7,4 мг/л істотна ( $t_{\phi}-3,0 > t_{0,05}-2,78$ ).

Решта варіантів А0, А1, А2, А3, А4 істотно поступалися за встановленими для них значеннями порівняно з даними варіантів А5, А6, А7. У середньому за три роки виокремлені варіанти А5, А6, А7 характеризуються даними параметрів вмісту бета-глюкану в суслі 158,5 мг/л, 152,9 та 143,3 мг/л.

**Висновки.** Ефективність позакореневого підживлення рослин ячменю ярого мікродобривами «Вуксал» залежить від технологічної схеми застосування, тобто від кількості прийомів проведеного агрозаходу під час вегетації.

Під час вирощування ячменю на фоні мінерального живлення  $N_{30}P_{45}K_{45}$  кращими виявилися варіанти дворазового застосування мікродобрив «Вуксал Р Мах» 1,5 л/га під час кушення та «Вуксал Grain» 1,5 л/га на початку цвітіння (варіант А5) та «Вуксал Grain» 1,5 л/га під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» 1,5 л/га на початку цвітіння (варіант А6), де показники бета-глюкану в суслі становили 122,3 мг/л та 114,4 мг/л відповідно. Варіант триразового позакореневого підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» 1,5 л/га під час кушення, «Вуксал Grain» 1,5 л/га під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» 1,5 л/га на початку цвітіння (варіант А7) забезпечив найменше значення бета-глюкану 108,3 мг/л.

На фоні мінерального живлення  $N_{60}P_{90}K_{90}$  також кращими виявилися варіанти дворазового застосування мікродобрив «Вуксал Р Мах» 2,0 л/га під час кушення та «Вуксал Grain» 2,0 л/га на початку

цвітіння (варіант А5) і «Вуксал Grain» 2,0 л/га під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» 2,0 л/га на початку цвітіння (варіант А6), де показники бета-глюкану в суслі становили 158,5 мг/л та 152,9 мг/л відповідно. Варіант триразового позакореневого підживлення рослин мікродобривами – «Вуксал Р Мах» 2,0 л/га під час кушення, «Вуксал Grain» 2,0 л/га під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» 2,0 л/га на початку цвітіння (варіант А7) забезпечив найменше значення бета-глюкану 143,3 мг/л.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гораш О.С. Сортовий фактор якості пивоварного ячменю за показником вмісту компоненту вуглеводів β-глюкану. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. 2003. Вип. 11. С. 40–44.
2. Гораш О.С., Жеребко Ю.В. Залежність вмісту β-глюкану в суслі від сорту пивоварного ячменю. *Аграрна наука і освіта*. 2008. Т. 9, № 5–6. С. 91–93.
3. Нарцисс Л. Пивоварение. Т.1. Технология солодоращения; перевод с нем. под общ. ред. Г.А. Ермолаевой, Е.Ф. Шаненко. Санкт-Петербург : Профессия, 2007. 584 с.
4. Кунце В., Мит. Г. Технология солода и пива: пер. с нем. Санкт-Петербург : изд-во Профессия, 2001. 912 с.
5. Pryma J., Havlová P., Šusta J., Mikulikova R., Ehrenbergerová J., Němejc R. Healthy Substances in Barley and Beer. *Kvasny prum.* 46. 2000. No. 12. P. 350–353.
6. Psota V., Jurecka D., Horakova V. Barley varieties registered in the Czech Republic in 2005. *Kvasny prum.* 51. 2005. No. 6. P. 190–194.
7. Black C., Panozzo J. Utilizing near infrared spectroscopy for predicting malting quality in whole grain barley and whole grain malt. *Proc. of the 10<sup>th</sup> Australian barley technical symposium*. 2001. 5.4.
8. Prokes J. Comparison of spring barley quality from harvest 2000 and harvest 2004. *Kvasny prum.* 51. 2005. No. 6. P. 195–201.
9. Svacina P., Blazek V. History and present time of breeding of spring barley in Plant Select, Ltd., Hrubcice. *Kvasny prum.* 51. 2005. No. 6. P. 213–214.
10. Krousky J. Sebastian – the newly registered qualitative variety of malting barley. *Kvasny prum.* 51. 2005. No. 6. P. 214–215.
11. Shildbach R. Report for the barley and malt Committee. *Proc. Eur. Brew. Con. 21<sup>st</sup> Cong. Madrid*. 1987. 701 p.
12. Molina Cano J.L., Madsen B., Atherton M.J., Drost B.W., Larsen J., Shildbach J., Simiand J.P., Voglar K. A statistical index for the overall evaluation of malting and brewing quality in barley. *Monatsschr. Brauwiss.* 39. 1986. 328 p.
13. Psota V., Kosar K., Langer I., Parizek P., Dzubak I., Novotny R., Dovicovicova E., Dobes I., Fiala V., Krofta V. Ukazatel sladovnicke jakosti (Malting Quality Index). *Kvasny Prum.* 41. 1995. 393 p.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

#### REFERENCES:

1. Gorash O.S. (2003) Sortovy faktor yakosti pyvovarnoho yachmeniu za pokaznykom vmistu komponentu vuhlevodiv β-hliukanu [Varietal quality factor of malting barley in terms of the content of the carbohydrate component β-glucan]. *Zbirnyk naukovykh prats PDATU*, 11, 40–44. (in Ukrainian)
2. Gorash O.S., Zhrebko Yu.V. (2008) Zalezhnist vmistu β-hliukana v susli vid sortu pyvovarnoho yachmeniu. [Dependence of β-glucan content in wort on the variety of malting barley]. *Ahrarna nauka i osvita*, 5–6 (9), 91–93. (in Ukrainian)
3. Nartsiss, L. (2007). Pyvovarenne. T. 1. Tekhnolohiya solodorashcheniya [Brewing. T. 1. Technology of malting]; perevod s nem. pod obshch. red. H.A. Yermolaeva, E.F. Shanenko. SPb.: Professya, 584. (in Russian)
4. Kuntse, V., Mit, G. (2001). Tekhnolohiya soloda i pyva [Technology of malt and beer]; per. s nem. SPb.: izdvo Professya, 912. (in Russian)
5. Pryma J., Havlová P., Šusta J., Mikulikova R., Ehrenbergerová J., Němejc R. (2000) Healthy Substances in Barley and Beer. *Kvasny prum.*, 12 (46), 350–353. (in English)
6. Psota V., Jurecka D., Horakova V. (2005) Barley varieties registered in the Czech Republic in 2005. *Kvasny prum.*, 6 (51), 190–194. (in English)
7. Black C., Panozzo J. (2001) Utilizing near infrared spectroscopy for predicting malting quality in whole grain barley and whole grain malt. *Proc. of the 10<sup>th</sup> Australian barley technical symposium*, 5.4. (in English)
8. Prokes J. (2005) Comparison of spring barley quality from harvest 2000 and harvest 2004. *Kvasny prum.*, 6 (51), 195–201. (in English)
9. Svacina P., Blazek V. (2005) History and present time of breeding of spring barley in Plant Select, Ltd., Hrubcice. *Kvasny prum.*, 6 (51), 213–214. (in English)
10. Krousky J. (2005) Sebastian – the newly registered qualitative variety of malting barley. *Kvasny prum.*, 6 (51), 214–215. (in English)
11. Shildbach R. (1987) Report for the barley and malt Committee. *Proc. Eur. Brew. Con. 21<sup>st</sup> Cong. Madrid*, 701. (in English)
12. Molina Cano J.L., Madsen B., Atherton M.J., Drost B.W., Larsen J., Shildbach J., Simiand J.P., Voglar K. (1986) A statistical index for the overall evaluation of malting and brewing quality in barley. *Monatsschr. Brauwiss.* 39, 328. (in English)
13. Psota V., Kosar K., Langer I., Parizek P., Dzubak I., Novotny R., Dovicovicova E., Dobes I., Fiala V., Krofta V. (1995) Ukazatel sladovnicke jakosti (Malting Quality Index). *Kvasny Prum.* 41, 393. (in English)
14. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]. Moskva: Agropromizdat, 351. (in Russian)

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ *LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

**КОВАЛЕНКО О.А.** – кандидат сільськогосподарських наук  
[orcid.org/0000-0002-2724-3614](https://orcid.org/0000-0002-2724-3614)

Миколаївський національний аграрний університет

**АНДРІЙЧЕНКО Л.В.** – кандидат сільськогосподарських наук  
[orcid.org/0000-0002-4803-6278](https://orcid.org/0000-0002-4803-6278)

Державна установа «Миколаївська державна сільськогосподарська станція  
Інституту зрошуваного землеробства  
Національної академії аграрних наук України»

**Постановка проблеми.** Складні умови сучасного періоду розвитку сільськогосподарського виробництва зумовлюють необхідність розробок нових технологій, адаптованих до сучасних умов землекористування. Критичне зростання кількості синтетичних хімічних добрив призводить до деградації ґрунту, погіршення якості повітря і води, що загрожує екологічній стійкості агроландшафтів. З огляду на це, постала проблема пошуку шляхів максимального використання екологічного фактора, тому останніми роками все більша увага приділяється екологізованим технологіям вирощування і захисту декоративних культур. В основі цих технологій – управління станом агроценозів із метою створення умов для реалізації генетичного потенціалу сортів і гібридів та запобігання хімічних і біологічних забруднень навколишнього середовища [1; 2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для отримання стабільних урожаїв необхідно підвищити адаптивні властивості рослин, які вирощуються в зоні посушливого клімату [3; 4]. У сільському господарстві широко використовуються екологічно чисті бактеріальні ресурси, як-от *Pseudomonas sp.*, *Azospirillum*, *Azotobacter* і *Phosphobacterium* та інші [5; 6]. Бактеріальні препарати покращують ріст рослин за рахунок низки механізмів, включаючи синтез гормонів, антибіотиків, вітамінів, органічних кислот і амінокислот, постачання поживних речовин і пригнічення шкідливих фітопатогенів [7]. У численних публікаціях наводяться дані про еколого-фізіологічну роль бактеріальних препаратів, що населяють ризосферу і внутрішні тканини рослин. Так, виявлено позитивний вплив на розвиток рослин і збільшення врожаю. Їх здатність пригнічувати патогенні мікроорганізми сприяє нейтралізації токсинів у ґрунті і рослині, підвищує засвоюваність фосфору й азоту [8]. Штами ендосфитних бактерій знижують вплив біотичних та абіотичних факторів за рахунок позитивного біохімічного і фізіологічного впливу останніх на рослини [9]. Таким чином, використання корисного потенціалу бактеріальних препаратів є ефективним засобом збільшення розміру та якості врожаю, а також оптимізації екологічних умов середовища проживання рослин.

Сьогодні виробництво сировини ефіроолійних культур не повністю забезпечує потреби спожива-

чів ефіроолійної продукції України внаслідок втрати території Криму. Зважаючи на це, особливий інтерес становить вивчення особливостей росту і розвитку лаванди вузьколистої (*Lavandula angustifolia* Mill.), можливість одержання екологічно чистої продукції, а також доцільність її вирощування у виробничих умовах. Особливо перспективними у вирощуванні ефіроолійних культур є комплексні мікробні препарати, створені на основі двох чи більше штамів, що забезпечують синергічний позитивний вплив на онтогенез рослини і їх продуктивність [1–6]. Застосування бактеріальних препаратів суттєво покращує ріст і розвиток квіткових, декоративних та інших рослин і підвищує їх урожайність на 18–37% [10]. Нещодавно повідомлялося про ефективність інокуляції бактеріальними препаратами *Pelargonium graveolens* за різних режимів зрошення [11], збільшення продуктивності та якості сировини *Salvia officinalis*, *Origanum vulgare* та *Thymus vulgaris* за обробки мікробними добривами [11], приросту біомаси та зменшення стресу в *Artemisia dracuncululus* та *Hyssopus officinalis* за рахунок використання таких біопрепаратів [12]. Водночас вплив бактеріальних препаратів на продуктивність лаванди вузьколистої в умовах Степу України ще не досліджений.

**Мета статті** – дослідити ефективність використання екологічно безпечних препаратів Біокомплекс БТУ та Азогран на продуктивність рослин лаванди вузьколистої за різних режимів зрошення.

**Матеріали та методика досліджень.** Експериментальні дослідження проводили в зоні Південного Степу України, а саме на землях Миколаївської державної сільськогосподарської станції Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України протягом 2019–2020 рр. Клімат – континентальний, характеризується різкими та частими коливаннями річних і місячних температур повітря, великими запасами тепла та посушливістю. Ґрунт дослідного поля – чорнозем південний із вмістом гумусу 2,9%. За вмістом доступних форм елементів живлення ґрунт характеризується низькою забезпеченістю азотом, середньою – рухомим фосфором, високою – обмінним калієм. Перед посадкою лаванди на всій ділянці встановлено краплинне зрошення для більш ефективного та якісного забезпечення кореневої системи рослин вологою. Контроль над передполивною вологістю ґрунту

за періодами розвитку рослин виконували за допомогою тензіометрів, поливи припиняли за 14 днів до збирання врожаю.

Попередник – картопля рання. Висадку розсади здійснювали восени 2017 року вручну згідно зі схемою досліду на заздалегідь розміченій ділянці на повздовжніх та поперечних напрямках у лунки (глибиною і діаметром 25–30 см) з одночасним унесенням перегною, ширина міжрядь – 30 см. Площа живлення рослин складала 1x0,6 м. Коренева шийка під час висадки заглиблювалась на 4–5 см нижче рівня ґрунту. Загальна площа дослідної ділянки складала 1411 м<sup>2</sup>. Посадкова площа ділянки становила 35 м<sup>2</sup>. Площа облікової ділянки – 25 м<sup>2</sup>. Повторність досліджуваних варіантів була триразова. Об'єктом досліджень слугував середньостиглий сорт Степова, що має світло-бузкове забарвлення віночка. Схема досліду включала два фактори. Фактор А (обробка рослин біопрепаратами) включав контроль (без обробки), обробку рослин препаратом Біокомплекс БТУ, обробку рослин препаратом Азогран А. За фактором В (режими зрошення) вивчали два рівні зволоження культури: 80–70–70% НВ та 90–80–70% НВ. Обробку бактеріальними препаратами Біокомплекс БТУ та Азогран А (2 л/га) проводили двічі з інтервалом у 14 днів. Обробка мала на меті під-

живити рослини, захистити від хвороб, підвищити адаптивний потенціал.

Бактеріальний препарат Біокомплекс БТУ містить клітини бактерій *Bacillus subtilis* (40±10%), *Azotobacter* (30±10%), *Paenibacillus polymyxa* (10±5%), *Enterococcus* (10±5%), *Lactobacillus* (10±5%), титр 1:108 – 1:109 КУО/см<sup>3</sup>, макро- та мікроелементи, біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій: нікотинова та пантотенова кислоти, піридоксин, біотин, гетероауксини, гібереліни, цитокініни, ферменти, фунгіцидні та бактерицидні речовини тощо. Азогран А становить нанокомпозитний комплексний бактеріальний препарат високоактивних штамів азотфіксуювальних бактерій *Azotobacter vinelandii* IMB B7076 і фосфатмобілізувальних бактерій *Bacillus subtilis* IMB B-7023 із наночастками бентоніту. Методи дослідження – польові та лабораторно-польові досліди. Вони проводилися згідно із загальноприйнятими методиками [14; 15].

**Результати досліджень.** Використання біопрепаратів прискорює біохімічні процеси, посилює ріст і розвиток рослин. Так, наші спостереження за динамікою висоти рослин лаванди показали: починаючи з фази бутонізації простежується позитивний вплив досліджуваних препаратів та краплинного зрошення (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив біопрепаратів та режимів зрошення на біометричні показники рослин лаванди вузьколистої (*Lavandula angustifolia* Mill.)

Обробка біопрепаратами (А)	2019 рік			2020 рік		
	Висота, см	Кількість стебел, шт.	Діаметр куща, см	Висота, см	Кількість стебел, шт.	Діаметр куща, см
Рівень зволоження (В) – 80-70-70 %НВ						
1. Контроль	24,9	19,0	16,1	36,2	28,0	32,0
2. Біокомплекс БТУ	35,8	24,0	16,9	37,1	40,0	36,0
3. Азогран	30,2	22,0	21,0	38,4	43,0	38,0
Рівень зволоження (В) – 90-80-70 %НВ						
1. Контроль	30,8	23,0	20,4	41,5	32,0	34,0
2. Біокомплекс БТУ	38,2	28,0	22,3	43,9	50,0	42,0
3. Азогран	35,0	24,0	21,8	45,4	53,0	44,0
<i>Середнє значення</i>	32,5	23,5	19,7	40,4	41,0	37,7
<i>Діапазон (max–min)</i>	38,2–24,9	28,0–19,0	22,3–16,1	45,4–36,2	53,0–28,0	44,0–32,0
<i>Стандартне відхилення</i>	4,8	2,9	2,6	3,8	9,8	4,6
<i>Коефіцієнт варіації, %</i>	14,8	12,6	13,2	9,3	23,9	12,3

У 2019 році (у перший рік вегетації) лаванда розвивалася повільно, рослини мали незначну висоту (в межах 24,9–38,2 см залежно від варіанта досліду). На другий рік вирощування висота рослин збільшилася до 36,2–45,4 см. Причому в середньому за режимами зрошення на контролі цей показник складав 27,9–38,9 см, за обробки препаратом Біокомплекс БТУ – 37,0–40,5 см, препаратом Азогран – 32,6–41,9 см, тобто використання бактеріальних препаратів збільшувало висоту рослин на 8–33%. Оптимізація режиму зрошення сприяла збільшенню висоти рослин у 2019 році на 14%, у 2020 році – на 17%.

У формуванні габітусу куща лаванди є безпосередня залежність між його шириною і кількістю стебел. Чим ширший кущ, тим більшу кількість гілок

він формує. Так, на другий рік вегетації за обробки рослин бактеріальними препаратами сорт Степова формував габітус куща з шириною понад 35 см, що вище цього показника на контролі на 13–29%. При цьому кількість стебел на рослині нараховувалася від 40 до 53 шт., а це більше за контроль у 1,4–2,0 рази.

Отже, завдяки обробці рослин біопрепаратами спостерігали кращий розвиток надземної маси рослин лаванди, кількість стебел збільшувалася на 7–10 шт. на одну рослину, висота рослин – на 3,8–5,9 см, діаметр куща – на 2,3–5,5 см (порівняно з необробленим контролем). Найбільш істотним це збільшення було за рівня зволоження насаджень лаванди 90–80–70% НВ. У цьому варіанті за обробки рослин біопрепаратом Біокомплекс БТУ на одній

рослині нараховувалося 40 стебел, висота рослин становила 41,1 см, діаметр куща – 33 см, довжина суцвіття – 13,4 см (середнє за 2019–2020 рр.).

Урожайність сухої квіткової сировини *Lavandula angustifolia* у перший рік вегетації була невисо-

кою – 11,6–15,4 ц/га залежно від варіантів досліду, у 2020 році розвиток рослин був більш інтенсивним, параметри їх продуктивності більш потужнішими, внаслідок чого врожайність збільшилася у 1,6–1,8 рази (табл. 2).

**Таблиця 2 – Вплив біопрепаратів та режимів зрошення на продуктивність рослин лаванди вузьколистої (*Lavandula angustifolia* Mill.)**

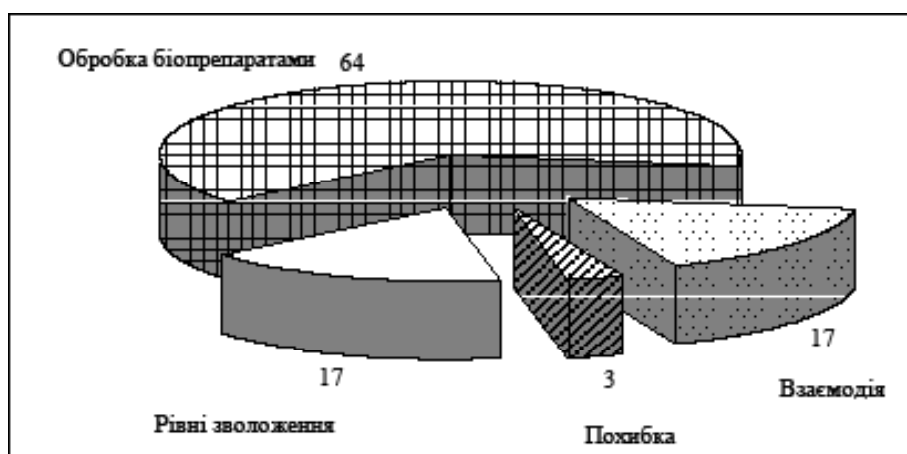
Обробка біопрепаратами (А)	2019 рік			2020 рік		
	Урожай сухої маси, ц/га	Уміст ефірної олії, %	Умовний вихід олії, кг/га	Урожай сухої маси, ц/га	Вміст ефірної олії, %	Умовний вихід олії, кг/га
Рівень зволоження (В) – 80-70-70 %НВ						
1. Контроль	11,6	1,47	17,05	20,8	1,56	32,45
2. Біокомплекс БТУ	15,2	1,58	24,02	24,4	1,79	43,68
3. Азогран	13,6	1,55	21,08	23,5	1,75	41,13
<i>Середнє значення</i>	<i>13,5</i>	<i>1,50</i>	<i>20,70</i>	<i>22,9</i>	<i>1,70</i>	<i>39,10</i>
Рівень зволоження (В) – 90-80-70 %НВ						
1. Контроль	12,1	1,32	15,97	21,9	1,49	32,63
2. Біокомплекс БТУ	17,3	1,49	25,78	27,1	1,68	45,53
3. Азогран	15,4	1,46	22,48	27,2	1,55	42,16
<i>Середнє значення</i>	<i>14,9</i>	<i>1,40</i>	<i>21,40</i>	<i>25,4</i>	<i>1,60</i>	<i>40,10</i>
<i>НІР<sub>05</sub> для урожайності по факторам: А – 0,26; В – 0,21; АВ – 0,36.</i>						

У середньому за 2019–2020 рр. під час вирощування лаванди вузьколистої за рівня зволоження 80–70–70% НВ урожайність сировини у абсолютно сухій вазі складала 18,2 ц/га, а за умов дотримання режиму 90–80–70% НВ – 20,2 ц/га. Отже, порівнюючи режими зрошення між собою, слід зауважити, що режим зрошення 90–80–70% НВ у технології вирощування лаванди вузьколистої є більш ефективним, хоча лаванда належить до рослин, не дуже вибагливих до вологи.

Обприскування посівів під час фази бутонізації бактеріальними препаратами підвищувало врожайність квіткової маси *Lavandula angustifolia*,

при цьому приріст врожаю становив 2,4–5,2 ц/га порівняно з необробленим контролем. Найбільшу врожайність у 22,2 ц/га одержано у варіанті, де вносили рістрегулювальний препарат Біокомплекс БТУ за умов дотримання режиму зрошення 90–80–70% НВ.

Дисперсійний аналіз двофакторного досліду показав, що домінуючий вплив на врожайність сухої квіткової маси лаванди в умовах краплинного зрошення Миколаївської області мало застосування біопрепаратів (64%), достовірним був також вплив режимів зрошення (17%) та взаємодія обох факторів (рисунок 1).



**Рис. 1. Вплив факторів на урожайність *Lavandula angustifolia* (2019–2020 рр.), %**

Результати експериментальних досліджень показали, що рослини у всіх варіантах досліду в середньому за два роки досліджень показали абсолютно очікуваний результат за вмістом олії: чим

більшою була продуктивність рослин, тим більший вихід ефірної олії у відсотках. У контрольному варіанті без обробки біопрепаратами та за внесення Азограну була вирощена сировина із вмістом ефір-

ної олії 1,46 та 1,58% відповідно (середнє за режимами зрошення), внесення препарату Біокомплекс БТУ сприяло підвищенню цього показника на 0,06–0,18%. Максимальним показником вмісту ефірної олії виявився у рослинах *Lavandula angustifolia*, вирощених за режиму зрошення 80–70–70% НВ на тлі внесення препарату Біокомплекс БТУ, де він становив 1,69%.

Така ж тенденція збереглася і після виходу ефірної олії з абсолютно сухої біосировини. У середньому за 2019–2020 рр. рослини на контролі мали середній показник умовного виходу ефірної олії 24,21 кг/га. Цей показник у варіанті з обробкою Біокомплексом БТУ був найбільшим в обох режимах зрошення. Так, за рівня зволоження 80–70–70% НВ він становив 33,36 кг/га, а за 90–80–70% НВ – 35,19 кг/га. Умовний вихід ефірної олії з рослин, що були оброблені Азограном А, був вищим за контроль та сягав 30,61–32,06 кг.

**Висновки.** Таким чином, установлена потенційна можливість отримання екологічно безпечної сировини лаванди вузьколистої в умовах Південного Степу України для виробництва фармацевтичних та косметичних субстанцій. Так, за краплиного способу зрошення та обробки бактеріальними препаратами створюються оптимальні умови для росту і розвитку рослин. Найбільш розвинуті рослини зафіксовані під час вирощування лаванди за режиму зрошення 90–80–70% НВ з обробкою посівів у фазі бутонізації Біокомплексом БТУ. Цей варіант забезпечує врожайність абсолютно сухої біосировини у 22,2 ц/га та збір ефірної олії 35,19 кг/га.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Glick B.R. Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications. *Scientifica*. № 963401. 2012. P. 1–15.
- Alori E.T., Babalola O.O. Microbial inoculant for improving crop quality and human health. *Front Microbiol*. № 9. 2018. P. 2213.
- Малиновська І.М. Використання бактеріальних препаратів в органічному агропромисловстві. *Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і реалізація якісної органічної продукції*. Київ, 2013. С. 83–89.
- Khan M.M.A., Haque E., Pau, N.C., Khaleque M.A. Enhancement of Growth and Grain Yield of Rice in Nutrient Deficient Soils by Rice Probiotic Bacteria. *Rice Science*, № 24 (5). 2017. P. 264–273.
- Babalola O.O., Akindolire A.M. Identification of native rhizobacteria peculiar to selected food crops in Mmabatho municipality of South Africa. *Bio Agric Hort.*, № 27 (3–4). 2011. P. 294–309.
- Alori E.T., Dare M.O., Babalola O.O. Microbial inoculants for soil quality and plant health. In: Lichtfouse E. (eds) Sustainable Agriculture Reviews. Sustainable Agriculture Reviews. Vol 22. 2017. Springer, Cham. P. 281–308.
- Toyota K., Watanabe T. Recent trends in microbial inoculants in agriculture. *Microbes Environ*. № 28(4). 2013. P. 403–404.
- Martins S.J. Plant-associated bacteria mitigate drought stress in soybean. *Environmental Science and Pollution Research*, № 25. 2018. P. 13676–13686.

9. Shafi J., Tian H., Ji M. Bacillus species as versatile weapons for plant pathogens: a review. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, № 31 (3). 2017. P. 446–459.

10. Begum N., Qin C., Ahanger M.A., Raza S., Khan M.I., Ashraf M., Ahmed N., Zhang L. Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Plant Growth Regulation: Implications in Abiotic Stress Tolerance. *Front. Plant Sci*. № 10. 2019. P. 1–15.

11. Amiri R., Nikbakht A., Etemadi N. Alleviation of drought stress on rose geranium *Pelargonium graveolens* L Herit. In terms of antioxidant activity and secondary metabolites by mycorrhizal inoculation. *Sci. Hort*. № 197. 2015. P. 373–380.

12. Tarraf W., Ruta C., De Cillis F., Tagarelli A., Tedone L., De Mastro G. Effects of mycorrhiza on growth and essential oil production in selected aromatic plants. *Ital. J. Agron*. 10. 2015. P. 160–162.

13. Golubkina N., Logvinenko L., Novitsky M., Zamana S., Sokolov S., Molchanova A., Shevchuk O., Şekara A., Tallarita A., Caruso G. Yield, essential oil and quality performances of *Artemisia dracunculoides*, *Hyssopus officinalis* and *Lavandula angustifolia* as affected by arbuscular mycorrhizal fungi under organic management. *Plants*. № 9. 2020. P. 375.

14. Дослехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.

15. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Малярчук М.П. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон : Гринь Д.С., 2014. 286 с.

#### REFERENCES:

- Glick, B.R. (2012). Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications. *Scientifica*, (963401), 1-15. <https://doi.org/10.6064/2012/963401> [in English].
- Alori, E.T., & Babalola, O.O. (2018). Microbial inoculant for improving crop quality and human health. *Front Microbiol*, (9), 2213. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02213> [in English].
- Malynovs'ka, I.M. (2013). *Vykorystannya bakterial'nykh preparativ v orhanichnomu ahrovyrobnytstvi* [The use of bacterial preparations in organic farming]. *Poyednannya nauky, osvity, praktychnoho vyrobnytstva i realizatsiya yakisnoyi orhanichnoyi produktsiyi*. Kyiv, 83–89 [in Ukrainian].
- Khan, M.M.A., Haque, E., Paul, N.C., & Khaleque, M.A. (2017). Enhancement of Growth and Grain Yield of Rice in Nutrient Deficient Soils by Rice Probiotic Bacteria. *Rice Science*, (24 (5)), 264-273. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2017.02.002> [in English].
- Babalola, O.O., & Akindolire, A.M. (2011). Identification of native rhizobacteria peculiar to selected food crops in Mmabatho municipality of South Africa. *Bio Agric Hort.*, 27(3-4), 294-309. <https://doi.org/10.1080/01448765.2011.647798> [in English].
- Alori, E.T., Dare, M.O., & Babalola, O.O. (2017). Microbial inoculants for soil quality and plant health. In: Lichtfouse E. (eds) Sustainable Agriculture Reviews. Sustainable Agriculture Reviews, vol 22. Springer, Cham., 281-308. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-48006-0\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-48006-0_9) [in English].
- Toyota, K., & Watanabe, T. (2013). Recent trends in microbial inoculants in agriculture. *Microbes Environ.*,

28(4), 403-4. <https://doi.org/10.1264/jsme2.ME2804rh> [in English].

8. Martins, S.J. (2018). Plant-associated bacteria mitigate drought stress in soybean. *Environmental Science and Pollution Research*, (25), 13676-13686. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1610-5> [in English].

9. Shafi, J., Tian, H. & Ji, M. (2017). Bacillus species as versatile weapons for plant pathogens: a review. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, (31 (3)), 446-459. <https://doi.org/10.1080/13102818.2017.1286950> [in English].

10. Begum, N., Qin, C., Ahanger, M.A. Raza, S., Khan, M.I., Ashraf, M., Ahmed, N., & Zhang, L. (2019). Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Plant Growth Regulation: Implications in Abiotic Stress Tolerance. *Front. Plant Sci.*, (10), 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01068> [in English].

11. Amiri, R., Nikbakht, A., & Etemadi, N. (2015). Alleviation of drought stress on rose geranium *Pelargonium graveolens* L Herit. In terms of antioxidant activity and secondary metabolites by mycorrhizal inoculation. *Sci. Hort.*, (197), 373-380. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.062> [in English].

12. Tarraf, W., Ruta, C., De Cillis, F., Tagarelli, A., Tedone, L., & De Mastro, G. (2015). Effects of mycorrhiza on growth and essential oil production in selected aromatic plants. *Ital. J. Agron.*, (10), 160-162. <https://doi.org/10.4081/ija.2015.633> [in English].

13. Golubkina, N., Logvinenko, L., Novitsky, M., Zamana, S., Sokolov, S., Molchanova, A., Shevchuk, O., Şekara, A., Tallarita, A., & Caruso, G. (2020). Yield, essential oil and quality performances of *Artemisia dracunculoides*, *Hyssopus officinalis* and *Lavandula angustifolia* as affected by arbuscular mycorrhizal fungi under organic management. *Plants*, (9), 375. <https://doi.org/10.3390/plants9030375> [in English].

14. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniya) [Methodology of field experience]*. Moscow: Agropromizdat [in Russian].

15. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2013). *Statystychnyi analiz rezultativ polovykh doslidiv u zemlerobstvi [Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture]*. Kherson: Ailant [in Ukrainian].

УДК 581.085

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.9>

## ВИРОЩУВАННЯ МІКРОЗЕЛЕНІ САЛАТУ РОМЕН У NFT-СИСТЕМАХ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ ТИПУ СУБСТРАТУ

**КОВАЛЬОВ М.М.** – кандидат сільськогосподарських наук  
[orcid.org/0000-0003-4421-8960](https://orcid.org/0000-0003-4421-8960)

Центральноукраїнський національний технічний університет

**Постановка проблеми.** На початку нового тисячоліття вдосконалення технології гідропонного вирощування овочевої продукції започаткувало нові можливості для розвитку агробізнесу. Одне з чільних місць належить вирощуванню мікрозелені, або мікрогрину. Мікрогрін (англ. microgreen) – це молоді паростки овочевих та польових культур у фазі сім'ядоль або 2-х (максимум – 4-х) листочків віком до 10 днів. Його з успіхом застосовують у різних галузях народного господарства (від спортивного та дієтичного харчування до вигодівлі різних груп сільськогосподарських тварин). Користь таких рослин полягає в тому, що до появи перших листків, вони розвиваються без додаткового підживлення за рахунок поживних речовин, накопичених в ендоспермі насінини. Це означає, що всі корисні речовини ендосперму переходять у молоду рослину, що дає можливість отримати продукцію з максимальною концентрацією білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, ароматичних речовин, мікроелементів, мінеральних речовин, нуклеїнових кислот тощо [1, с. 4]. Мікрозелень салату дуже багата вітамінами. Вона містить аскорбінову кислоту, тіамін, рибофлавін, нікотинову кислоту, рутин, каротин, 2,5–3,8% цукрів, вуглеводи, протеїни, солі кальцію, калію, заліза, натрію, фос-

фору, амінокислоти, аспарагін, а також яблучну, лимонну, щавлеву і бурштинову кислоти [2, с. 91].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Порівняно з ґрунтовим вирощуванням мікрозелені овочевих культур гідропонні системи дозволяють значно прискорити зростання останньої, збільшити вихід продукції, забезпечити екологічну чистоту і високу якість овочевої продукції [3, с. 33].

Дослідження поживного режиму під час вирощування мікрозелені салату посівного в умовах ґрунтової культури плівкових теплиць показують, що застосування фертигації в системах краплинного зрошення призводить до збільшення врожайності лише за умов систематичного і правильного використання поживних розчинів [4, с. 34; 5, с. 41].

**Метою статті** є порівняння швидкості вирощування мікрозелені різних сортів салату Ромен із застосуванням проточної гідропоніки NFT-систем на різних типах субстратів: 1) кокосово-агроперлітному; 2) агроспані; 3) лляних килимках. Схема досліджу:

1. Вирощування насіння салату Ромен на кокосово-агроперлітному субстраті за температури навколишнього середовища 25°C протягом 8 днів (контроль).



2. Вирощування салату Ромен на агроспані за температури навколишнього середовища 25°C протягом 8 діб.

3. Вирощування салату Ромен на лляних килимках за температури навколишнього середовища 25°C протягом 8 діб.

Облікова одиниця – один пластиковий піддон із первинного пластику розміром 38x26x7 см. Об'єм піддонів для всіх варіантів – 4,5 л. Кількість досліджуваного насіння в розсадному відділенні на одному варіанті – 1220 шт. Сортами салату Ромен є Максимус та Кармесі. Повторність шестикратна [6, с. 15; 7, с. 19].

У період пророщування салату Ромен проводили фенологічні спостереження, відзначаючи дати проростання насіння, контроль посівів на 3, 5, 7 та 8 день.

**Матеріали та методика досліджень.** Об'єкт дослідження – різні типи субстратів для гідропонного вирощування. Дослідження проводилися в науково-дослідній лабораторії гідропонного вирощування овочів у купольній теплиці кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету протягом 2019–2021 років. Як поживне середовище використовували модифікований нами розчин [8, с. 109], а також розчини за Герікке та Чесноковим.

**Результати досліджень.** Вирощування мікрозелені овочевих культур у гідропонних теплицях має свої особливості порівняно з ґрунтовою культурою. Серед основних відмінностей виокремлюють підвищений вміст вологості повітря. Під час вирощування в теплиці з надто високою вологістю завжди існує небезпека, пов'язана з тим, що в умовах підвищеної вологості можлива поява плісняви та загнивання рослин. При цьому застосування таких прийомів, як обприскування листя, змочування ґрунтового субстрату фунгіцидами або застосування укорінювачів, суворо заборонені, хоча і вони не гарантують стовідсоткового виживання мікрозелені овочевих культур.

Цю проблему можна вирішити за умов застосування альтернативного підходу, пов'язаного з використанням гідропонних установок стелажного типу, що працюють за принципами поживного шару (NFT). Цей тип установок розроблений на кафедрі загального землеробства для вирощування зелених овочевих культур. У цих установках як субстрат використовується кокосово-агроперлітна ґрунтосуміш, агроспан або лляні килимки. Установки досить компактні, забезпечені системою освітлення, прості в експлуатації і працюють в автоматичному режимі. Найменша за корисною площею установка займає 0,896 м<sup>2</sup>, що дозволяє одночасно вирощувати до 9760 рослин мікрозелені салату, до того ж різних сортів. Повний технологічний цикл вирощування займає 8 днів та представлений на рис. 1.

Правильність приготування поживного розчину має виключно вагомe значення. Вода як основа розчину повинна бути хімічно чистою і бідисцильованою. Для поживного розчину використовується суміш добрив. Маточні концентровані розчини готують у двох баках, окремо є бак для регулятора кислотності розчину. У баку А міститься комплекс



Рис. 1. Повний технологічний цикл вирощування мікрозелені салату

не добриво з мікроелементами, а в баку Б – кальцієвмісне добриво та біологічні препарати. Вміст бака В – азотна кислота [8, с. 109] таблиця 1.

Склад поживних розчинів, що використовується для вирощування зелених рослин, змінюється за місяцями залежно від пори року. Для контролю режиму живлення рослин кожні два дні аналізуємо розчин і щодня стежимо за величиною рН та вмістом солей. За необхідності коригуємо вміст макро- і мікроелементів. Раз на тиждень поживний розчин змінюємо повністю, оскільки в ньому може накопичуватися сірка і розкладатися залишки відмерлих частин рослин.

Ми використовували модифікований нами поживний розчин, в основу якого були покладені компоненти широковідомих гідропонних розчинів. Але ми намагалися максимально спростити склад без втрати поживної цінності. Задля цього під час вирощування мікрозелені салату Ромен у нових умовах гідропонну установку заповнювали розчином мінеральних солей [9, с. 84]. Був використаний повний (15% і 45%) склад поживного розчину для вирощування розсади, а також вивчено вплив модифікованих розчинів на основі  $\text{KН}_2\text{PО}_4$  та  $\text{Ca(NO}_3)_2$  складів 25% поживного середовища на ріст та розвиток мікрозелені салату.

Як показали отримані результати, мінеральний склад поживного середовища, котрий був використаний у гідропонних установках, спричинив значний вплив на ріст і розвиток мікрозелені салату Ромен. Так, поживний розчин за Герікке виявився найменш ефективним протягом усього технологічного циклу вирощування мікрозелені салату. Окрім того, необхідно зазначити, що у рослин за весь період експерименту за умов цього варіанта відбулося незначне збільшення вегетативної маси.

Використання поживних розчинів зі зниженою концентрацією мінеральних солей (15% і 45% концентрації розчину для вирощування мікрозелені) сприяло кращому розвитку обох сортів салату порівняно з повним складом. Однак у мікрозелені варіантів зі зниженою концентрацією поживного розчину відзначено розвиток великої кількості коренів другого порядку.

Перші експерименти з вивчення впливу мінеральної основи поживного розчину на ріст і розвиток мікрозелені салату Ромен були проведені для найбільш поширених сортів – Максимуса та Кармесі (таблиця 2).

**Таблиця 1 – Поживні розчини для NFT систем (середнє за 2019–2021 роки)**

Назва добрива	Розроблений склад поживного розчину III варіант, г/л	Стандартний склад поживного розчину Герікке I варіант, г/ л	Стандартний склад поживного розчину Чеснокова II варіант, г/ л
Ємність А			
Монофосфат калію	0,22	0,140	-
Калійна селітра	0,44	0,550	0,5
Сульфат магнію (кристалічний)	0,53	0,140	0,3
Сульфат заліза (двовалентний)	250 г	0,020	0,022
Сульфат марганцю	100 г	0,002	0,0019
Бура	-	0,002	-
Сульфат цинку	-	0,001	0,0002
Сульфат міді	-	0,001	0,0002
Сульфат калію	0,26	-	-
Суперфосфат простий	-	-	0,55
Амонійна селітра	-	-	0,2
Сірчана кислота	-	-	0,0009
Борна кислота	-	-	0,0029
Ємність Б			
ЕМ 3	140	-	-
Кальцієва селітра	0,99	0,100	-
ЕМ 5 (модифікований)	260	-	-
ЕМ Агро	125	-	-

**Таблиця 2 – Кількісні показники мікрозелені салату на різних типах субстрату (середнє за 2020-2021 роки)**

Сорт	Субстрат	Біометричні показники		
		кількість корінців, шт.	Довжина листка, мм	Всхожість насіння, %
Максимус	1	30,5±2,1	2,2±0,1	94±2,8
	2	30,1±3,0	2,1±0,1	95±2,3
	3	34,8±2,8	2,3±0,2	97±1,7
Кармесі	1	24,9±3,3	1,9±0,2	96±1,6
	2	24,3±2,7	2,0±0,1	95±1,2
	3	27,9±2,6	2,1±0,1	98±2,4

Довжина сім'ядольного листка мікрозелені салату може сягати до 2,3 см, у середньому вона коливається у межах 1,9–2,2 см. Кількість корінців у середньому за роки досліджень для сорту Максимус досягали 30 134,8 шт., водночас для сорту Кармесі – 24,3–27,9 (залежно від типу субстрату). Всхожість насіння салату під час гідропонного вирощування мала дещо вищі значення, ніж під час визначення цього показника в польових умовах, і в середньому коливалася в межах 94–98% [10, с. 118].

Вплив виду поживного розчину на кількісні показники проростання насіння салату суворо контролювали протягом усього технологічного циклу вирощування (таблиця 3).

У тих випадках, коли застосовувалися модифіковані розчини певної концентрації, нарощування кореневої системи проводили з використанням двох гідропонних установок, заповнених відповідними розчинами, а піддони з мікрозеленню салату Ромен за 3 доби переносили з однієї установки в іншу (див. табл. 3).

Отримані нами результати підтвердили, що ріст мікрозелені салату залежить від типу субстрату та його взаємодії з поживним розчином. Відповідно до методу Чеснокова в гідропонній культурі кращий ріст і розвиток рослин відбувається за умов одноразового або періодичного голодування рослин, особливо в разі нестачі азоту [11, с. 64]. У низці робіт із вивчення особливостей мінерального живлення рослин із використанням гідропонічних методів вирощування показано, що у разі нестачі фосфору в проростків зменшується розмір листя [5, с. 65; 11, с. 65], але при цьому збільшується кількість бічних коренів і щільність кореневих волосків. З іншого боку, зазначено, що за низьких концентрацій поживного розчину зменшується біомаса як пагонів, так і коренів, причому більше половини сухої речовини акумулюється саме в коренях. Отож, змінюючи концентрацію мінеральних солей у поживному розчині та підбираючи субстрат, можна регулювати ріст і розвиток мікрозелені.

Таблиця 3 – Розмір листової пластини мікрозелені салату на різних видах поживного розчину (середнє за 2020-2021 роки)

Варіант поживного розчину	Сорт салату	3-й день	5-й день	7-й день	8-й день
1	Максимус	0,8±1	1,6±1	4,5±4	5,2±4
2		1,2±1	2,6±2	4,0±3	5,3±4
3		1,5±1	3,2±3	5,0±4	5,9±3
1	Кармесі	0,9±2	1,5±3	4,8±2	5,8±4
2		1,4±3	1,6±4	4,9±4	5,9±4
3		1,9±4	2,1±5	5,3±4	6,1±5

**Висновки.** Таким чином, проведені нами дослідження показали, що розроблена конструкція гідропонних систем стелажного типу дає можливість отримувати сталі врожаї мікрозелені салату Ромен сортів Максимус та Кармесі на різних типах природних та штучних субстратів. До того ж використання систем NFT, заповнених удосконаленим нами поживним розчином певного іонного складу на кожній стадії вирощування (15% розчину +100 мг/л ЕМ препаратів у перші 2 доби вирощування та 45% розчину + 0,99 г/л Са (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> у наступні 5 діб), характеризується високою ефективністю, універсальністю та дозволяє отримати мікрозелень із розвинутою кореневою системою і надземною частиною в різних сортах мікрозелені салату Ромен.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Тимакова Р.Т., Макеєва Т.І. Особливості технології вирощування мікрозелені пшениці і раторопши п'ятнистої. *Електронний журнал e-FORUM*. 2020. № 1 (10). URL: <http://eforum-journal.ru/ru/vypuski-2020?id=236> (дата звернення 10.04.2021).
- Уильям Тексьє. Гидропоника для всех. Все о садоводстве на дому. Москва : HydroScore, 2013. 296 с.
- Гіль Л.С., Пашковський А.І., Суліма Л.Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч.1. Закритий ґрунт : навчальний посібник. Вінниця : Нова книга, 2008. 368 с.
- Козловцев М.І., Вазюля І.В. NFT система для вирощування рослин без субстрата. *Гавриш*. 2005. № 2. С. 32–35.
- Улянич О.І., Кецькало В.В. Салат посівний : монографія. Умань : Уманське комунальне видавничо-поліграфічне підприємство, 2011. 183 с.
- Атлас морфологічних ознак салату посівного *Lactuca sativa* L.: (доповнення до Методики проведення експертизи сортів салату посівного на відмінність, однорідність і стабільність) / М-во аграр. політики України, Держ. служба з охорони прав на сорти рослин, Укр. ін.-т експертизи сортів рослин. Київ, 2010. 77 с.
- Кондратенко С.І., Могильна О.М., Горова Т.К., Хареба О.В. та ін. Методика-класифікатор проведення експертизи сортів рослин на відмінність, однорідність і стабільність (ВОС) салату посівного (*Lactuca sativa* L.) / 2-е вид. доп. і перероб. ТОВ «ВП Пляєда». Харків, 2015. 57 с.
- Ковальов М.М. Вплив іонного складу поживного середовища на вирощування ремонтантних сортів полуниці в гідропонних колонах *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки*. Вип. 116. Видавничий дім «Гельветика», 2020. С. 104–111.
- Ковальов М.М., Васильковська К.В. Вплив сольового складу поживного розчину за вирощування різних сортів салату Ромен в гідропонних колонах. Матеріали II міжнародної наукової інтернет-конференції «Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика». Тернопіль, 2020. С. 83–86.
- Силенко О.С., Роговий О.Ю. Вивчення та аналіз показників лабораторної і польової схожості насіння ex-situ колекцій середньострокового зберігання. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2013. Вип. 14. С. 114–121. URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe? I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&S21P03=FILA=&S21STR=Vcnzaprv\\_2013\\_14\\_17](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe? I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILA=&S21STR=Vcnzaprv_2013_14_17) (дата звернення 11.04.2021).
- Лещук Н.В. Морфобіологічні та господарсько-цінні параметри типової моделі сорту салату ромен (*Lactuca sativa*: var. *longifolia* L.) *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. Науково-практичний журнал*. № 1. 2013. С. 62–65.

#### REFERENCES:

- Timakova P.T., & Makeeva T.I. (2020). Osobennosti tehnologii vyrashchivaniya mikrozeleni pshenitsyi i rastoropshi pyatnistoy. [Features of technology of cultivation of microgreens of wheat and milk thistle.] *Electronic magazine e-FORUM*. 1 (10). Retrieved from: <http://eforum-journal.ru/ru/vypuski-2020?id=236> [in Russian].
- William Texier (2013). *Gidroponika dlya vsekh. Vse o sadovodstve na domu* [Hydroponics for everyone. Everything about gardening at home]. Moskva.: HydroScore, [in Russian].
- Hil L. S., Pashkovskiy A. I., & Sulima L. T. (2008). Suchasni tekhnologii ovochivnytstva zakrytoho i vidkrytoho gruntu. C 1. Zakrytyi grunt [Modern technologies of vegetable growing indoors and outdoors. Part 1. Protected Soil]. Vinnytsia: Nova Knyha, [in Ukrainian].
- Kozlovtssev M. I., & Vazyulya I. V. (2005). NFT sistema dlya vyrashchivaniya rasteniy bez substrata [NFT system for growing plants without substrate]. *Gavrish – Gavrish*, 2, 32-35 [in Russian].

5. Ulianych, O. I., & Keckalo, V. V. (2011). Salat posivnyi [Lettuce]. Uman: N.p. [in Ukrainian]

6. Atlas morfolohichnykh oznak salatu posivnoho *Lactuca sativa* L. [Atlas of morphological characteristics of lettuce *Lactuca sativa* L.]. (2010). Kyiv: Feniks. [in Ukrainian]

7. Kondratenko, S. I., Mohylina, O. M., Horova, T. K., Khareba, O. V., Kuts, O. V., Tkalych, Yu. V., Pozniak, O. V. (2015). Metodyka-klasifikator provedennia ekspertyzy sortiv na vidminnist, odnorodnist ta stabilnist salatu posivnoho [Method-classifier for the examination of lettuce varieties for the difference, uniformity and stability]. Kharkiv: TOV "VP Pleiada". [in Ukrainian].

8. Kovalov M.M. (2020). Vplyv ionnoho skladu pozhyvnoho seredovyscha na vyroshchuvannia remontantnykh sortiv polunytis v hidropornykh kolonakh [Influence of the ionic composition of the nutrient medium on the cultivation of remontant varieties of strawberries in hydroponic columns]. *Tavriyskiy naukovyi visnyk: Naukovyi zhurnal. Silskohospodarski nauky-Tavriya Scientific Bulletin: Scientific journal. Agricultural sciences*, 116, 104-111 [in Ukrainian].

9. Kovalov M.M., & Vasytkovska K.V. (2020). Vplyv solovoho skladu pozhyvnoho rozchynu za vyroshchuvannia riznykh sortiv salatu romen v hidropornykh kolonakh. [Influence of salt composition of nutrient solution

while cultivating different varieties of romaine lettuce in hydroponic columns]. Proceedings of the II International Scientific Internet Conference: *Materialy II mizhnarodnoi naukovoï internet-konferentsii «Suchasnyi stan nauky v silskomu hospodarstvi ta pryrodokorystuvanni: teoriia i praktyka»-«Current state of science in agriculture and nature management: theory and practice.».* (pp. 83-86). Ternopil [in Ukrainian].

10. Silenko O. S., & Rogue O. Yu. (2013). Vyvchennia ta analiz pokaznykiv laboratornoi i po lovoi skhozhosti nasinnia ex-situ kolektsii serednostrokovoho zberihannia [Study and analysis of laboratory indicators and lax similarity of ex-situ seed collections of medium-term storage.] *Bulletin of the Center for Scientific Provision of the Kharkiv region*, 14. Retrieved from: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LI\\_NK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=Vcnzapv\\_2013\\_14\\_17](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LI_NK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Vcnzapv_2013_14_17) [in Ukrainian].

11. Leschuk N.V. (2013). Morfobiologichni ta hospodarsko-tsinni parametry typovoi modeli sortu salatu romen (*Lactuca sativa*: var. *longifolia* L.) [Morphobiological and economically valuable parameters of a typical model of romaine lettuce variety (*Lactuca sativa*: var. *Longifolia* L.)] *Variety study and protection of plant variety rights. Scientific and practical journal.* № 1. P. 62-65.

УДК 631.4:631.51.021:631.8:631.67 (477.7)  
DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.10>

## АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕМНО-КАШТАНОВОГО ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ТА ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОГО ВДОБРЕННЯ В ЗРОШУВАНИХ УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

КОТЕЛЬНИКОВ Д.І. – кандидат сільськогосподарських наук  
[orcid.org/0000-0002-8889-8841](https://orcid.org/0000-0002-8889-8841)  
ФГ «ЮКОС і К»

**Постановка проблеми.** Кукурудза є основною фуражною культурою у світі. Упродовж останніх десяти років обсяги її виробництва постійно зростають, що зробило її найголовнішою галуззю рослинництва, тому нарощування обсягів та врожайності цієї культури є ключовим завданням розвитку сільськогосподарства України.

Кукурудза належить до найбільш цінних культур, але її врожайність залишається низькою і нестійкою за роками. Враховуючи те, що у ринкових умовах кінцевим результатом є отримання високого прибутку, складники систем землеробства на зрошуваних землях повинні будуватися на оптимізації матеріальних і енергетичних витрат та отриманні найбільш високого рівня рентабельності вирощування культури. Одним із напрямів зниження витрат на виробництво сільськогосподарської продукції є мінімізація основного обробітку ґрунту за рахунок зменшення його глибини, кратності проходів агре-

гатів або заміни більш енергоємного обробітку з обертанням скиби менш витратним – без обертання скиби. Запровадження таких способів мінімізації значно скорочує енергетичні, трудові та матеріально-грошові витрати на виробництво продукції у сівозмінах на зрошуваних землях. З огляду на це, наукове обґрунтування можливості застосування поверхневого або нульового основного обробітку ґрунту в комплексі зі зрошенням і системами вдобрення є актуальним питанням агропромисловості.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Глибокий обробіток ґрунту має істотну перевагу перед мілким для культур не тільки ранніх, а й пізніх строків сівби. Перевага цього обробітку (порівняно з мілким) досить велика у разі підвищеної засміченості ґрунту, особливо багаторічними бур'янами, і на важких ґрунтах [1]. Під час глибокого полицевого обробітку, окрім надмірно зволжених, краще нагромаджується і зберігається в ґрунті волога атмос-

ферних опадів, а також весняних талих вод [2; 3], проте оранка на глибину 28–30 см створює більш оптимальні агрофізичні властивості, забезпечуючи сприятливі умови для мікробіологічної діяльності у ґрунті. Ефективніше ведеться боротьба з бур'янами (особливо багаторічними), шкідниками і збудниками хвороб сільськогосподарських культур, забезпечується оптимальний фітосанітарний стан ґрунту і посівів [4].

Глибоке розпушування розглядають як ефективний захід усунення ущільнених шарів ґрунту в межах орного і підорного горизонтів, утворених під час мілкового (8–16 см) та поверхневого (6–8 см) обробітку ґрунту знаряддями з робочими органами дискового типу. Висока ґрунтозахисна ефективність за умов глибокого чизельного розпушування забезпечується завдяки збереженню на поверхні основної маси післяжнивних решток, які зменшують втрати вологи через випаровування, призупиняючи дію суховіїв і поверхневого стікання талих і дощових вод. Глибоке розпушування ефективно і як спосіб накопичення вологи, особливо за умов вологого осіннього і зимового періодів. Після такого обробітку з осені суцільного замерзання ґрунту не відбувається, що забезпечує сприятливі умови для поглинання атмосферних опадів і зменшення їх стікання, якщо його виконують у більш пізні передзимові терміни [5; 6].

Дисковий обробіток ґрунту належить до безполицевих способів. Його здійснюють дисковими знаряддями на глибину 6–20 см, що забезпечує розкришення, часткове перемішування ґрунту і знищення бур'янів. Доцільніше дисковий обробіток ґрунту застосовувати після стерньових попередників, а інколи і після просапних культур, найчастіше в господарствах застосовують важкі дискові борони [7; 8].

**Метою статті** є встановлення впливу різних систем основного обробітку та вдобрення на показники щільності складення, водопроникність, сумарне водоспоживання та коефіцієнт, а також виявлення подальшого впливу агрофізичних та водних властивостей темно-каштанового ґрунту на продуктивність культури в зрошуваних сівозмінах Півдня України.

**Матеріали та методи дослідження.** Дослідження проводились протягом 2016–2019 рр. на дослідних полях Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошувального землеробства НААН України, яка розташована в зоні дії Каховської зрошувальної системи в чотирьохпільній зерно-просапній сівозміні з подальшим чергуванням культур (кукурудзи на зерно, ячмінь озимий, сою, пшеницю озиму) та відповідно до вимог загальноновизнаних методик і методичних рекомендацій проведення досліджень.

Фактор А (система основного обробітку ґрунту):

1. Оранка на 28–30 см у системі диференційованого основного обробітку ґрунту (контроль).
2. Дисковий обробіток на 12–14 см у системі безполицевого мілкового одноглибинного обробітку ґрунту.
3. Чизельний обробіток на 28–30 см у системі безполицевого різноглибинного обробітку.

4. Нульова система основного обробітку із сівбою спеціальними сівалками в попередньо необроблений ґрунт.

Дослідження проводились на тлі органо-мінеральних систем удобрення з різними дозами внесення мінеральних добрив (Фактор В):

1. Органо-мінеральна система вдобрення з унесенням  $N_{120}P_{40}$  + післяжнивні рештки та використанням сидеральної культури.
2. Органо-мінеральна система вдобрення з унесенням  $N_{150}P_{40}$  + післяжнивні рештки та використанням сидеральної культури.
3. Органо-мінеральна система вдобрення з унесенням  $N_{180}P_{40}$  + післяжнивні рештки та використанням сидеральної культури.
4. Органо-мінеральна система вдобрення з унесенням  $N_{180}P_{40}$  + післяжнивні рештки.

ґрунт дослідного поля темно-каштановий середньо-суглинковий із низькою забезпеченістю азотом та середньою – рухомим фосфором і обмінним калієм. Режим зрошення забезпечував підтримання передполивного порогу зволоження під посівами культур сівозміни на рівні 70% НВ у шарі ґрунту 0–50 см.

Під час експерименту використовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи та загальноновизнані в Україні методи і методичні рекомендації [9].

Результати досліджень впливу різних систем основного обробітку та сидерації на показники щільності складення темно-каштанового ґрунту в середньому за 2016–2019 рр. дають змогу стверджувати, що на початку вегетації у варіантах, де використовували сидеральну культуру, найменший рівень щільності ( $1,18 \text{ г/см}^3$ ) спостерігався за чизельного обробітку на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування, що було на рівні диференційованої системи основного обробітку (контроль) ( $1,19 \text{ г/см}^3$ ). Застосування дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкового одноглибинного розпушування збільшило щільність складення до  $1,25 \text{ г/см}^3$ , що вище на 5,1%. Водночас найбільша щільність складення  $1,31 \text{ г/см}^3$  була отримана за нульового обробітку, що вище контролю на 10,1%.

На варіантах без сидерату найменша щільність складення виявилась за оранки на 28–30 см у системі диференційованого обробітку –  $1,14 \text{ г/см}^3$ . Заміна оранки чизельним обробітком на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування збільшила щільність до  $1,26 \text{ г/см}^3$ , тобто більше на 10,5% порівняно з контролем. Такий же рівень щільності було отримано за дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкового одноглибинного обробітку, а найбільша щільність ( $1,28 \text{ г/см}^3$ ) була отримана за нульового обробітку ґрунту, що вище за контроль на 12,3% (табл. 1).

Також слід зазначити, що використання сидеральної культури в технології вирощування своєрідно вплинуло на показники щільності складення. Так, за диференційованого обробітку було отримано збільшення щільності з  $1,14$  до  $1,19 \text{ г/см}^3$ . Використання сидерації на фоні мілкового одноглибинного

**Таблиця 1 – Щільність складення шару ґрунту 0–40 см кукурудзи за різних систем основного обробітку та сидерації (середнє за 2016–2019 рр.), г/см<sup>3</sup>**

Система основного обробітку ґрунту (А)	Шар ґрунту см	Початок вегетації		Кінець вегетації	
		сидерація	без сидерату	сидерація	без сидерату
Диференційована 28–30 см (о)	0–10	0,98	1,00	1,19	1,29
	10–20	1,24	1,15	1,20	1,33
	20–30	1,26	1,18	1,41	1,35
	30–40	1,30	1,25	1,38	1,43
	<b>0–40</b>	<b>1,19</b>	<b>1,14</b>	<b>1,29</b>	<b>1,35</b>
Мілка одноглибинна 12–14 см (д)	0–10	1,06	1,09	1,19	1,27
	10–20	1,36	1,34	1,44	1,47
	20–30	1,30	1,33	1,39	1,41
	30–40	1,30	1,29	1,41	1,39
	<b>0–40</b>	<b>1,25</b>	<b>1,26</b>	<b>1,35</b>	<b>1,39</b>
Різноглибинна безполицева 28–30 см (ч)	0–10	1,05	1,18	1,18	1,33
	10–20	1,17	1,30	1,30	1,46
	20–30	1,20	1,27	1,27	1,41
	30–40	1,30	1,30	1,30	1,33
	<b>0–40</b>	<b>1,18</b>	<b>1,26</b>	<b>1,26</b>	<b>1,39</b>
Нульова	0–10	1,28	1,26	1,26	1,28
	10–20	1,33	1,31	1,31	1,46
	20–30	1,31	1,25	1,25	1,42
	30–40	1,31	1,30	1,30	1,33
	<b>0–40</b>	<b>1,31</b>	<b>1,28</b>	<b>1,28</b>	<b>1,38</b>

Примітка: о-оранка, д-дисковий обробіток, ч-чизельне розпушування

обробітку не змінило щільність у шарі 0–40 см. Найбільше зменшення щільності (на 6,8%) отримано за чизельного обробітку на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування з 1,26 до 1,18 г/см<sup>3</sup>, а за нульового обробітку залишило щільність майже незмінним – із 1,28 до 1,31 г/см<sup>3</sup>.

На кінець вегетації кукурудзи щільність збільшилась порівняно з початковими зразками в середньому на 4,9% у варіантах із сидерацією та на 11,3%, де сидеральна культура не використовувалась, проте загальна тенденція збереглася. Найменші показники щільності з використанням сидерату 1,26 г/см<sup>3</sup> було отримано за чизельного розпушування на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування, що було на рівні контролю – 1,29 г/см<sup>3</sup>. Використання дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкого одноглибинного розпушування збільшило показники щільності до 1,35 г/см<sup>3</sup>, або на 7,1% (порівняно з контролем). У варіантах із використанням сидерації максимальна щільність складення (1,38–1,39 г/см<sup>3</sup>) була отримана за мілкою одноглибинної, різноглибинної безполицевої та нульової систем основного обробітку з максимальними показниками за дискового обробітку на 12–14 см та найменшими – за нульового.

На кінець вегетації використання сидерації зменшувало щільність складення в шарі 0–40 см на 4,7% на фоні оранки на 28–30 см у системі диференційованого обробітку, на 2,9% за дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкого одноглибинного розпушування. Максимальне зниження на 10,3% з 1,39 до 1,35 г/см<sup>3</sup> за чизельного обробітку на 12–14 см у системі різноглибинного розпушування та на 7,8% з 1,38 до 1,28 г/см<sup>3</sup> на фоні нульового обробітку.

Залежно від щільності змінювались показники сумарного водоспоживання та його коефіцієнт. Так, слід зазначити, що максимальні показники сумарного водоспоживання 4766 без та 5029 м<sup>3</sup>/га з використанням сидерації отримано за чизельного обробітку на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування, що більше контролю на 5%. Водночас отримано однаковий рівень із контролем за мілкою одноглибинного та нульового обробітку.

Також встановлено, що використання сидеральної культури в технології вирощування збільшує сумарне водоспоживання за дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкого одноглибинного розпушування з 4703 до 4901 м<sup>3</sup>/га, тобто на 4,2%, та чизельного обробітку на 28–30 см у системі безполицевого різноглибинного розпушування.

Найбільш ефективним використання ґрунтової вологи 422 без та 440 м<sup>3</sup>/т було за чизельного обробітку на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування, що на 5,0% більше порівняно з контролем. Використання дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкого одноглибинного розпушування збільшило об'єм вологи на формування тонни зерна кукурудзи до 435 без та 456 м<sup>3</sup>/т з використанням сидерації, а максимальні показники коефіцієнта водоспоживання отримано за нульового обробітку 555 без та 605 м<sup>3</sup>/т з використанням сидерації, що більше за контроль на 30,6% та 30,9% відповідно (табл. 2).

Також слід указати на вплив сидеральної культури на показники ефективності використання вологи. Так, за диференційованого обробітку використання сидерації збільшує ефективність на

Таблиця 2 – Сумарне водоспоживання та коефіцієнт за різних систем обробітку ґрунту та сидерації (середнє за 2016–2019 роки)

Система обробітку ґрунту, (А)	Удобрення (В)*	Сумарне водоспоживання, м <sup>3</sup> /га	Коефіцієнт водоспоживання, м <sup>3</sup> /т
Диференційована 28–30 см (о)	сидерат	4789	425
	без сидерату	4700	462
Мілка одноглибинна 12–14 см (д)	сидерат	4901	435
	без сидерату	4703	456
Різноглибинна безполицева 28-30 см (ч)	сидерат	5029	422
	без сидерату	4766	440
Нульова	сидерат	4851	555
	без сидерату	4790	605

Примітка: о-оранка, д-дисковий обробіток, ч-чизельне розпушування

8,7%, за мілкої одноглибинної системи – на 4,8%, за чизельного обробітку – на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування на 4,3% та на фоні нульового обробітку на 9,0% порівняно з варіантами без сидерації. Загалом, використання сидерату зменшило коефіцієнт водоспоживання на 6,9%.

Аналіз результатів досліджень впливу різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення про-

тягом ротації сівозміни 2016–2019 рр. показав, що найбільший рівень продуктивності кукурудзи відзначився за безполицевого різноглибинного обробітку, де показники в середньому за фактором А склали 10,93 т/га, що більше за контроль на 0,52 т/га, або 5,0%, а застосування нульового обробітку призвело до найменших показників у досліді 8,71 т/га, що менше (порівняно з контролем) у середньому на 1,7 т/га, або 19,5% (табл. 3).

Таблиця 3 – Урожайність кукурудзи за різних систем основного обробітку ґрунту, сидерації та доз мінеральних добрив (середнє за 2016–2019 рр.), т/га

Система основного обробітку (А)	Доза добрив (В)				
	N <sub>120</sub> P <sub>40</sub> +сидерат	N <sub>150</sub> P <sub>40</sub> +сидерат	N <sub>180</sub> P <sub>40</sub> +сидерат	N <sub>180</sub> P <sub>40</sub>	у середньому А
Диференційована 28–30 см (о)	9,81	10,45	11,05	10,34	10,41
Мілка одноглибинна 12–14 (д)	9,54	10,31	10,94	10,27	10,27
Різноглибинна безполицева 28–30 (ч)	10,24	10,95	11,69	10,83	10,93
Нульова	8,42	8,82	9,05	8,55	8,71
У середньому за фактором В	9,50	10,13	10,68	10,00	
НІР <sub>05</sub> (А)=0,48 т/га			НІР <sub>05</sub> (В)=0,14 т/га		

Примітка: о-оранка, д- дисковий обробіток, ч-чизельне розпушування

Водночас за системи удобрення N<sub>120</sub>P<sub>40</sub>+сидерат показники продуктивності в середньому за фактором В склали 9,50 т/га. Збільшення дози азотних добрив до 150 кг д.р./га на фоні застосування сидерації збільшило врожайність на 0,63 т/га, або 6,6%. Найбільший рівень урожайності спостерігався за системи удобрення N<sub>180</sub>P<sub>40</sub>+сидерат 10,68 т/га, де показники були вище на 1,18 т/га, або на 12,4% (порівняно з контролем). Також проводились дослідження впливу післядії використання сидерату на врожайність зерна кукурудзи. У всіх варіантах, де використовували сидерат, урожайність була вищою за варіанти мінерального удобрення незалежно від системи основного обробітку ґрунту. За варіанта удобрення N<sub>120</sub>P<sub>40</sub> рівень урожайності складав 10,0 т/га, а під час використання сидеральної культури на фоні однакового живлення – 10,68 т/га, що більше на 6,8%.

**Висновки.** Результати досліджень дають змогу стверджувати, що використання чизельного обробітку на 28–30 см у системі різноглибинного без-

полицевого розпушування призвело до найменшої щільності в досліді 1,18 г/см<sup>3</sup>, що було майже на рівні контролю. Заміна чизельного розпушування дисковим обробітком на 12–14 см збільшило щільність складення до 1,25 г/см<sup>3</sup>, або на 5,1%, а максимальні показники (1,31 г/см<sup>3</sup>) були отримані за нульового обробітку, що вище на 10,1% порівняно з контролем.

Також встановлено, що найменшим коефіцієнт водоспоживання 422 без та 440 м<sup>3</sup>/т з використанням сидерації було отримано за чизельного обробітку на 28–30 см, що на 5,0% більше порівняно з контролем. Використання дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкої одноглибинного розпушування збільшило коефіцієнт до 435 без та 456 м<sup>3</sup>/т з використанням сидерації, а максимальні показники коефіцієнта водоспоживання отримано за нульового обробітку 555 та 605 м<sup>3</sup>/т із використанням сидерації, що більше за контроль на 30,6% та 30,9% відповідно.

Найбільший рівень продуктивності кукурудзи відзначився за безполицевого різноглибинного

обробітку 10,93 т/га, що більше за контроль на 0,52 т/га, або 5,0%, а застосування нульового обробітку призвело до найменших показників у досліді 8,71 т/га, що менше на 19,5% порівняно з контролем. Використання  $N_{120}P_{40}$ +сидерат сформувало показники продуктивності 9,50 т/га, а максимальний рівень продуктивності отримано за системи вдобрення  $N_{180}P_{40}$ +сидерат 10,68 т/га, що вище на 1,18 т/га, або на 12,4% (порівняно з контролем). Водночас використання сидерації збільшує врожайність у середньому за фактором В на 6,8%.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Лисікова В., Гаврилянчик В., Лисікова В., Шовгун О. Виробництву зерна – нові перспективні сорти. *Пропозиція*. 2009. № 9. С. 68–72.
2. Ушкарєнко В.О., Андрусенко І.І., Пилипенко Ю.В. Екологізація землеробства і природокористування в Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2005. Вип. 38. С. 168–175.
3. Петріченко В.Ф., Земляний О.І. Озима пшениця: потепління і особливості захисту посівів в осінній період. *Агроном*. 2009. № 3. С. 56–61.
4. . Нетіс І.Т. Посухи та їх вплив на посіви озимої пшениці : монографія. Херсон : Айлант, 2008. 252 с.
5. Botta G.F., Jorajuria D., Balbuena R., Ressa M., Ferrero C., Rosatto H., Tourn M. Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower (*Helianthus anus L.*) yields. *Soil and tillage Research* 91 (1–2). 164–172. 2006.
6. Кошовий В.О. Удосконалення елементів технології вирощування соняшнику кондитерського напрямку при зрошенні в умовах Півдня України : автореф. дис. ... канд с.-г. наук : 06.01.02. Херсон, 2006. 16 с.
7. Ничипорович А.А. Энергетическая эффективность и продуктивность фотосинтезирующих систем как интегральная проблема. *Физиология растений*. 1978. Т. 25. Вып. 5. С. 922–937.
8. Гойса Н.И., Олейник Р.Н., Рогаченко А.Д. Гидрометеорологический режим и продуктивность орошаемой кукурузы. Ленинград : Гидрометеоиздат, 1983. 230 с.
9. Ушкарєнко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліді (зрошуване землеробство) : навчальний посібник. Херсон : Грін Д. С., 2014. 448 с.

#### REFERENCES:

1. Lisikova, V., Gavrylyanchik, V., Lisikova, V. & Shovgun, O. (2009). Vyrobnystvu zerna – novi perspektivni sorty [Grain production – new promising varieties]. *Propozytsiya – Offer*, 9, 68-72 [in Ukrainian].
2. Ushkarenko, V.O., Andrusenko, I.I. & Piliipenko, Yu.V. (2005). Ekolohizatsiya zemlerobstva i pryrodokorystuvannya v Stepu Ukrayiny [Ecologization of agriculture and nature use in the Steppe of Ukraine]. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk – Taurian scientific bulletin*, 38, 168-175 [in Ukrainian].
3. Petrichenko, V.F. & Zemlyanii, O.I. (2009). Ozyma pshenytsya: poteplinnya i osoblyvosti zakhystu posiviv v osinniy period [Winter wheat: warming and peculiarities of protection of crops during the autumn period]. *Ahronom – Agronomist*, 3, 56-61 [in Ukrainian].
4. Netis, I.T. (2008). Posukhy ta yikh vplyv na posivy ozymoyi pshenytsi: monohrafiya [Drought and their influence on winter wheat crops: monograph]. Kherson: Aylant [in Ukrainian].
5. Botta G.F., Jorajuria D., Balbuena R., Ressa M., Ferrero C., Rosatto H. & Tourn M. (2006). Deep tillage and traffic effects on subsoil compaction and sunflower (*Helianthus anus L.*) yields. *Soil and tillage Research*, 91 (1-2), 164-172.
6. Koshovyi, V.O. (2006). Vplyv rezhymiv zroshennia, dobryv i hustoty stoiannia roslyn na urozhainist ta yakisni pokaznyky soniashnyku kondyterskoho napriamku [Improving the elements of technology for growing sunflower confectionery under irrigation in the south of Ukraine]. Extended abstract of candidates thesis. Kherson [in Ukrainian].
7. Nychyporovych, A.A. (1978). Enerhetycheskaya effektivnost y produktyvnost fotosyntezyruyushchykh system kak yntehrlnaya problema [Energy efficiency and productivity of photosynthetic systems as an integral problem]. *Fiziologiya rastenij – Plant physiology*, 25, 5, 922–937 [in Russian].
8. Hoysa, N.Y., Oleynyk, R.N. & Rohachenko, A.D. (1983). Hydrometeorolohycheskyy rezhym y produktyvnost oroshaemoy kukuruzy [Hydrometeorological regime and productivity of irrigated corn]. Leningrad: Hydrometeoizdat. [in Russian].
9. Ushkarenko, V.O., Vozhegova, R.A., Goloborodko, S.P. & Kokokhin, S.V. (2014). Metodyka pol'ovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo): navchalnyy posibnyk [Methods of field experiment (irrigated agriculture): a textbook]. Kherson: Grin D. S. [in Ukrainian].



## ВПЛИВ ДИГИСТАТУ НА СТРУКТУРУ ВРОЖАЮ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ

**КРИЧКОВСЬКИЙ В.Ю.** – директор,  
здобувач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур  
[orcid.org/0000-0002-3997-6743](https://orcid.org/0000-0002-3997-6743)  
ТОВ «Органік-Д»,  
Вінницький національний аграрний університет

**Постановка проблеми.** Використання органічних добрив зумовлюється їх невисокою вартістю (порівняно із синтетичними добривами) та високою ефективністю за рахунок вмісту макро- та мікроелементів. Наявність у складі органічних добрив корисних мікроорганізмів та поживних речовин підвищує родючість ґрунту та вміст гумусу [1; 2].

Тривале використання мінеральних добрив сприяє мінералізації органічної речовини та зменшенню гумусу, а у гумусі, як відомо, містяться мікро- і макроелементи, фізіологічно активні речовини, крім того, гумус убирає пестициди і важкі метали. Вміст гумусу визначає основні агрономічно-цінні властивості ґрунту, а за рахунок вмісту структуроутворювальних елементів кальцію та магнію – його водні та повітряні властивості [2; 3].

Одним із резервів підвищення вмісту гумусу є використання біоорганічних добрив із позитивним агрохімічним та мікробіологічним складом, які отримуються шляхом ферментації відходів тваринництва (свинячого гною) у біогазових установках [4].

Наразі істотно збільшилась кількість зацікавлених процесами виробництва біогазу. Для фермерів біогазові технології набувають усе більшого значення через дві основні причини: 1) виробництво біогазу для отримання енергетичної незалежності та більшої прибутковості виробництва; 2) побічні продукти біогазової технології (дигистат), які можна використовувати як органічне добриво [5; 6].

Стрімкий темп розвитку технічного прогресу, який спрямовано на підвищення енергоозброєності та поліпшення комфортних умов праці і побуту людини, все частіше призводить до порушення природних процесів, виснаження біотичного потенціалу екосистем та зниження біопродукційної здатності природних і культурних ландшафтів [7; 8].

Дигистат – органічні субстрати після ферментації у біогазових станціях, насичені поживними речовинами та підходять для вдобрення ґрунтів [9–11].

Переброджений шлам (дигистат) є високоефективним знезараженим добривом, що повертає в ґрунт поживні речовини і лігнін як основу утворення гумусу та забезпечує виробництво екологічно чистої продукції [8].

За виробленими обсягами товарної продукції біогазових станцій на першому місці перебуває «елюент», або «дигистат» [12], об'ємна продуктивність якого дорівнює об'ємному завантаженню перероблюваного субстрату, при цьому унікальне поєднання його мікробіологічного та мікроелемент-

ного складу дозволяє отримувати на його основі цінні біоорганічні добрива [8].

Для отримання дигистату можуть використовуватись будь-які органічні відходи, придатні для виробництва біогазу, як-от гній, пташиний послід [8], зерно, меляса, післяспиртова і пивна дробина, буряковий жом, фекальні стоки, відходи рибного та забійного цеху (кров, жир, нутроці), трава, побутові відходи органічного походження, відходи молокозаводів (солоня та солодка молочна сироватка), відходи від виробництва біоетанолу, біодизеля, технічний гліцерин, відходи від виробництва соків (жом фруктовий, ягідний, овочевий, виноградні вижимки), водорості, відходи виробництва крохмалю та патоки (мезга і сироп), відходи переробки картоплі, шкурки, гнилі бульби [13], макуха, силос, барда, цукровий буряк, гичка, клітковина, крохмаль і патока, флотаційний шлам (осад), зневоднений флотаційний шлам (осад) із міських заводів, що займаються очищенням стічних вод та інше [4; 14].

**Мета досліджень** – вивчити вплив систем удобрення та ефективність біоорганічного добрива «Ефлюент» на продуктивність гібрида кукурудзи французької компанії Caussade Semences – Кампоні КС. Обґрунтувати ефективність різних норм біоорганічного добрива «Ефлюент» у сучасних технологіях вирощування.

**Матеріали і методи дослідження.** Експериментальну частину досліджень (польові досліди) проведено протягом 2019–2020 рр. на дослідному полі на базі ТОВ «Органік-Д».

Згідно з даними агрометеорологічних спостережень Вінницької метеостанції основні показники кліматичних умов у роки проведення досліджень не були близькими до середніх багаторічних даних, зокрема в 2019 році кількість опадів за березень-листопад становила 410,1 мм, у 2020 році – 461,4 мм, середня температура склала – 13,4 та 13,3°C. Характерною особливістю 2020 року була істотна нерівномірність розподілу опадів протягом періоду вегетації (особливо в липні-серпні) основних сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи, що в кінцевому результаті негативно відобразилось на рівні врожайності.

ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий на лесі із середньо-суглинковим механічним складом, орний горизонт у нього становить 30 см. Він характеризувався такими агрохімічними показниками: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 1,5%; вміст

азоту – 9,6–14,3 мг/100 г ґрунту (за Корнфілдом), рухомого фосфору – 7,5–13,9 і обмінного калію – 10,3–23,0 мг/100 г ґрунту (за Чириковим).

Фізико-механічні показники зерна, як-от вологість, лінійні розміри, масу 1000 зерен, питома маса зернівки визначали за загальноприйнятими методиками [15–17]. Суму лінійних розмірів зернівки визначали розрахунковим методом.

Визначення в зерні вмісту сухої речовини, азоту, фосфору, калію та вуглецю проводили за методикою О.В. Єщенко (2005) [18], О.М. Гончара, А.В. Андрущенко та ін. [20] та згідно зі стандартом ДСТУ ISO 6497:2005 [19].

Агротехніка вирощування гібрида кукурудзи Кампоні КС (ФАО 340) є загальноприйнятою для центральної частини Лісостепу України.

Попередником у досліді була морква. Після збирання попередника обробіток ґрунту складався з оранки плугом ПЛН-3-35 в агрегаті з трактором МТЗ-82.

Для передпосівного обробітку ґрунту використовували комбінований агрегат типу «Європак».

Воду (на варіанті без добрив) вносили за двадцять днів до посіву кукурудзи одночасно з іншими варіантами вдобрення.

Біоорганічне добриво «Ефлюент» характеризується лужною реакцією ( $pH_{\text{сольове}} 8,5$ ), високою кількістю вологи, яка у масовій частці становить 98,4%, значним вмістом нітратного азоту (18,2 мг/кг), міді (4,6 мг/кг), цинку (32 мг/кг), марганцю (20 мг/кг) та заліза (120 мг/кг). Якщо перевести вміст елементів живлення діючою речовиною на 1 тону біоорганічного добрива «Ефлюент», то у ньому міститься

2,9 кг азоту, 0,9 кг фосфору, 3,2 кг калію, 3,5 кг кальцію та 0,42 кг магнію.

**Результати досліджень.** У наших дослідженнях вивчено вплив різних норм унесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив на формування елементів структури врожаю кукурудзи. У досліджуваних гібридів кукурудзи виявлено тісний взаємозв'язок між умовами живлення рослин, щільністю ценозу й процесами формування архітекtonіки генеративних органів (табл. 1–3).

Формування високих і якісних урожаїв зерна кукурудзи зумовлюється найважливішими структурними елементами, до яких належать: маса 1000 зерен, кількість рядів зерен, кількість зерен у ряду, довжина та діаметр качана, лінійні розміри зернівки, вихід зерна з одного качана, маса зерна з качана, кількість качанів на рослині, вологість зерна. Під час вирощування кукурудзи ці показники істотно змінюються залежно від генетичних особливостей гібрида та під впливом агротехнічних чинників, а також факторів навколишнього середовища конкретного року [21; 22].

На стеблі кукурудзи розвивається 1–2 качани, інколи більше [22]. Однак у виробничих умовах трапляються гібриди, які схильні до багатокачанності і які формують у перерахунку на 100 рослин 150–160 качанів, до того ж подеколи можуть траплятися окремі рослини з трьома або чотирма качанами (як виняток).

Дослідженнями встановлено, що кількість нормально сформованих качанів на рослині кукурудзи істотно залежала від умов вегетації та системи застосування добрив (табл. 1).

**Таблиця 1 – Вплив системи удобрення на кількість качанів у гібрида кукурудзи Кампоні КС, шт. (за 2019–2020 рр.  $\pm$  Sr)**

Варіант удобрення	Кількість качанів на рослині, шт.		
	2019 р.	2020 р.	середнє, $\pm$ Sr
Контроль (без добрив і без зрошення)	1,11	1,07	1,09 $\pm$ 0,03
Внесення води у нормі 45 т/га	1,13	1,11	1,12 $\pm$ 0,01
Внесення добрива «Ефлюент» 25 т/га	1,32	1,28	1,30 $\pm$ 0,03
Внесення добрива «Ефлюент» 35 т/га	1,35	1,31	1,33 $\pm$ 0,03
Внесення добрива «Ефлюент» 45 т/га	1,35	1,31	1,33 $\pm$ 0,03
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га	1,36	1,31	1,34 $\pm$ 0,04
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1,36	1,31	1,34 $\pm$ 0,04
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1,36	1,28	1,32 $\pm$ 0,06
НІР <sub>05</sub> , шт.	0,13	0,12	–

Агровиробники, шукаючи біологічні шляхи підвищення продуктивності кукурудзи, доволі часто ставлять питання про можливість використання у виробництві багатокачанних біотипів культури. Кількість качанів на рослині кукурудзи є спадковою ознакою, на яку можна впливати селекційним шляхом, а також частково агротехнічним, створюючи кращі умови вирощування. В несприятливих умовах вирощування багатокачанні гібриди мають значно меншу кількість безплідних рослин, хоч і не утворюють два качани, а за оптимального балансу поживних елементів у ґрунті, вологозабезпеченості, передзбиральної густоти стояння рослин та біоло-

гічних особливостей такі гібриди здатні формувати два господарсько-придатних качани [22].

Аналізуючи дані таблиці 1, необхідно зазначити, що у гібрида кукурудзи Кампоні КС кількість нормально розвинених качанів на рослині коливалась у середньому за два роки в межах від 1,09 до 1,34 шт.

У 2019 році вона становила 1,11–1,36 шт. На контролі (без застосування добрив та внесення води) кількість нормально сформованих качанів складала 1,11 шт., застосування біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив забезпечило збільшення кількості качанів на 0,21–0,25 шт., а найвище значення цього показника 1,36 було на варіан-

тах де вносили біоорганічне добриво «Ефлюент» у нормі 55 т/га та мінеральне добриво в нормі  $N_{90}P_{90}K_{90}$ .

У 2020 р. за рахунок нерівномірного розподілу вологи в період вегетації кукурудзи спостерігалось зменшення кількості качанів, що сформувалися – 1,07–1,31 шт. Аналогічна до 2019 р. ситуація склалася щодо впливу системи вдобрення на вияв цієї ознаки, тобто вона збільшилась на 0,21–0,24 шт. (порівняно з контролем). Поліпшення умов живлення за рахунок внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 35–55 т/га забезпечило найвище значення кількості качанів на рослині 1,31 шт. у 2020 році, а у 2019 році найвище значення кількості

качанів отримано на варіантах із нормою біоорганічного добрива 55 т/га та на варіантах із такою ж кількістю біоорганічного добрива у поєднанні з мінеральним добривом – 1,36 шт. Це пов'язано із забезпеченням рослин вологою в період вегетації.

Наступною ознакою є кількість рядів зерен качана, що є генетично зумовленою ознакою, завжди парною, у різних гібридів становить від 8 до 16 (частіше 12–14) і в меншій мірі залежить від умов вирощування [22].

Вплив органічних та мінеральних добрив на кількість рядів зерен у гібрида кукурудзи Кампоні КС приведено в таблиці 2.

**Таблиця 2 – Вплив системи вдобрення на кількість рядів зерен качана у гібрида кукурудзи Кампоні КС, шт. (за 2019–2020 рр.  $\pm$ Sr)**

Варіант удобрення	Кількість рядів зерен качана, шт.		
	2019 р.	2020 р.	середнє, $\pm$ Sr
Контроль (без добрив і без зрошення)	14,9	14,8	14,9 $\pm$ 0,07
Внесення води у нормі 45 т/га	15,1	15,0	15,1 $\pm$ 0,07
Внесення добрива «Ефлюент» 25 т/га	15,0	14,8	14,9 $\pm$ 0,14
Внесення добрива «Ефлюент» 35 т/га	15,2	15,2	15,2 $\pm$ 0,01
Внесення добрива «Ефлюент» 45 т/га	15,2	15,2	15,2 $\pm$ 0,01
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га	15,4	15,4	15,4 $\pm$ 0,01
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	15,5	15,4	15,5 $\pm$ 0,07
$N_{90}P_{90}K_{90}$	15,5	15,4	15,5 $\pm$ 0,07
НІР <sub>05</sub> , шт.	0,86	0,65	–

Із даних таблиці 2 видно, що результати досліджень повністю підтверджують дані літературних джерел про генетичний контроль кількості рядів зерен у кукурудзи. В розрізі років можна вказати, що кількість рядів зерен у 2019 році в гібрида Кампоні КС становила 14,9–15,5 шт. та у 2020 році – 14,8–15,4 шт.

Внесення органічних та мінеральних добрив дещо покращувало значення кількості рядів зерен, але таке зростання виявилось не дуже значимим порівняно з контролем (без добрив та внесення води) – на 0,3–0,5 шт.

Система удобрення значно впливала на кількість зерен у ряду (табл. 3).

**Таблиця 3 – Вплив системи вдобрення на кількість зерен в ряду в гібрида кукурудзи Кампоні КС, шт. (за 2019–2020 рр.  $\pm$ Sr)**

Варіант удобрення	Кількість зерен у ряду, шт.		
	2019 р.	2020 р.	середнє, $\pm$ Sr
Контроль (без добрив і без зрошення)	40,5	38,2	39,4 $\pm$ 1,6
Внесення води у нормі 45 т/га	43,0	40,8	41,9 $\pm$ 1,6
Внесення добрива «Ефлюент» 25 т/га	46,2	43,8	45,0 $\pm$ 1,7
Внесення добрива «Ефлюент» 35 т/га	46,3	43,8	45,1 $\pm$ 1,8
Внесення добрива «Ефлюент» 45 т/га	46,3	43,7	45,0 $\pm$ 1,8
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га	46,3	43,8	45,1 $\pm$ 1,8
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	47,5	45,4	46,5 $\pm$ 1,5
$N_{90}P_{90}K_{90}$	46,3	44,8	45,6 $\pm$ 1,1
НІР <sub>05</sub> , шт.	2,92	2,85	–

Кількість зерен у ряду у 2019 році в гібрида кукурудзи Кампоні КС коливалась у межах 40,5–47,5 шт. та у 2020 році – 38,2–45,4 шт. Аналіз кількості рядів зерен значно впливає на вияв цієї ознаки у досліджуваного гібрида кукурудзи забезпеченості рослин вологою та температурою, які впливали на ефективність використання внесених елементів живлення.

Унесення біоорганічного добрива та мінеральних добрив забезпечило зростання кількості

зерен у ряду в середньому за роки досліджень на 5,6–7,1 шт. (порівняно з контролем, де значення цієї ознаки становило 39,4 шт.)

Важливим структурним показником, який характеризує продуктивність, є маса 1000 зерен. У наших дослідженнях маса 1000 зерен у гібрида кукурудзи Кампоні КС залежали від морфологічної характеристики самого гібрида та від варіантів удобрення (табл. 4).

**Таблиця 4 – Вплив системи вдобрення на масу 1000 зерен у гібрида кукурудзи Кампоні КС, г (за 2019–2020 рр. ±Sr)**

Варіант удобрення	Маса 1000 зерен, г		
	2019 р.	2020 р.	середнє, ± Sr
Контроль (без добрив і без зрошення)	236,8	218,2	227,5±13,2
Внесення води у нормі 45 т/га	240,3	225,2	232,8±10,7
Внесення добрива «Ефлюент» 25 т/га	246,7	233,3	240,0±9,5
Внесення добрива «Ефлюент» 35 т/га	251,5	234,5	243,0±12,0
Внесення добрива «Ефлюент» 45 т/га	254,7	241,5	248,1±9,3
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га	279,5	254,3	266,9±17,8
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	303,0	269,5	286,3±23,7
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	289,1	267,2	278,2±15,5
НІР <sub>05</sub> , г	9,5	12,8	–

На контрольному варіанті без добрив та поливу середньостиглий гібрид кукурудзи Кампоні КС показав найменшу масу – 1000 зерен, яка становила у 2019 році – 236,8 г, у 2020 році – 218,2 г. Максимальне значення цього показника (порівняно з контролем) виявили у варіанті з внесенням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні з мінеральним добривом у нормі N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> – 303 г та 269,5 у 2019 та 2020 роках відповідно.

Аналізуючи значення маси 1000 зерен за роками досліджень, варто зазначити, що погодні умови вегетаційного періоду впливали на ефективність використання елементів живлення з добрив та ґрунту, а також впливали на значення цього показника. Так значне зниження маси 1000 зерен виявлено у 2020 році (218,2–269,5 г), який виявився стресовим за вологозабезпеченням (порівняно з 2019 роком (236,8–303 г)).

Урожайність (як показник ефективності технології вирощування показує або окремих її елементів) показує те, наскільки ефективним був показник засвоєння сонячної енергії рослинами, використання енергетичних ресурсів та відповідної енергетичної оцінки як безпосередньо продукції, так і технологічних складників її виробництва, переробки, утилізації [22]. Система вдобрення у сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських та овочевих культур є одним із найбільш важливих елементів, що дозволяє не лише значно підвищити врожайність, а й поліпшити її якість.

Результати проведених досліджень показали, що поліпшення забезпечення рослин макро- та мікроелементами позитивно впливає не лише на ріст і розвиток кукурудзи, а й на рівень урожайності (табл. 5).

**Таблиця 5 – Вплив системи удобрення на врожайність гібрида кукурудзи Кампоні КС, т/га (за 2019–2020 рр. ±Sr)**

Варіант удобрення	Урожайність, т/га		
	2019 р.	2020 р.	середнє, ± Sr
Контроль (без добрив і без поливу)	7,23	6,02	6,63±0,86
Внесення води у нормі 45 т/га	8,04	6,98	7,51±0,75
Внесення добрива «Ефлюент» 25 т/га	10,29	8,83	9,56±1,03
Внесення добрива «Ефлюент» 35 т/га	10,90	9,33	10,12±1,11
Внесення добрива «Ефлюент» 45 т/га	11,03	9,58	10,31±1,03
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га	12,36	10,25	11,31±1,49
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	13,83	11,26	12,55±1,82
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	12,87	10,76	11,82±1,49
НІР <sub>05</sub> , т/га	0,13	0,16	–

Із даних таблиці 5 видно, що найменші показники врожайності зерна гібрида кукурудзи Кампоні КС були на контрольному варіанті без добрив та поливу і в середньому за два роки склали 6,63 т/га. Внесення біоорганічних добрив «Ефлюент» та мінеральних добрив сприяло збільшенню врожайності на 2,93–5,92 т/га (порівняно з контролем).

Найбільший рівень урожайності середньостиглого гібрида Кампоні КС (12,55 т/га) отримано на варіанті з внесенням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні з мінеральним добривом у нормі N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> д. р. на 1 га.

Досить важливим під час визначення ефективності вирощування кукурудзи є показник передзбиральної вологості зерна. Із даних літературних джерел [22] відомо, що внесення добрив може підвищувати рівень вологості зерна, що вимагає додаткових затрат на досушування. В період збирання врожаю вологість зерна гібридів кукурудзи може досягати понад 40%, а висушування до кондиційної вологості 14% на кожну тонну зерна кукурудзи вимагає затрат велику кількість енергії – 60–70% витрат палива від загальної потреби для вирощування кукурудзи, тобто 4–60 кг на сушіння

1 т качанів та 30–35 кг – 1 т зерна. Тому у вирощуванні кукурудзи слід спиратися на зовнішньокеоровані фактори, завдяки яким ми зможемо встановити оптимальні умови для росту, розвитку та дозрівання кукурудзи.

Результатами проведених досліджень установлений вплив на рівень передзбиральної вологості зерна гібрида кукурудзи Кампоні КС внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив і їх сумішей (табл. 6).

**Таблиця 6 – Передзбиральна вологість зерна у гібрида кукурудзи Кампоні КС залежно від системи вдобрення, % (за 2019–2020 рр. ±Sr)**

Варіант удобрення	Вологість зерна, %		
	2019 р.	2020 р.	середнє, ± Sr
Контроль (без добрив і без поливу)	19,6	17,2	18,4±1,7
Внесення води у нормі 45 т/га	20,1	18,9	19,5±0,9
Внесення добрива «Ефлюент» 25 т/га	20,6	19,4	20,0±0,9
Внесення добрива «Ефлюент» 35 т/га	20,9	19,7	20,3±0,9
Внесення добрива «Ефлюент» 45 т/га	21,3	19,8	20,6±1,1
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га	22,5	21,7	22,1±0,6
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	24,8	22,8	23,8±1,4
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	23,9	22,5	23,2±1,0
НІР <sub>0,5</sub> , %	0,97	1,15	-

Із даних таблиці 6 видно, що найнижчий рівень передзбиральної вологості зерна гібрида кукурудзи Кампоні КС в середньому за два роки встановлено на контролі (без добрив та обприскування водою) – 18,4%. Застосування як органічних, так і мінеральних добрив, забезпечило зростання рівня передзбиральної вологості зерна на 1,6–5,4% (порівняно з контролем).

Найвище значення вологості зерна відмічено на варіанті із застосуванням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні з мінеральним добривом (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>) – 23,8% (НІР<sub>0,5</sub> удобрення = 0,97% та 1,15%) порівняно з контролем (19,6 та 17,2%), що негативно впливає на економічні показники вирощування зернової кукурудзи, оскільки вимагає додаткових затрат на досушування.

Аналізуючи рівень вологості зерна за роками досліджень, варто вказати на істотне зниження рівня передзбиральної вологості у 2020 році (17,2–22,8%) порівняно з 2019 (19,6–24,8%), що пов'язано з високими температурними показниками та нерівномірним розподілом атмосферних опадів у 2020 році.

**Висновки.** Поліпшення умов живлення рослин кукурудзи за рахунок внесення добрив сприяє збільшенню кількості качанів на рослині на 0,21–0,25 шт., кількості зерен у ряду – на 5,6–7,1 шт. порівняно із контрольним варіантом. Внесення органічних та мінеральних добрив дещо покращувало значення кількості рядів зерен, але таке зростання виявилось не дуже значним – на 0,3–0,5 шт. порівняно з контролем (без добрив та внесення води).

Удобрення посівів гібрида кукурудзи Кампоні КС біоорганічним добривом «Ефлюент» у нормі 55 т/га в поєднанні і мінеральним забезпечує найвище зростання маси 1000 зерен на 12,5–58,8 г в середньому за роки досліджень.

За результатами проведених досліджень можна зробити попередні висновки, що за удобрення посівів гібрида кукурудзи Кампоні КС біоорганічним

добривом «Ефлюент» у нормі 55 т/га та повним мінеральним добривом у нормі N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> спостерігали покращення забезпечення рослин елементами живлення, яке забезпечило найвище значення врожайності зерна.

Застосування органічних та мінеральних добрив забезпечує збільшення вологості зерна на 1,6–5,4% гібрида кукурудзи Кампоні КС порівняно з контролем.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин. Вінниця : ФОП Данилюк, 2013. 636 с.
2. Паламарчук В.Д., Кричковський В.Ю. Перспективи використання дигістату для підвищення ефективності біогазових комплексів. *Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи»*. 29 травня 2020. Житомир. С. 124–128.
3. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця, 2017. 588 с.
4. Кузнецова А., Куценко К. Біогаз та «зелені тарифи» в Україні – чи вигідне інвестування? (Серія консультативних робіт АгрРР № 26). Київ, 2010. 40 с.
5. Шишкин Н.Д. Анализ эффективности биоэнергетических установок. *Энергосбережение и водоподготовка*. 2004. № 4. С. 31–32.
6. Шворов С.А., Комарчук Д.С., Охріменко П.Г., Іванов П.В. Модель системи керування електротехнічним комплексом біогазової установки. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК*. 2016. Вип. 242. С. 75–84.
7. Болтянська Н.І., Болтянський О.В. Формування моделі механізму застосування технологій ресурсозбереження на молочнотоварних фермах. *Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України: Збірник наукових праць*. Ніжин, 2019. Вип. 12. С. 26–32.

8. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Дослідження способів утилізації відходів птахівництва і тваринництва. *Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України: Збірник наукових праць*. Ніжин, 2019. Вип. 12. С. 298–304.

9. Ратушняк Г.С., Дзеджула В.В. Інтенсифікація біоконверсії коливальним перемішуванням субстрату. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. 117 с.

10. Ilona Sárvári Horváth, Meisam Tabatabaei, Keikhosro Karimi, Rajeev Kumar. Recent updates on biogas production – a review (Останні оновлення щодо виробництва біогазу – огляд). *Biofuel Research Journal* 2016, Vol. 3, Issue 2, Spring. Pages 394–402.

11. Черевко Г., Шугало В. Сфери та переваги застосування біогазу у вирішенні енергетичних проблем. *Аграрна економіка. Серія Економіка природо-користування*. 2017. Т. 10, № 3–4. С. 127–132.

12. Скляр Р.В., Скляр О.Г., Мілько Д.О. Особливості процесу метаногенерації пташиного посліду. *Науковий вісник ТДАТУ: Електронне наукове фахове видання*. Мелітополь: ТДАТУ, 2018. Вип. 8. Т.2. (DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-6).

13. Орехович О. Біогазова установка для українського споживача. <https://chz.org.ua/wp-content/uploads/2016/04>.

14. Ратушняк Г.С., Дзеджула В.В., Анохіна К.В. Моделювання нестационарних режимів теплообміну в біогазових реакторах. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2010. № 2. С. 142–145.

15. Мельник С. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. (Міністерство аграрної політики та продовольства України. Український інститут експертизи сортів рослин). 2016. 81 с.

16. ДСТУ 4138-2002. Насіння с.-г. культур. Методи визначення якості. Київ: Держспоживстандарт України. 173 с.

17. Казаков Е.Д. Методы оценки качества зерна. Москва: Агропромиздат, 1987. 215 с.

18. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Дія, 2005. 288 с.

19. ДСТУ ISO 6497:2005. Методи відбирання проб. [Розроблений вперше; введ. 01.01.08.]. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 19 с.

20. Гончар О.М., Андрущенко А.В. та ін. Методи визначення показників якості рослинницької продукції. Київ: Алефа, 2000. 114 с.

21. Vitalii Palamarchuk, Natalia Telekalo. The effect of seed size and seeding depth on the components of maize yield structure. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24 (№ 5) 2018, 783-790.

22. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісо-степу правобережного. Вінниця: Видавництво «Друк». 2020. 536 с. (Протокол № 3 від «25» вересня 2020 р.).

#### REFERENCES:

1. Palamarchuk V.D., Polishchuk I.S., Yermakova L.M., Kalenska S.M. (2013). *Biologia i ekologiya of agricultural plants*. 636 s [in Ukrainian].

2. Palamarchuk V.D., Krychkovskiy V.Iu. (2020). *Prospektyvy vykorystannia dyhistatu dlia pidvyshchennia efektyvnosti biohazovykh kompleksiv [Prospects for the use of digstat to increase the efficiency of biogas complexes]*. Materialy IV mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Bioenerhetychni systemy» [Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference "Bioenergy Systems"]. 29 travnia 2020. Zhytomyr. 124-128 [in Ukrainian].

3. Mazur V.A., Palamarchuk V.D., Polishchuk I.S., Palamarchuk O.D. (2017). *Novitni ahrotekhnolohii u roslynnytstvi [The latest agricultural technologies in crop production]*. Vinnytsia. 588 s [in Ukrainian].

4. Kuznetsova A., Kutsenko K. (2010). *Biohaz ta «zeleni taryfy» v Ukraini – chy vyhidne investuvannia? (Serii konsultatyvnykh robot AgPP № 26) [Biogas and "green tariffs" in Ukraine – is it profitable to invest? (AgPP Consulting Series 26. 26)]*. 40 s [in Ukrainian].

5. Shishkin N. D. (2004). *Analiz effektivnosti bioenergeticheskikh ustanovok [Analysis of the efficiency of bioenergy installations]*. Energoberezhniye i vodopodgotovka [Energy saving and water treatment]. 4. 31-32. [in Ukrainian].

6. Shvovor S. A., Komarchuk D. S., Okhrimenko P. H., Ivanov P. V. (2016). *Model systemy keruvannia elektrotekhnichnym kompleksom biohazovoi ustanovky [Model of control system of electrotechnical complex of biogas plant]*. Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya: Tekhnika ta enerhetyka APK [Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Engineering and energy of agro-industrial complex]. V. 242. 75. 84. [in Ukrainian].

7. Boltianska N.I., Boltianskyi O.V. (2019). *Formuvannia modeli mekhanizmu zastosuvannia tekhnolohii resursozberezhennia na molochnotovarynykh fermakh [Formation of a model of the mechanism of application of resource saving technologies on dairy farms]*. Suchasni problemy ta tekhnolohii ahrarynoho sektoru Ukrainy: Zbirnyk naukovykh prats [Modern problems and technologies of the agricultural sector of Ukraine: Collection of scientific works]. V. 12. 26-32. [in Ukrainian].

8. Skliar O.H., Skliar R.V. (2019). *Doslidzhennia sposobiv utylizatsii vidkhodiv ptakhivnytstva i tvarynnytstva [Research of methods of utilization of poultry and animal husbandry wastes]*. Suchasni problemy ta tekhnolohii ahrarynoho sektoru Ukrainy: Zbirnyk naukovykh prats [Modern problems and technologies of the agricultural sector of Ukraine: Collection of scientific works]. V. 12. 298-304. [in Ukrainian].

9. Ratushniak H. S., Dzhdzhula V. V. (2008). *Intensyfikatsiia biokonversii kolyvalnym peremishuvanniam substratu. Vinnytsia: UNIVERSUM-Vinnytsia [Intensification of bioconversion by oscillating mixing of the substrate. Vinnytsia: UNIVERSUM-Vinnytsia]*. 117 s. [in Ukrainian].

10. Ilona Sárvári Horváth, Meisam Tabatabaei, Keikhosro Karimi, Rajeev Kumar (2016). *Recent updates on biogas production – a review. Biofuel Research Journal*. Vol. 3, Issue 2, Spring Pages 394-402.

11. Cherevko H., Shuhalo V. (2017). *Sfery ta perevahy zastosuvannia biohazu u vyrishenni enerhetychnykh problem [Areas and advantages of using biogas in solving energy problems]*. Ahraryna ekonomika. Seriya Ekonomika

pyrodokorystuvannia [Agrarian economy. Series Economics of Nature Management]. T. 10, № 3-4. 127-132. [in Ukrainian].

12. Skliar R. V., Skliar O. H., Milko D.O. (2018). Osoblyvosti protsesu metanoheneratsii ptashynoho poslidu [Features of the process of methanogenesis of bird droppings]. Naukovyi visnyk TDATU: Elektronne naukove fakhove vydannia [Scientific Bulletin of TSATU: Electronic scientific professional publication]. V. 8. T. 2. (DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-6). [in Ukrainian].

13. Oriekhovich O. (2016). Biohazova ustanovka dlia ukrainskoho spozhyvacha [Biogas plant for the Ukrainian consumer]. <https://chz.org.ua/wp-content/uploads/2016/04>. [in Ukrainian].

14. Ratushniak H.S., Dzhedzhula V.V., Anokhina K.V. (2010). Modeliuvannia nestatsionarnykh rezhymiv teplobminu v biohazovykh reaktorakh [Modeling of non-stationary modes of heat exchange in biogas reactors]. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu [Bulletin of Khmelnytsky National University]. № 2. 142-145. [in Ukrainian].

15. Melnik S. (2016). Metodika provedennya ekspertizi sortiv roslin grupi zernovykh, krup'yanih ta zernobobovykh na pridatnist do poshirennya v UkraYinl. (Ministerstvo agrarnoyi polityki ta prodovolstva UkraYini. UkraYinskyi Institut ekspertizi sortiv roslin) [Methods of examination of plant varieties of cereals, cereals and legumes for suitability for distribution in Ukraine. (Ministry of Agrarian Policy

and Food of Ukraine. Ukrainian Institute of Plant Variety Examination]. 81 s. [in Ukrainian].

16. DSTU 4138-2002. Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality. K.: Derzhspozhyvstandart of Ukraine. 173 s. [in Ukrainian].

17. Kazakov E.D. (1987). Metody otsenki kachestva zerna [Grain quality assessment methods]. 215 s. [in Russian].

18. Yeshchenko V.O. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]. 288 s. [in Ukrainian].

19. DSTU ISO 6497: 2005. Sampling methods. [Developed for the first time; introduction. 01.01.08.]. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2008. 19 p. [in Ukrainian].

20. Honchar O. M., Andrushchenko A. V. ta in. (2000). Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti roslynnytskoi produktsii [Methods for determining the quality of plant products]. 114 s. [in Ukrainian].

21. Vitalii Palamarchuk, Natalia Telekalo (2018). The effect of seed size and seeding depth on the components of maize yield structure. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 24 (№ 5) 783-790.

22. Palamarchuk V.D., Didur I.M., Kolisnyk O.M., Aliksieiev O.O. (2020). Aspekty suchasnoi tekhnolohii vyroshchuvannia vysokokrokhmalnoi kukurudzy v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho [Aspects of modern technology of growing high-starch corn in the right-bank forest-steppe]. 536 s. [in Ukrainian].

УДК 631.45:631.58:632

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.12>

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ NO-TILL ПОРІВНЯНО З ТРАДИЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В СІВОЗМІНІ КОРОТКОЇ РОТАЦІЇ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

**МАНУЙЛЕНКО О.В.** – молодший науковий співробітник  
[orcid.org/0000-0001-6057-9606](https://orcid.org/0000-0001-6057-9606)

**КОНОВАЛОВ В.О.** – науковий співробітник  
[orcid.org/0000-0002-1725-1557](https://orcid.org/0000-0002-1725-1557)

**ГРІБІНЮК К.С.** – науковий співробітник  
[orcid.org/0000-0002-1365-6370](https://orcid.org/0000-0002-1365-6370)

**КАРПЕНКО О.І.** – молодший науковий співробітник  
[orcid.org/0000-0001-8190-9678](https://orcid.org/0000-0001-8190-9678)

**КОНОВАЛОВА В.М.** – заступник директора з наукової роботи  
[orcid.org/0000-0002-0655-9214](https://orcid.org/0000-0002-0655-9214)

Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція  
Інституту зрошуваного землеробства  
Національної академії аграрних наук України

**Постановка проблеми.** Нині не секрет, що кожне підприємство, зокрема і сільськогосподарське, намагається зекономити кошти на всьому (починаючи від заробітної плати працівників і завершуючи зменшенням витрат на паливо-мастильні матеріали). Обробіток ґрунту досить ресурсно-місткий процес, адже він потребує не тільки затрат праці, а й енергії, палива, які з кожним роком усе

дорожчають. У кращому разі аграрії вдаються просто до зменшення витрат або зниження їх рівня до нуля на вдобрення земель та їх орання. Звичайно, така ситуація погано відображається на врожайності, але запобігає руйнуванню рельєфу, оскільки ґрунти не підлягають ерозії [1].

Система обробітку ґрунту – це науково обґрунтоване поєднання всіх необхідних заходів. Метою

проведення обробітку ґрунту є створення оптимальних умов проростання насіння та розвитку кореневої системи рослин протягом вегетації, боротьби з багатьма шкідливими організмами та бур'янами, що забезпечить формування максимального врожаю з високими показниками [2]. Технологія виробництва рослинницької продукції без економного вирощування є витратною, що становить одну з причин високої собівартості продукції, її низької конкурентоспроможності на зовнішньому ринку, а також стримувальний фактор ефективного розвитку сільськогосподарського виробництва. Отож, розробка і впровадження ресурсозберігальних технологій є одним із напрямів ефективного господарювання та збереження довкілля [3].

У загальних витратах матеріально-технічних ресурсів, що використовуються в рослинницькій галузі, значна частка припадає на паливно-мастильні матеріали, тому скорочення їх витрат набуває першочергового значення. У технологіях вирощування сільськогосподарських культур найбільші резерви енергозбереження мають способи обробітку ґрунту із запровадженням безполицевого, мінімального та сівби в попередньо необроблений ґрунт, тобто No-till [4].

Вибір системи основного обробітку ґрунту повинен керуватися науковими рекомендаціями з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних умов виробництва. Це стосується вивчення їх впливу не лише на агрофізичні і агрохімічні властивості ґрунту, а і на біологічну активність ґрунту, від життєдіяльності якої значно залежить ефективна і потенційна родючість [5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Як показали проведені дослідження багатьма науковцями та практиками, глибока полицева оранка не завжди є ефективною. Так, вони підтвердили доцільність скорочення кількості і глибини оранки і навіть заміни її на поверхневі безполицеві обробітки або поєднання в сівозміні заходів полицевого і безполицевого обробітків [6]. Через широке застосування гербіцидів для боротьби з бур'янами склалися сприятливі умови для впровадження системи мінімального обробітку ґрунту. З огляду на це, основним завданням обробітку стало поліпшення будови ґрунту, тобто співвідношення між об'ємами твердої фази і проміжків, від чого залежить рух у ґрунті вологи та повітря і, як результат, забезпечення рослин вологою, повітрям і поживними речовинами. Також неглибоке загортання органічних добрив і рослинних решток сприяє утворення гумусу, який є результатом біохімічного перетворення органічних речовин аеробними мікроорганізмами в ґрунті [7].

У роботі В.Ф. Сайка, А.М. Малієнка із системно-організаційних позицій і досягнень науково-технічного прогресу, урахуваючи соціальні, економічні, енергетичні, матеріально-технічні й екологічні умови, розглянуто еволюційний шлях формування способів і систем обробітку ґрунтів [8]. Досвід застосування нульового обробітку ґрунту в європейських країнах, а також можливості його впровадження в Україні ґрунтово-висвітлено в монографії В.В. Медведєва [9]. Економічні аспекти ефективності систем обро-

бітку ґрунту в конкретних аграрних підприємствах досліджували Ю.Л. Філімонов і В.М. Нагаєв [10; 11].

Ярі зернові потребують порівняно високих вимог до фізичного стану ґрунту, вмісту в ньому рухомих легкодоступних поживних речовин і достатньої кількості вологи, які, як відомо, регулюються способами обробітку ґрунту та їх глибиною, а також унесенням оптимальних доз мінеральних добрив [12]. Ураховуючи суперечливість поглядів різних учених стосовно доцільності того чи іншого способу обробітку ґрунту під ярі зернові культури на тлі загальної неоднорідності ґрунтового покриву, зміни кліматичних умов та вияву ерозійних процесів, на нашу думку, й надалі залишатимуться актуальним питанням у вивченні ефективності застосування системи No-till порівняно з традиційними системами обробітку ґрунту в сівозміні короткої ротації в умовах Півдня України.

**Мета статті** – дослідити зміни показників родючості ґрунту та фітосанітарного стану посівів за різних способів обробітку ґрунту в сівозміні короткої ротації в неполивних умовах, що забезпечить підвищення і стабілізацію родючості ґрунту, збільшення врожаю якісної продукції під час одночасного зменшення витрат на її виробництво.

**Методи та методика досліджень:** польові агротехнічні дослідження на незрошуваних землях із проведенням лабораторного аналізу в сертифікованій агрохімічній лабораторії, статистичної обробки отриманих результатів та економічної оцінки агротехнічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур.

**Результати досліджень.** Дослідження проводились на дослідному полі Асканійської ДСДС ІЗЗ НААН в 4-пільній сівозміні, де за контроль взята загальноновизнана система диференційованого обробітку ґрунту та три мінімізовані (різноглибинного чизельного, мілкого дискового та нульового) під час вирощування гірчиці сарептської, гороху, сорго та пшениці ярої в коротко-ротаційній сівозміні в неполивних умовах Півдня України.

Для оцінки різних систем основного обробітку ґрунту та сівби в попередньо необроблений ґрунт проводили дослідження агрофізичних властивостей, водного і поживного режиму ґрунту, фітосанітарного стану посівів, облік урожайності сільськогосподарських культур, енергетичної та еколого-економічної ефективності функціонування експериментальної сівозміни.

У ґрунтово-кліматичному відношенні Асканійська ДСДС розташована в сухостеповій ґрунтово-екологічній зоні на Каховському зрошувальному масиві. Клімат характеризується великими ресурсами тепла та недостатнім зволоженням. Середньорічна температура повітря складає 9,8°C. Сума ефективних температур вище 10°C становить 3200–3400°C. Тривалість безморозного періоду коливається від 180 до 200 днів, вегетаційного – 225–230 днів. У середньому за рік випадає 441 мм атмосферних опадів. Гідротермічний коефіцієнт становить 0,5. Розподіл опадів протягом вегетаційного періоду нерівномірний, а коефіцієнт їх використання дуже низький.

Досліди закладались методом розщеплення ділянок (табл. 1, 2).



**Таблиця 1 – Схема стаціонарного дослід з вивчення основного обробітку ґрунту в короткоротаційній сівозміні (фактор А)**

Варіант дослід (фактор А)	Сільськогосподарські культури			
	Горох	Пшениця яра	Гірчиця сарептська	Сорго
1	20–22 О	12–14 Б (в два сліди)	20–22 Б	28–30 О
2	12–14 Б	12–14 Б	12–14 Б	12–14 Б
3	6–8 П	6–8 П	6–8 П	6–8 П
4	No-till	No-till	No-till	No-till

\*Примітка: Б – безполицевий (12–14 см – дискування, 20–22 см – чизелювання); О– Оранка (20–22 см, 28–30 см); П – поверхневий (6–8 см); No-till – пряма сівба, без обробітку ґрунту.

**Таблиця 2 – Схема вдобрення в сівозміні (фактор В – удобрення)**

Культура	Варіанти		
	1	2	3
Горох	$N_{30} P_{40}$	Післядія $N_{90} + N_{30} P_{40}$	Післядія $N_{120} + N_{60} P_{40}$
Пшениця яра	$N_{30} P_{40}$	Післядія $N_{90} + N_{30} P_{40}$	Післядія $N_{120} + N_{60} P_{40}$
Гірчиця сарептська	$N_{30} P_{40}$	Післядія $N_{90} + N_{30} P_{40}$	Післядія $N_{120} + N_{60} P_{40}$
Сорго	$N_{30} P_{40}$	Післядія $N_{90} + N_{30} P_{40}$	Післядія $N_{120} + N_{60} P_{40}$

Насіння гірчиці та пшениці ярої перед сівбою обробляли фунгіцидним препаратом «Іншур Перформ» та інсектицидним «Кайзер», сорго та горох – протруювачем «Максим».

Добрива вносились у 2 прийоми: з осені – амофос ( $N_{12} P_{52}$ ) для фонового внесення  $P_{40}$  під весь дослід, на варіанті No-till сіялкою Great Plains, під основний обробіток – лійкою, а з весни аміачну селітру ( $N_{34,4}$ ) під передпосівну культивуацію та на варіанті No-till на мерзлоталому ґрунті згідно зі схемами досліду (табл. 2).

На основі експериментальних досліджень, проведених в Асканійській ДСДС ІЗЗ НААН у короткоротаційній системі з культурами сівозміни, як-от горох, гірчиця сиза, сорго та пшениця яра, встановлено, що під впливом систем обробітку ґрунту відбуваються зміни агрофізичних властивостей ґрунту.

Щільність ґрунту впливає на технологічні властивості та якість обробітку ґрунту. Це відбивається на величині та якості врожаю. За пухкої будови орного шару створюються умови для підвищеного витрачання вологи на випаровування, а за щільної – несприятливі для розвитку коріння рослин (табл. 3).

За два роки спостереження на початку вегетації найбільше ущільнення ґрунту спостерігалось на посівах гороху та сорго за технології нульового обробітку ґрунту –  $1,32-1,34 \text{ г/см}^3$ , тоді як найменше – за глибокого обробітку –  $1,22-1,26 \text{ г/см}^3$  (табл. 3). У посівах гірчиці найменш ущільнений ґрунт ( $1,24 \text{ г/см}^3$ ) було зафіксовано за безполицевого обробітку на глибину 12–14 см, найбільше –  $1,32 \text{ г/см}^3$  на варіанті No-till. В посівах пшениці ярої найбільше ущільнення ґрунту за безполицевому обробітку на 12–14 см –  $1,33 \text{ г/см}^3$ , тоді як найменше – за чизелювання та поверхневого обробітку на 6–8 см –  $1,27 \text{ г/см}^3$ . Під час збирання врожаю гірчиці та пшениці найбільше ущільнення спостерігалось за нульової технології –  $1,36-1,38 \text{ г/см}^3$ , найменше – за глибокого обробітку –  $1,19-1,25 \text{ г/см}^3$ . На посівах гороху найбільш ущільнений ґрунт був під час дискування на глибину 12–14 см –  $1,38 \text{ г/см}^3$ , найменше – за глибокого обробітку –  $1,35 \text{ г/см}^3$ .

Одним із вирішальних чинників, що впливають на ріст і розвиток рослин, є ґрунтова волога. Вона також є визначальними для багатьох біологічних, фізичних та фізико-хімічних процесів, що здійснюються в ґрунті і на його поверхні.

Через високу посушливість клімату зони Південного Степу України водний режим ґрунту відіграє важливу роль у розвитку рослин та формуванні врожаю сільськогосподарських культур.

Дворічні спостереження за запасами продуктивної вологи під час сівби та збирання гороху показали, що найбільшими вони були за умов прямої сівби в попередньо необроблений ґрунт –  $1547,0 \text{ м}^3/\text{га}$ , під час збирання урожаю –  $382,0 \text{ м}^3/\text{га}$ . Найменшими запаси вологи були під час сівби за глибокого обробітку –  $1240,0 \text{ м}^3/\text{га}$  та на момент повної стиглості за безполицевого обробітку на 12–14 см –  $319,0 \text{ м}^3/\text{га}$ .

Під час вирощування сорго найбільший запас вологи ми отримали під час сівби та збирання за No-till технології –  $1454,0 \text{ м}^3/\text{га}$  та  $203,0 \text{ м}^3/\text{га}$  відповідно. Найменший – за глибокого обробітку  $1423,0$  та  $146,0 \text{ м}^3/\text{га}$ .

Під час вирощування гірчиці найбільший запас вологи під час сівби за нульової технології –  $1676,0 \text{ м}^3/\text{га}$ , найменший – за безполицевого обробітку на 12–14 см –  $1496,0 \text{ м}^3/\text{га}$ .

Під час збирання врожаю гірчиці найбільша вологість була за умов дискування на глибину 12–14 см –  $316,0 \text{ м}^3/\text{га}$ , найменша ( $226,0 \text{ м}^3/\text{га}$ ) – під час прямої сівби в попередньо необроблений ґрунт.

Застосування різних систем обробітку ґрунту вплинуло на якісні показники насіння сільськогосподарських культур сівозміни. Маса тисячі насінин сорго, гороху та пшениці ярої була найбільша за сівби за технологією No-till і становила  $19,4 \text{ г}$ ,  $203,2 \text{ г}$  та  $36,0 \text{ г}$  відповідно, тоді як гірчиці – за проведення глибокого обробітку ґрунту –  $2,8 \text{ г}$ . Найкращі показники маси 1000 насінин всіх культур сівозміни були за внесення мінеральних добрив дозою  $N_{30} P_{40}$  на тлі післядії  $N_{90}$ .

Нашими дослідженнями встановлено, що вміст доступних сполук азоту за прямої сівби в попере-

**Таблиця 3 – Щільність складення ґрунту під культурами сівозміни залежно від систем основного обробітку ґрунту, г/см<sup>3</sup>, середнє за 2019–2020 рр.**

Варіант	Шар ґрунту, см				
	0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
<b>Горох (початок вегетації)</b>					
20–22 О	1,22	1,21	1,28	1,32	1,26
12–14 Б	1,20	1,33	1,34	1,26	1,28
6–8 П	1,26	1,35	1,38	1,32	1,33
No-till	1,35	1,35	1,34	1,33	1,34
<b>Горох (після збирання врожаю)</b>					
20–22 О	1,30	1,40	1,33	1,37	1,35
12–14 Б	1,34	1,42	1,39	1,36	1,38
6–8 П	1,33	1,45	1,38	1,28	1,36
No-till	1,36	1,41	1,35	1,37	1,37
<b>Сорго (початок вегетації)</b>					
28–30 О	1,18	1,19	1,27	1,30	1,22
12–14 Б	1,18	1,27	1,30	1,30	1,26
6–8 П	1,19	1,34	1,32	1,31	1,29
No-till	1,33	1,34	1,29	1,31	1,32
<b>Сорго (після збирання врожаю)</b>					
28–30 О	1,24	1,27	1,24	1,17	1,23
12–14 Б	1,16	1,18	1,18	1,15	1,19
6–8 П	1,25	1,32	1,32	1,30	1,30
No-till	1,25	1,30	1,30	1,28	1,27
<b>Гірчиця сарептська (початок вегетації)</b>					
20–22 Б	1,10	1,26	1,40	1,24	1,25
12–14 Б	1,15	1,32	1,25	1,22	1,24
6–8 П	1,27	1,39	1,32	1,28	1,31
No-till	1,29	1,38	1,29	1,31	1,32
<b>Гірчиця сарептська (після збирання врожаю)</b>					
20–22 Б	1,16	1,26	1,30	1,30	1,25
12–14 Б	1,14	1,30	1,32	1,34	1,27
6–8 П	1,24	1,37	1,32	1,34	1,32
No-till	1,31	1,38	1,36	1,32	1,36
<b>Пшениця яра (початок вегетації)</b>					
12–14 Ч	1,14	1,34	1,34	1,23	1,27
12–14 Б	1,20	1,39	1,39	1,31	1,33
6–8 П	1,21	1,31	1,30	1,28	1,27
No-till	1,27	1,30	1,32	1,30	1,30
<b>Пшениця яра (після збирання врожаю)</b>					
12–14 Ч	1,16	1,21	1,19	1,20	1,19
12–14 Б	1,25	1,37	1,29	1,22	1,28
6–8 П	1,34	1,40	1,33	1,39	1,37
No-till	1,29	1,43	1,41	1,36	1,38

дньо необроблений ґрунт було більше на рівні 15,77–32,30 мг/кг, тоді як за глибокого обробітку – 14,83–23,55 мг/кг. Порівнюючи показники економічної ефективності різних технологій обробітку ґрунту, можна зробити висновок, що за використання No-till технології виробничі витрати знижуються на 15,3%, прибуток – на 26% із рівнем рентабельності 0,8%, тоді як коефіцієнт енергетичної ефективності за нульового обробітку вищий, ніж за оранки.

Застосування різних систем обробітку ґрунту в сівозміні істотно вплинуло на рівень урожайності культур (табл. 5). Найбільша урожайність залежала від систем основного обробітку ґрунту. Так, най-

більшу врожайність (1,74 т/га) отримали за культури горох під час дискування на глибину 12–14 см, тоді як за гірчиці сарептської – 0,57 т/га, сорго – 1,23 т/га, пшениці – 2,86 т/га за глибокого обробітку ґрунту на глибину 20–22 см та 22–28 см відповідно. Найменшу отримали за нульової технології за культурами сівозміни, як-от горох, гірчиця та пшениця яра. І вони склали: горох – 1,55 т/га, гірчиця сарептська – 0,30 т/га, пшениця – 2,34 т/га, тоді як за культури сорго найменший урожай ми отримали за мінімального обробітку на глибину 6–8 см.

За результатами дворічних досліджень встановлено, що найвищу урожайність серед досліджуваних

Таблиця 4 – Вологість ґрунту під культурами сівозміни залежно від систем основного обробітку ґрунту, середнє за 2019–2020 рр.

Варіант	Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, м <sup>3</sup> /га	
	всходи	повна стиглість
<b>Горох</b>		
20–22 О	1240,0	348,0
12–14 Б	1449,0	319,0
6–8 П	1483,0	377,0
No-till	1547,0	382,0
<b>Сорго</b>		
28–30 О	1423,0	146,0
12–14 Б	1402,0	169,0
6–8 П	1439,0	193,0
No-till	1454,0	203,0
<b>Гірчиця сарептська</b>		
20–22 Б	1422,0	215,0
12–14 Б	1499,0	184,0
6–8 П	1510,0	255,0
No-till	1581,0	468,0
<b>Пшениця яра</b>		
12–14Б	1496,0	236,0
12–14 Б	1503,0	316,0
6–8 П	2320,0	303,0
No-till	1676,0	226,0

Таблиця 5 – Урожайність сівозміни залежно від обробітку ґрунту, (середнє за 2019–2020 рр.)

Системи основного обробітку	Урожайність, т/га			
	Гірчиця сарептська	Горох	Сорго	Яра пшениця
1	0,57	1,71	1,23	2,86
2	0,47	1,74	1,15	2,73
3	0,44	1,66	0,85	2,70
4	0,30	1,55	1,05	2,34

варіантів основного обробітку в сівозміні забезпечило диференційоване глибоке рихлення, за якого приріст урожайності культур сівозміни (порівняно з нульовими технологіями) складав: гороху – 0,47 т/га, сорго – 0,8 т/га, гірчиці – 0,29 т/га та пшениці ярої – 0,55 т/га, однак використання No-till технології забезпечило найбільший прибуток на рівні 3560 грн/га за умови внесення мінеральних добрив дозою N<sub>30</sub> P<sub>40</sub> на тлі післядії N<sub>90</sub>. Водночас за рахунок менших витрат рівень рентабельності склав 62,4%, що на 4,6% менше, ніж під час застосування глибокого рихлення.

Під час використання прямої сівби в попередньо необроблений ґрунт спостерігалось на деяких культурах сівозміни зростання кількості бур'янів, ґрунтових шкідників та підвищувався ступінь ураження рослин хворобами в посівах, що призвело до пригнічення посівів і, відповідно, до недобору урожаю. Проте нами була відмічена і більша наявність корисних комах, так названих ентомофагів, саме на ділянках прямої сівби в попередньо необроблений ґрунт. Також до позитивних результатів застосування прямої сівби зараховуємо запас вологи в ґрунті, який був вищим як у момент посіву культур, так і під час збирання, порівняно із застосуванням механічного обробітку ґрунту, що є надзвичайно актуальним в умовах Півдня України. Різниця тем-

ператур відкритого та захищеного рослинними рештками ґрунту є чуттєвою, тому волога, яку може використовувати рослина, зберігається під рослинними рештками набагато довше.

**Висновки.** Таким чином, упровадження нової системи землеробства, а саме No-till технології, в умовах зміни клімату є надзвичайно актуально, енергетично та економічно вигідною, має низку переваг порівняно з традиційними системами обробітку ґрунту, проте потребує подальшого дослідження в конкретних організаційно-господарських умовах сільськогосподарського підприємства з дотриманням всіх складників цієї технології і не повинна обмежуватись лише відмовою від оранки.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Гамаюнова В.В, Філіп'єв І.Д., Сидякіна О.В. Сучасний стан та проблеми родючості ґрунтів південного регіону України. *Таврійський науковий вісник*, 2005 №. 40. С. 130–135.
- Васильєв В.П. Эффективность систем обработки почвы в паровом звене севооборота. Прогрессивные системы обработки почвы. Куйбышевское книжное изд-во, 1988. С. 57–68.
- Гамаюнова В.В, Ісакова Г.М. Застосування добрив в умовах обмеженого ресурсного забезпечення

та їх роль в відтворенні родючості зрошуваних ґрунтів. Матер. міжн. наук. конф. «Екологія: проблеми адаптивно-ландшафтного землеробства» (16–18 червня 2005 р.). Житомир : Державний агроекологічний університет, 2005. С. 25–30.

4. Зубець М.В. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. Київ : Аграрна наука, 2004. 844 с.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва, 1985. 616 с.

6. Періг Г.Т., Бомба М.Я. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та екології. Львів, 1995, 457 с.

7. Рубін С.С., Ступаков В.П. Землеробство. Київ, 1980. 462 с.

8. Сайко В.Ф., Малієнко А.М. Системи обробітку ґрунту в Україні. Київ, 2007. 44 с.

9. Медведєв В.В. Нульовий обробіток ґрунту в Європейських країнах. Харків, 2010. 202 с.

10. Філімонов Ю.Л. Економічні засади удосконалення основного обробітку ґрунту під зернові культури та соняшник. *Вісник ХНАУ. Серія «Економіка АПК і природокористування»* 2010, № 10, С. 137–142.

11. Філімонов Ю.Л., Нагаєв В.М. Технологічні і економічні аспекти ефективності систем обробітку ґрунту. *Вісник ХНАУ. Серія «Економічні науки»*. 2011, № 4, С. 248–254.

12. Борисоник З. Б. Ярі колосові культури / Борисоник З. Б., Борсук О. М./ Київ, 1969. С. 157–158.

13. Вороб'єв С.А., Егоров В.Е., Кисел'єв А.Н. Практикум по земледелию. Москва, 1967. 319 с.

14. Лысогооров С.Д., Ушкаренко В.А. Практикум по орошаемому земледелию. Москва, 1985. 128 с.

15. Методичні вказівки по сортовипробуванні сільськогосподарських культур на сортодільницях України. Київ, *Держкомісія по сортовипробуванні*, 1993. 27 с.

16. Фисюнов А.В. Классификация сорных растений. «*Земледелие*» 1980. № 3. С. 17–21.

17. ГОСТ 26205–91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.

18. Агрохимические методы исследования почв. Москва, *Наука*, 1975–656 с.

19. Землеробство України і проблеми глобального потепління / Кротинів О.П., Косолап М.П., Аніскевич Л.В. та ін. Київ, *Науковий вісник*, 2004, № 7.

#### REFERENCES:

1. Gamayunova V. V., Filipiev I. D., Sidiyagina O. V. (2005). Suchasnyi stan ta problemy rodiuchosti gruntiv pivdennoho rehionu Ukrainy [Current state and problems of soil fertility of the southern region of Ukraine]. *Tavriya Scientific Bulletin*, №. 40, 130–135 [in Ukrainian].

2. Vasiliev V. P. (1998). *Kuibyshev Book Publishing House. Effektivnost system obrabotky pochvi v parovom zvene sevooborota. Prohressyvnii systemi obrabotky pochvi [Efficiency of tillage systems in the steam link of crop rotation. Advanced tillage systems].* 57–68 [in Russian].

3. Gamayunova V. V., Isakova G. M. (2005). Mater. int. Science. conf. Ecology: Problems of Adaptive Landscape Agriculture. Zastosuvannya dobrov v umovakh obmezhenoho resursnoho zabezpechennia ta yikh rol v

vidtvorenni rodiuchosti zroshuvanykh gruntiv [Application of fertilizers in conditions of limited resource provision and their role in reproducing the fertility of irrigated soils]. State Agroecological University, Zhytomyr, 25–30 [in Ukrainian].

4. Zubets M. V. (2004). *Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Stepu Ukrainy [Scientific bases of agro-industrial production in the steppe zone of Ukraine].* Kyiv, Agrarian Science, 844 [in Ukrainian].

5. Dospikhov B. A. (1985). *Metodyka polevoho opita [Methods of field experience].* Moscow, 616 [in Russian].

6. Perig G. T., Bomba M. Y. (1995). *Zemlerobstvo z osnovamy gruntoznavstva, ahrokhimii ta ekolohii [Agriculture with the basics of soil science, agrochemistry and ecology].* Lviv, 457 [in Ukrainian].

7. Rubin S. S., Stupakov V.P. (1980). *Zemlerobstvo [Agriculture].* Kyiv, 462[in Ukrainian].

8. Saiko V. F., Malienko A. M. (2007). *Systemy obrabotku gruntiv v Ukraini [Tillage systems in Ukraine].* Kyiv, 44 [in Ukrainian].

9. Medvedev V. V. (2010). *Nulovyi obrabitok gruntiv v Yevropeiskykh krainakh [Zero tillage in European countries].* Kharkiv, 202 [in Ukrainian].

10. Filomonov Yu. L. (2010). Series "Economics of agro-industrial complex and nature management. Ekonomichni zasady udoskonalennia osnovnoho obrabitku gruntiv pid zernovi kultury ta soniashnyk [Economic principles of improvement of basic tillage for grain crops and sunflower]. *Bulletin of KhNAU № 10*, 137–142 [in Ukrainian].

11. Filomonov Yu. L. (2010). Series Economic Sciences № 4. *Tekhnolohichni i ekonomichni aspekty efektyvnosti system obrabitku gruntiv [Technological and economic aspects of efficiency of tillage systems].* *Visnyk of KhNAU*, 248–254 [in Ukrainian].

12. Borisonic Z. B. (1969). *Yari kolosovi kultury [Spring ear crops].* Kyiv, 157–158 [in Ukrainian].

13. Vorobyov S. A., Egorov V. E., Kiselyov A. N. (1967). *Praktykum po zemledelyiu [etc. Workshop on agriculture].* Moscow, 319 [in Russian].

14. Lysogorov S. D., Ushkarenko V. A. (1985). *Praktykum po oroshaemomu zemledelyiu [Workshop on irrigated agriculture].* Moscow, 128 [in Russian].

15. *Metodychni vказivky po sortovyprobuvanni silskohospodarskykh kultur na sortodilnytsiakh [Methodical instructions on varietal testing of agricultural crops at varietal divisions] (1993). State Commission for Variety Testing, Kyiv, 27 [in Ukrainian].*

16. Fisyunov A. V. (1980). *Agriculture. Klassyfykatsiya sornikh rastenyi [Classification of weeds].* 17–21 [in Russian].

17. ГОСТ 26205–91 Soils. Pochvi. Opredelenye podvyzhnykh soedyneni fosfora y kaliya po metodu Machyhyna v modyfykatsyy. [Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by the Machigin method modified by] ZINAO.

18. *Nauka. (1975). Ahrokhymycheskye metody yssledovaniya pochv [Agrochemical methods of soil research].* Moscow, 656 [in Russian].

19. Krotinov O. P., Kosolap M. P. Aniskevich L. V. ta in. (2004). *Naukoviy Visnik. Zemlerobstvo Ukrainy i problemy hlobalnoho poteplinnia [Farming of Ukraine and the problems of global warming].* Kiev, 7 [in Ukrainian].

## ВПЛИВ ДОПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ У ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**МОЛДОВАН В.Г.** – кандидат сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник  
[orcid.org/0000-0002-3145-1686](https://orcid.org/0000-0002-3145-1686)

**МОЛДОВАН Ж.А.** – кандидат сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник  
[orcid.org/0000-0002-1180-5969](https://orcid.org/0000-0002-1180-5969)

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція  
Інституту кормів та сільського господарства Поділля  
Національної академії аграрних наук України

**Постановка проблеми.** Впродовж останніх років кукурудза займає все більш стійку позицію на світовому ринку зерна. Кліматичні умови України дозволяють не тільки забезпечити внутрішні потреби у зерні кукурудзи, а й значно наростити його експортний потенціал. Однак на шляху створення стабільного та сприятливого середовища (разом з інфраструктурою ринку) у виробничій практиці вирощування кукурудзи ще є багато перепон агротехнологічного характеру. Так, дуже часто в процесі росту й розвитку рослин кукурудзи на них впливають несприятливі стресові ситуації, які зумовлюють виникнення біологічних факторів ризику. Відомо, що стресові ситуації можуть бути побічним результатом як людської діяльності (наслідок застосування засобів захисту рослин), так і природного походження (посуха, підвищені температури, дефіцит вологи у ґрунті). Саме тому виникає цілком природне питання: як одержати високий урожай зерна кукурудзи за будь-яких погодних умов і що є запорукою отримання таких врожаїв? Більшість українських аграріїв вважають, що гарантією доброго врожаю кукурудзи є сприятливі погодні умови та чітке дотримання технології вирощування цієї культури.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Разом із добором гібридів вагоме значення має система живлення кукурудзи з урахуванням агрокліматичних умов вирощування, типу ґрунту, ступеня його забезпечення рухомими формами поживних речовин, а також фізіологічних потреб рослин в окремих макро- та мікроелементах живлення протягом усього вегетаційного періоду. Адже для реалізації потенціалу врожайності кукурудзи, тобто отримання максимального збору зерна і сухої речовини у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, ця культура впродовж усього періоду вегетації потребує повного забезпечення необхідними поживними речовинами [1; 2].

Отже, розробляючи систему вдобрення, необхідно враховувати те, що в процесі онтогенезу рослини кукурудзи потребують не лише традиційних елементів мінерального живлення, а й мікроелементів, важливими серед яких є Zn, B, Mo, Co, Mn, Cu та інші, які відіграють найважливішу роль у життєдіяльності рослин кукурудзи. Так, під час початкового періоду (до утворення першого надземного вузла) кукурудза

росте дуже повільно, її коренева система слабо розвинена і неспроможна інтенсивно поглинати поживні речовини з ґрунту, тому для стимулювання росту рослини кукурудзи важливо забезпечити, крім фосфору, ще й манганом, цинком і бором. На наступній критичній фазі кукурудзи (7–8 листків) рослини ростуть інтенсивно. Поліпшення мінерального живлення в цей період збільшує озерненість качанів, підвищує якість зерна. На цій фазі зростає потреба в мікроелементах: цинку, мангані, борі, міді [3; 4; 5].

Згідно з результатами проведених вітчизняними науково-дослідними установами спостережень та досліджень застосування позакореневого підживлення як елементу технології вирощування кукурудзи позитивно впливає на інтенсивність ростових процесів, формування площі листової поверхні рослин та наростання надземної маси [6; 7], що зумовлює зростання показників індивідуальної продуктивності [8], врожайності [9–11] та якості зерна [12]; підвищує коефіцієнт використання поживних елементів із добрив та ґрунту, дозволяє нівелювати нерентабельне витрачання добрив, усунувши небажану трансформацію поживних елементів у ґрунті, нейтралізує токсичну дію сполук важких металів [3].

**Мета статті** – дослідити вплив допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на ріст і розвиток рослин, формування показників індивідуальної продуктивності та врожайності гібридів кукурудзи скоростиглих груп.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводилися Хмельницькою ДСГДС ІКСГП НААН упродовж 2019–2020 рр. на чорноземах опідзолених, середньосуглинкових. Ґрунт досить насичений основами – 39,8–42,0 мг екв. на 100 г, має гідролітичну кислотність 1,8–2,7 мг екв. на 100 г ґрунту. Вміст гумусу (за Тюрнімом) – 3,2%. Форми поживних речовин є середньозабезпеченими: уміст азоту, що легко гідролізується, становить 14,4–16,6, фосфору рухомого – 11,0–12,0, калію обмінного – 7,8–8,0 мг на 100 г ґрунту.

Технологія вирощування кукурудзи, окрім досліджуваних чинників, є загальноприйнятною для зони Західного Лісостепу. Сівба ранньостиглого гібрида ДН Меотида та середньораннього ДБ Хотин проводилася в оптимальні для регіону строки – III декада

квітня із запланованою передзбиральною густрою стояння 90 та 85 тис. рослин/га відповідно сівалкою СУ-12. Допосівна обробка насіння проводилась у день сівби, підживлення рослин кукурудзи – під час фаз розвитку 3–5 і 7–9 листків згідно зі схемою досліджу.

Під час досліджень використовували такі методи: польовий дослід (для вивчення дії та взаємодії організованих факторів), морфо-фізіологічний (для визначення біометричних параметрів рослин), підрахунково-ваговий (для встановлення параметрів показників структури врожаю і визначення врожайності), математичної статистики (для визначення вірогідності результатів польових дослідів).

**Результати досліджень.** Науково обґрунтовано, що продуктивність гібридів кукурудзи забезпечується їх біологічними властивостями позитивно реагувати на погодні фактори, які виникають, та на рівень мінерального живлення рослин. Роки досліджень характеризувалися різною вологозабезпеченістю, істотними коливаннями середньодобової, максимальної та мінімальної температур повітря, особливо на ранніх стадіях розвитку рослин кукурудзи, що значно впливало на ріст і розвиток, формування показників індивідуальної продуктивності та врожайності зерна (табл. 1). Водночас це дало змогу оцінити ефективність допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення кукурудзи.

**Таблиця 1 – Погодні умови вегетаційного періоду 2019–2020 рр.**

Показники	Місяці						За період вегетації
	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	
Середньодобова температура повітря, °С							
2019 р.	11,6	16,8	25,0	22,5	22,6	16,7	19,2
2020 р.	11,0	13,3	22,5	21,9	22,5	18,2	18,2
Середнє за 1960–2020 рр.	8,5	13,6	18,4	19,2	18,6	13,4	15,3
Сумарна кількість опадів, мм							
2019 р.	73,5	302,4	94,1	127,9	54,8	54,9	707,6
2020 р.	14,7	195,9	196,7	224,8	39,4	75,2	746,7
Середнє за 1960–2020 рр.	45,7	70,1	107,4	129,9	89,8	62,4	505,3
Гідротермічний коефіцієнт							
2019 р.	2,10	5,74	1,25	1,82	0,78	1,08	2,12
2020 р.	0,45	4,75	2,93	3,30	0,57	1,39	2,23
Середнє за 1960–2020 рр.	1,81	1,61	1,93	2,16	1,58	1,56	1,77

Основними складниками врожаю зерна кукурудзи є елементи її структури, як-от кількість качанів на рослині, їх довжина і діаметр, кількість зерен у качані, маса 1000 насінин, відсоток виходу зерна, маса зерна та інші. За результатами біометричних вимірювань нами здійснено порівняльну оцінку основних параметрів качанів кукурудзи за варіантами досліджу.

Так, встановлено, що ранньостиглий гібрид кукурудзи ДН Меотида сформував на 100 рослинах у середньому за роки досліджень 98–108 продуктивних качанів, тоді як середньоранній ДБ Хотин – 93–98 продуктивних качанів залежно від варіантів допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин (табл. 2). Зростання кількості продуктивних качанів (порівняно з контролем) склало для ранньостиглого гібрида ДН Меотида 3–10 шт., або 3,1–10,2%, середньораннього гібрида ДБ Хотин – 1–5 шт., або 1,1–5,4%.

Найбільшу кількість продуктивних качанів досліджувані гібриди ранньостиглого ДН Меотида (108 качанів) та середньораннього ДБ Хотин (98 качанів) формували у варіанті 5, де передбачались допосівна обробка насіння та позакореневі підживлення у фазах 3–5 та 7–9 листків із використанням стимулятора росту, комплексних мікродобрив та добрив-компенсаторів; най-

меншу – 101 та 94 качани відповідно – у варіанті 2, де передбачалося використання для допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення лише стимулятора росту.

За результатами проведеного нами структурного аналізу качанів встановлено, що покращення живлення рослин кукурудзи позитивно впливало і на морфологічні ознаки: довжину, кількість рядів та зерен у ряду.

Так, довжина качана зростала у ранньостиглого гібрида ДН Меотида з 16,6 см на контролі до 17,3–19,2 см, або на 4,2–15,7%, у середньораннього гібрида ДБ Хотин – із 17,6 см до 19,1–20,8 см, або на 8,5–18,2%, у досліджуваних варіантах допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення.

Кількість рядів на 1 качані була величиною більшою та становила у середньому за період досліджень для ранньостиглого гібрида ДН Меотида 12–14 рядів, для середньораннього ДБ Хотин – 15–16 рядів, тоді як кількість зерен у ряду збільшувалася у ранньостиглого гібрида ДН Меотида з 36 шт. на контролі до 38–42 шт. на досліджуваних варіантах обробки насіння та позакореневого підживлення, у середньораннього гібрида ДБ Хотин – із 34 шт. до 36–42 шт. відповідно.

Важливою ознакою зернової продуктивності кукурудзи є маса качана, маса зерна у качані та %

**Таблиця 2 – Кількість продуктивних качанів та основні їх параметри залежно від варіантів допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин (середнє за 2019–2020 рр.)**

	ДН Меотида			ДБ Хотин		
	качанів на 100 рослин, шт.	довжина качана, см	зерен у ряду, шт.	качанів на 100 рослин, шт.	довжина качана, см	зерен у ряду, шт.
1. Контроль (без обробки)	98	16,6	36	93	17,7	34
2. Обробка: насіння Вимпел–К, 0,5 л/т; посівів Вимпел–2, 0,5 л/га у фази 3–5 листків та 7–9 листків	101	17,3	38	94	19,2	36
3. Обробка: насіння Вимпел–К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/га; посівів Вимпел–2, 0,5 л/га + Оракул мультикомплекс, 1,0 л/га у фази 3–5 листків та 7–9 листків	103	17,7	38	95	19,4	38
4. Обробка: насіння Вимпел–К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/т + Оракул цинк, 1,0 л/т; посівів Вимпел–2, 0,5 л/га + Оракул мультикомплекс, 1,0 л/га + Оракул цинк 1,0 л/га у фази 3–5 листків та 7–9 листків	107	18,3	41	97	20	40
5. Обробка: насіння Вимпел–К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/т + Оракул цинк, 1,0 л/т; посівів Вимпел–2, 0,5 л/га + Оракул фосфор, 2,0 л/га у фази 3–5 листків та Вимпел–2, 0,5 л/га + Оракул цинк, 1,0 л/га + Оракул магній, 2,0 л/га у фази 7–9 листків	108	19,2	42	98	20,8	42
6. Обробка: насіння Вимпел–К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/т + Оракул цинк, 1,0 л/т; посівів Оракул цинк, 1,0 л/га у фази 3–5 листків та 7–9 листків	106	17,6	40	96	19,4	38

**Таблиця 3 – Кількість продуктивних качанів та основні параметри залежно від варіантів допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин (середнє за 2019–2020 рр.)**

	ДН Меотида			ДБ Хотин		
	маса зерна з 1 качана, г	маса 1000 зерен, г	вихід зерна з качана, %	маса зерна з 1 качана, г	маса 1000 зерен, г	вихід зерна з качана, %
1. Контроль (без обробки)	125,2	300,8	81,1	157,7	293,8	78,6
2. Обробка: насіння Вимпел–К, 0,5 л/т; посівів Вимпел–2, 0,5 л/га у фази 3–5 листків та 7–9 листків	134,1	321,6	81,8	166,3	324,7	78,9
3. Обробка: насіння Вимпел–К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/га; посівів Вимпел–2, 0,5 л/га + Оракул мультикомплекс, 1,0 л/га у фази 3–5 листків та 7–9 листків	140,1	326,2	82,6	174,0	330,8	79,3
4. Обробка: насіння Вимпел–К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/т + Оракул цинк, 1,0 л/т; посівів Вимпел–2, 0,5 л/га + Оракул мультикомплекс, 1,0 л/га + Оракул цинк 1,0 л/га у фази 3–5 листків та 7–9 листків	152,6	332,8	83,3	193,3	340,3	80,5
5. Обробка: насіння Вимпел–К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/т + Оракул цинк, 1,0 л/т; посівів Вимпел–2, 0,5 л/га + Оракул фосфор, 2,0 л/га у фази 3–5 листків та Вимпел–2, 0,5 л/га + Оракул цинк, 1,0 л/га + Оракул магній, 2,0 л/га у фази 7–9 листків	159,3	337,7	83,6	208,2	346,8	80,8
6. Обробка: насіння Вимпел–К, 0,5 л/т + Оракул насіння, 1,0 л/т + Оракул цинк, 1,0 л/т; посівів Оракул цинк, 1,0 л/га у фази 3–5 листків та 7–9 листків	145,9	329,2	82,9	182,3	337,1	80,1

виходу зерна з качана. Підрахунки показали, що в середньому за роки досліджень допосівна обробка насіння та позакореневі підживлення кукурудзи на ранніх етапах росту забезпечували зростання маси зерна з 1 качана ранньостиглого гібрида ДН Меотида на 8,9–34,1 г, або 7,1–27,2%, а середньораннього гібрида ДБ Хотин – на 8,6–50,5 г, або 5,5–32,0% порівняно з контролем (табл. 3).

Наступним показником, який характеризує продуктивність рослин кукурудзи та змінювався за роками досліджень і варіантами живлення, є маса 1000 зерен. У середньому за роки досліджень маса 1000 зерен становила для ранньостиглого гібрида ДН Меотида 300,8–337,7 г, середньораннього ДБ Хотин – 293,8–346,8 г. Зростання маси 1000 зерен (порівняно з контролем) склало у ранньостиглого гібрида ДН Меотида 20,8–36,9 г, або 6,9–12,3%, тоді як у середньораннього гібрида ДБ Хотин – 30,9–53,0 г, або 10,5–18,0% (залежно від варіанта допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на ранніх фазах розвитку).

Вихід зерна з 1 качана також був величиною змінною для обох скоростиглих гібридів (як за досліджуваними варіантами допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення, так і за роками досліджень). У середньому він склав для ранньостиглого гібрида ДН Меотида 81,1–83,6%, для середньораннього ДБ Хотин – 78,6–80,8%.

**Висновки.** Таким чином, підсумовуючи результати досліджень, можна стверджувати, що досліджувані способи допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин кукурудзи стимуляторами росту та комплексними мікродобривами на ранніх фазах розвитку значно впливають на формування показників індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи.

Найвищі показники індивідуальної продуктивності забезпечує варіант 5 (Обробка насіння Вимпел–К, 0,5 л/т+ Оракул насіння, 1,0 л/т + Оракул цинк, 1,0 л/т; обробка посівів Вимпел–2, 0,5 л/га + Оракул фосфор, 2,0 л/га у фазу 3–5 листків та Вимпел–2, 0,5 л/га + Оракул цинк, 1,0 л/га + Оракул магній, 2,0 л/га у фазу 7–9 листків). Найменше зростання показників індивідуальної продуктивності (порівняно з контролем) виявлено у варіанті 2 (Обробка насіння Вимпел–К, 0,5 л/т; обробка посівів Вимпел–2, 0,5 л/га у фази 3–5 та 7–9 листків).

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Волощук О.П., Волощук І.С., Глива В.В., Пащак М.О. Біологічні вимоги гібридів кукурудзи до умов вирощування в Західному Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 22–36. URL: [https://doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-3](https://doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-3).

2. Дудка М.І., Якунін О.П., Пустовий С.І. Агроекономічна ефективність вирощування зерна кукурудзи залежно від фону удобрення та позакореневого підживлення. *Зернові культури*. Том 4. № 2. 2020. С. 313–318. URL: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0140>.

3. Господаренко Г. М. Система застосування добрив : навч. посібник. Київ : ТОВ «СІК ГРУП Україна». 2015. 332 с.

4. Шульц П. Живлення кукурудзи та оптимальний склад добрива. *Агроном*. Липень. 2020. URL: <https://www.agronom.com.ua/zhyvlyennya-kukurudzy-ta-optymalnyj-sklad-dobryva/>

5. Крестьянінов Є.В., Єрмакова Л.М., Антал Т.В. Формування врожаю та якості зерна кукурудзи залежно від фону та позакореневого підживлення в умовах Лівобережного Лісостепу. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. Том 10. № 1. С. 18–26. URL: <http://dx.doi.org/10.31548/agr2019.01.018>

6. Мазур В.А., Циганська О.І., Шевченко Н.В. Висота рослин кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 8. С. 5–12.

7. Марченко Т.Ю., Михаленко І.В., Хоменко Т.М. Біометричні показники гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від обробки мікродобривами за умов зрошення. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15. № 1. С. 71–79. DOI: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162486>.

8. Паламарчук В.Д. Вплив позакореневих підживлень на кількість качанів у гібридів кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 8. С. 24–32. URL: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-04>

9. Вожегова Р.А., Лавриненко О.Ю., Гож О.А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від стимуляторів росту та мікродобрив в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 7. С. 17–21.

10. Циков В.С., Дудка М.І., Шевченко О.М., Носов С.С. Ефективність застосування макро- і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи. *Зернові культури*. 2017. № 1. Том 1. С. 75–79.

11. Soroka, Y., Tarariko, Y., & Saydak, R. Комплексне застосування біопрепаратів і стимуляторів росту в умовах лівобережного Лісостепу. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство»*. 2017. Вип. 1(92), 85–92. URL: <https://doi.org/10.31073/zem.92.85-92>

12. Паламарчук В.Д., Підлубний В.Ф., Кричковський В.Ю., Коваленко О.А. Вміст крохмалю у зерні кукурудзи залежно від позакореневих підживлень. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 19. С. 15–27. DOI: [10.37128/2707-5826-2020-4-2](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2020-4-2).

#### REFERENCES:

1. Voloshchuk, O. P., Voloshchuk, I. S., Hlyva, V. V., Pashchak, M. O. (2019). Biologichni vymohy hibrydiv kukurudzy do umov vyroshchuvannya v Zakhidnomu Lisostepu [Biological requirements of corn hybrids to growing conditions in the western Forest-Steppe]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo – Foothill and mountain agriculture and stockbreeding*, 65, 22–36 [in Ukrainian]. [https://doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-3](https://doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-3)

2. Dudka, M. I., Yakunin, O. P., Pustovyy, S. I. (2020). Ahroekonomichna efektyvnist vyroshchuvannya zerna kukurudzy zalezno vid fonu udobrennya ta pozakorenevoho pidzhyvlyennya [Agroeconomic efficiency of maize grain growing depending on the background of fertilization and foliar top dressing]. *Zernovi kultury – Grain Crops*, 4(2), 313–318 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0140>

3. Hospodarenko, H. M. (2015). Systema zasto-suvannya dobryv: navch. posibnyk [Fertilizer applica-



tion system]. Kyiv: TOV «SIK HRUP Ukrayina». 332 p. [in Ukrainian].

4. Schultz, P. (2020). Zhyvlennya kukurudzy ta optymalnyy sklad dobrovya [Maize nutrition and optimal fertilizer composition]. *Ahronom – Ahronomist*, [in Ukrainian]. <https://www.agronom.com.ua/zhyvlennya-kukurudzy-ta-optymalnyj-sklad-dobryva/>

5. Krestyaninov, E. V., Ermakova, L. M., Antal, T. V. (2019). Formuvannya vrozhayu ta yakosti zerna kukurudzy zalezno vid fonu ta pozakorenevoho pidzhyvlennya v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu [Formation of yield and quality of corn grain depending on the background and foliar feeding in the conditions of the Left Bank Forest-Steppe]. *Roslynystvo ta hruntознаvstvo – Crop and soil science*, 10(1), 18–26 [in Ukrainian]. <http://dx.doi.org/10.31548/agr2019.01.018>

6. Mazur, V. A., Tsyganskaya, O. I., Shevchenko, N. V. (2018). Vysota roslyn kukurudzy zalezno vid tekhnologichnykh pryomiv vyroshchuvannya [Height of corn plants depending on technological methods of cultivation]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnyctvo – Agriculture and forestry*, 8, 5–12 [in Ukrainian].

7. Marchenko, T. Yu., Mikhalenko, I. V., Khomenko, T. M. (2019). Biometrychni pokaznyky hibrydiv kukurudzy riznykh hrup FAO zalezno vid obrobky mikrodoobryvamy za umov zroshennya [Biometric parameters of maize hybrids of different FAO groups depending on micronutrient treatment under irrigation conditions]. *Plant Varieties Studying and Protection*. 15(1), 71–79 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162486>.

8. Palamarchuk, V. D. (2018). Vplyv pozakorenevnykh pidzhyvlen na kil'kist kachaniv u hibrydiv kuku-

rudzy. *Visnyk ahraryoi nauky* [Influence of foliar fertilization on the number of cobs in maize hybrids]. *Visnyk ahraryoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 8, 24–32 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-04>

9. Vozhehova, R. A., Lavrynenko, O. YU., Hozh, O. A. (2016). Produktyvniyst hibrydiv kukurudzy zalezno vid stymulyatoriv rostu ta mikrodoobryv v umovakh zroshennya [Productivity of maize hybrids depending on growth stimulants and micronutrients under irrigation conditions]. *Visnyk ahraryoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 7, 17–21 [in Ukrainian].

10. Tsykov, V. S., Dudka, M. I., Shevchenko, O. M., Nosov, S. S. (2017). Efektyvnist zastosuvannya makro- i mikrodoobryv pry vyroshchuvanni kukurudzy [Efficiency of application of macro- and microfertilizers at corn cultivation]. *Zernovi kultury – Grain Crops*, 1(1), 75–79 [in Ukrainian].

11. Soroka, Y., Tarariko, Y., & Saydak, R. (2017). Kompleksne zastosuvannya biopreparativ i stymulyatoriv rostu v umovakh livoberezhnoho Lisostepu [Complex application of biologicals and growth stimulants in the conditions of the left-bank Forest-Steppe]. *Mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk "Zemlerobstvo" – Interdepartmental thematic scientific collection "Agriculture"*, 1(92), 85–92 [in Ukrainian].

12. Palamarchuk, V. D., Pidlubnyy, V. F., Krychkovskyy, V. YU., Kovalenko O. A. (2020). Vmist krokhmalu u zerni kukurudzy zalezno vid pozakorenevnykh pidzhyvlen [Starch content in corn grain depending on foliar fertilization]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnyctvo – Agriculture and forestry*, 19, 15–27 [in Ukrainian].

УДК 633.9:631.53

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.14>

## ПРОДУКТИВНІСТЬ САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ МІСКАНТУСУ ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ

НЕДІЛЬСЬКА У.І. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
[orcid.org/0000-0001-7427-0087](https://orcid.org/0000-0001-7427-0087)

Подільський державний аграрно-технічний університет

**Постановка проблеми.** За останні роки значно зросли обсяги використання альтернативних джерел енергії, тому вчені намагаються якнайдетальніше вивчити і використати їх. Як в усьому світі, так і в Україні, зважаючи на подорожчання енергоносіїв, усе більше уваги почали приділяти біопаливу, що виробляється з високопродуктивних енергетичних культур. Енергетичні рослини цінні великою врожайністю та невибагливістю до вирощування. Серед широкого спектра енергетичних культур перспективними є багаторічні злакові з періодом вегетації 10–20 років. Вони здатні рости не тільки на родючих землях сівозміни, а й на землях, не зовсім придатних для вирощування традиційних культур [1; 2]. Питання використання альтернативних джерел

енергії з відновлювальної сировини стає актуальним для сучасного суспільства, зважаючи на енергетичну кризу й екологічний стан, який погіршується з кожним роком [3; 4]. Нині вирішенням енергетичної проблеми є перехід від вичерпних до відновлювальних джерел енергії, тобто до біопалива [5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Практичний інтерес у виготовленні біопалива з фітомаси становлять свічграс (просо прутіподібне), міскантус, сорго й низка інших біоенергетичних культур. Значне місце в цьому переліку посідає міскантус – інтродукована рослина для виробництва твердих видів біопалива. За енергетичною цінністю тонна сухої маси міскантусу еквівалентна 400 кг сирої нафти. Рослини цієї культури можуть

існувати на одній ділянці протягом 15–20 років, досягаючи до 3,5 м у висоту, і давати щорічний урожай масою 18 т/га [6]. До найперспективніших енергетичних культур у світі належать представники роду *Miscanthus*, особливо міскантус гігантський. Міскантус належить до відділу покритонасінних *Angiospermal*, роду *Anderssons* і до  $C_4$ -рослин [7]. Після одноразового висаджування її повзуче кореневище щорічно утворюватиме нові пагони [8].

Дослідженнями актуальних проблем сьогодення в контексті вирощування біоенергетичних культур займаються такі вчені, як М.В. Роїк, В.Л. Курило, Г.М. Калетник, О.М. Ганженко, М.Я. Гументик та ін. Проведено експеримент щодо схожості міскантусу залежно від глибини та строків садіння ризом [9]. Ними обґрунтовано доцільності використання біоенергетичних культур із метою отримання сировини для виробництва біопалива. Однак потребує додаткового аналізу питання отримання достатньої кількості садивного матеріалу міскантусу гігантського, які впливають на масу ризом і кількість бруньок залежно від строків садіння і глибини загорання ризом у зоні Лісостепу Західного.

Одним зі шляхів підвищення продуктивності садивного матеріалу міскантусу гігантського є проведення наукових досліджень, спрямованих на вдосконалення дійсних підходів та обґрунтування строків садіння і глибини загорання ризом, які в комплексі впливатимуть на вирощування культури і формування садивного матеріалу в біоенергетичних цілях.

**Мета статті** – вивчити особливості процесу формування садивного матеріалу міскантусу гігантського залежно від строків садіння і глибини загорання ризом, удосконалити та обґрунтувати елементи технології його вирощування в умовах Лісостепу Західного.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження виконувались із сортом Осінній Зорецвіт міскантусу гігантського. Розміщення експериментальних варіантів у досліді є послідовним. Дослід включав 2 фактори: фактор А – строки посадки: I строк (II декада квітня), II строк (III декада квітня) і III строк (I декада травня); фактор В – глибина садіння ризом: 6, 9 та 12 см. Садіння ризом проводили з міжряддям 70 см і кроком садіння в рядку 70 см та загорання їх у ґрунт на глибину відповідно до варіанта досліді. Облік маси кореневища, маси

і розміру ризом проводили вимірювально-ваговим методом для кожного варіанта досліді.

**Результати досліджень.** Зона Лісостепу Західного має сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування біоенергетичних культур, зокрема і міскантусу гігантського. Наші дослідження проводили за строками садіння і глибиною загорання ризом за варіантами 6 см, 9 см, 12 см. Установлено, що формування врожаю садивного матеріалу міскантусу гігантського тісно пов'язане з ростом та розвитком кореневищ залежно від технологічних прийомів вирощування, зокрема строків садіння і глибини загорання ризом. Створення сприятливих умов для швидкого росту кореневої системи, спостереження за формуванням ризом і наявністю бруньок було головним завданням під час вибору технологічних прийомів.

Оскільки міскантус – рослина багаторічна, то під час його вирощування серед агротехнічних і організаційно-господарських заходів важливу роль перед посадкою відіграє підготовка садивного матеріалу і сам процес садіння. *Miscanthus x giganteus* є триплоїдом, не утворює насіння, має стерильний пилкок, тому його розмножують вегетативно поділом кореневищ – ризом, які висаджуються за допомогою садильної машини або вручну. Кореневище є видозміненим підземним пагоном, на якому міститься верхівкова брунька, що здатна наростати, на вузлах – редуковані листки, в пазухах яких розміщені бруньки, що утворюють надземні пагони та додаткові корені. Садіння ризом є однією з основних технологічних операцій, від якісного і своєчасного проведення якої значно залежить продуктивність цієї культури. Головною вимогою до садивного матеріалу є кількість потенційних бруньок, які мають здатність до проростання. Строки садіння і глибина загорання ризом впливають на ріст і розвиток садивного матеріалу.

Ґрунтово-кліматичні фактори та агротехнічні умови сприяли інтенсивному наростанню як надземної маси, так і маси кореневища, що дозволило підвищити коефіцієнт розмноження ризом у перший рік вегетації. У середньому за три роки досліджень на період закінчення вегетації рослин приріст кореневища залежно від строків садіння і глибини загорання ризом був більшим у перший строк садіння порівняно з іншими досліджуваними строками садіння (табл. 1).

**Таблиця 1 – Садивний матеріал міскантусу гігантського залежно від строків садіння та глибини загорання (середнє за 2017–2019 рр.)**

Строки садіння	Глибина загорання, см	Маса ризом, г		Кількість бруньок, шт.
		min	max	
I	6	728,8	1432,3	174,5
	9	801,5	1648,4	185,2
	12	753,2	1559,6	168,3
II	6	699,6	1355,5	169,7
	9	707,2	1568,4	181,3
	12	693,7	1458,6	166,7
III	6	610,7	1320,9	166,5
	9	619,5	1514,5	167,3
	12	597,9	1407,6	164,5

У результаті проаналізованих даних виявлено мінімальну масу одного кореневища, яка характеризувалася найбільшим значенням (801,5 г), у варіанта І строку садіння за глибини загорання ризом на 9 см. У вказаному варіанті максимальне значення маси кореневища складало 1 648,4 г. Під час першого строку садіння за глибини загорання ризом на 12 см мінімальна маса одного кореневища виявилася дещо меншою (порівняно з попереднім варіантом) і становила 753,2 г, а максимальна маса була 1 559,6 г. Варіант першого строку садіння з глибиною загорання ризом на 6 см за показниками маси ризом виявився найменшим, що склало 728,8 г і 1432,3 г. Відповідно до маси ризом кількість бруньок у цьому разі була також найвищою – 185,2 шт. у першого строку садіння за глибини загорання ризом на 9 см.

Інші досліджувані варіанти за другими строками садіння дали результат того, що маса одного кореневища (як за мінімальним значенням, так і за максимальним) була меншою за попередній варіант, але найбільшою за глибини загорання ризом на 9 см і складала 707,2 г і 1568,4 г. Кількість бруньок у цього варіанта становила всього 181,3 шт. Інші варіанти цього строку за глибини загорання на 6 см і 12 см виявилися дещо меншими.

Загалом, для дослідів із найменшою масою кореневища відзначено третій строк садіння у першій декаді травня. Найвищі показники маси кореневища при цьому спостерігалися за глибини загорання ризом на 9 см.

У період проведених спостережень і обліків відповідному збільшенню наземної маси сприяло підвищення наростання маси кореневища і, відповідно, виходу садивного матеріалу – ризом. Під час аналізу встановлено, що вихід садивного матеріалу – великих (4–8 бруньок) та малих (1–3 бруньок) ризом – залежав як від строку садіння, так і від їх глибини загорання (рис. 1).

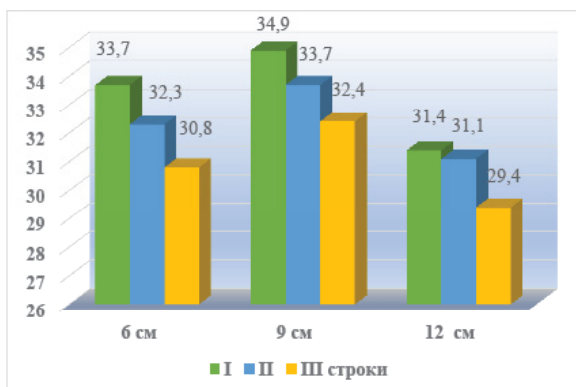


Рис. 1. Вихід садивного матеріалу міскантусу гігантського залежно від строків садіння та глибини загорання

Виявлено, що за першого строку садіння, а саме глибини загорання ризом на 9 см (відповідно до другого і третього строку садіння), отримано більшу кількість ризом (порівняно з іншими варіантами). У середньому за три роки за умов садіння в перший строк та глибини загорання ризом на 9 см отримано

садивного матеріалу великих ризом із 4–8 бруньок – 34,9 шт. Другі строки садіння аналізувалися за значенням кількості як великих ризом, так і малих (у меншій кількості).

**Висновки.** Для умов Лісостепу Західного оптимальними елементами технології вирощування міскантусу гігантського сорту Осінній Зорецвіт є садіння у другій декаді квітня із глибиною загорання ризом на 9 см. Це дає змогу отримати садивний матеріал із масою кореневищ 1648,4 г та кількістю бруньок 185,2 шт.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Кулик М.І. Енергетичні культури: навчальний посібник. Полтава : «Астрая», 2017. 150 с.
- Гументик М.Я. Перспективи вирощування багаторічних злакових культур для виробництва біопалива. *Цукрові буряки*. 2010. № 4. С. 21–22.
- Шпаар Д., Драгер Д., Каленская С., Рахметов Д. Возобновляемые растительные ресурсы. под общ. ред. Д. Шпаар. Санкт-Петербург : Пушкин, 2006. Т. 1. 416 с.
- Блюм Я.Б., Григорюк І.П., Дмитрук К.В. та ін. Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив. Київ : Аграр Медіа Груп, 2014. 360 с.
- Колодько Т.Г., Губенко В.І. Потенціал виробництва біопалива в Україні. URL: <https://www.nbv.gov.ua>.
- Купцов Н.С., Попов Е.Г. Энергоплантации. Справочное пособие по использованию энергетических растений. Минск : Конфидо, 2015. 128 с.
- Ivanyshyn V., Nedilska U., Khomina V., Klymushna R., Hryhoriev V., Ovcaruk O., Hutsol T., Mudryk K., Jewiarz M., Wrobel M., Dziedzic K. Prospects of Growing Miscanthus as Alternative Source of Biofuel. *Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation: ICORES 2017, 2018*. С. 801–812. DOI 10.1007/978-3-319-72371-6\_78.
- Гументик М.Я. Схожість міскантусу залежно від варіювання глибини садіння ризом. *Наук. праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. пр. Київ, 2011. Вип. 12. С. 55–61.*
- Квак В.М. Вплив строків садіння та глибини загорання ризом міскантусу на його польову схожість. *Цукрові буряки*. 2012. № 6. С. 15–17.

#### REFERENCES:

- Kulyk M. I. (2017). *Energetychni kultury: navchalnyj posibnyk* [Energy Cultures : Tutorial]. Poltava : «Astraya». [in Ukrainian].
- Gumentyk M. Ya. (2010). *Perspektyvy vyroshhuvannya bagatorichnyx zlakovyx kultur dlya vyrobnytstva biopalyva* [Prospects for growing perennial grasses for biofuel production]. *Czukrovi buryaky – Shugar Beet*. 4, 21-22. [in Ukrainian].
- Shpaar, D., Draher, D., Kalenskaya, S. & Rakhmetov, D. (2006). *Vozobnovlyayemye rastytel'nye resursy* [Renewable vegetation resources]. Pushkyn. [in Russian].
- Blyum, Ya. B., Grigoryuk, I. P., Dmitruk, K. V., Dubrovin, V. O., Yemes, A. I., Kaletnik, G. M., Melnichuk, M. D. ... Cigankov, S. P. (2014). *Systema vykorystannya bioresursiv i novitnikh biotekhnologiya otrymannya alternatyvnykh palyv* [System of bioresources usage

and modern biotechnology in production of alternatives fuels]. Kyiv: Agrar Media Grup [in Ukrainian]

5. Kolodko T. G., Gubenko V. I. Potencial vyrobnyctva biopalyva v Ukraini. URL : <https://www.nbu.gov.ua>.

6. Kuptsov, N. S., Popov E. G. (2015). Energoplan-tatsii. Spravochnoe posobie po ispolzovaniyu energet-icheskikh rasteniy [Energy Plantation. Reference manual on the use of energy plants]. Minsk : Konfido. [in Russian].

7. Ivanyshyn, V., Nedilska, U., Khomina, V., Kly-mysnena, R., Hryhoriev, V., Ovcharuk, O., Hutsol, T., ... Dziedzic, K. (2018). *Prospects of Growing Miscanthus*

as Alternative Source of Biofuel. In Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation: ICORES 2017, pp. 801-812. DOI 10.1007/978-3-319-72371-6\_78.

8. Humentyk M. Ya. (2011). Germination ability of mis-canthus depending on variations of rhizomes planting depth. *Nauk. Praci inst. bioenergy. kul't, cukrov. burâkiv* [Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 12, 55-61. [in Ukrainian].

9. Kvak V. M. (2012). Influence of rhizome planting time and the depth of placement on its field germination. *Tsukrovi buriaky* [Sugar beet], 6, 15-17. [in Ukrainian].

УДК 633.15:632.954.631.8

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.15>

## ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОБРЮВАЛЬНОГО ЗРОШЕННЯ КУКУРУДЗИ З ВИКОРИСТАННЯМ РІДКИХ І ТВЕРДИХ ФОРМ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

**ОНОПРИЄНКО Д.М.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

[orcid.org/0000-0003-1703-0479](https://orcid.org/0000-0003-1703-0479)

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Постановка проблеми.** У технології виробництва зерна кукурудзи на зрошуваних землях велике значення має система вдобрення, тому що ця культура характеризується довготривалим періодом вегетації і споживанням великої кількості поживних речовин. Правильне поєднання вдобрення і поливів є одним із найважливіших факторів інтенсифікації виробництва кукурудзи в зонах зрошуваного землеробства.

За результатами проведених досліджень у 2016–2018 рр. в умовах північного Степу України встановлено високу ефективність удобрювального зрошення (фертигація) рідкими і твердими мінеральними добривами на чорноземах звичайних під час виробництва зерна кукурудзи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Важливість та актуальність проблеми забезпечення вологою і поживними речовинами посівів кукурудзи і ступінь їх впливу на величину врожайності і якості зерна не викликає сумнівів.

Правильно використовуючи мінеральні добрива, можна забезпечити збалансоване живлення рослин, не допускати дефіциту або надлишку елементів живлення, досягти не тільки високої продуктивності, а й поліпшення якісних показників [1].

Зважаючи на кількість наукових публікацій, головна роль у процесі розробки наукових основ живлення кукурудзи в умовах зрошення належить саме азоту (N) [2]. Велике значення при цьому приділяють з'ясуванню впливу живлення і зволоження на розвиток рослин і формування врожаю [3].

Традиційна технологія внесення мінеральних добрив у зрошуваному землеробстві була механічно перенесена з неполивного землеробства, де за допомогою причіпних або навісних відцентрових розкидачів добрива розподіляють поверхнею поля

з подальшим загортанням у ґрунт за допомогою оранки, культивування, або боронування [4; 5].

Нерівномірність унесення добрив (навіть із непорушеними властивостями) деякими розкидачами досягала 30%, що викликало значні недобори врожаю [6]. У Німеччині задовільним вважають відхилення від норми не більше 10%, а максимальне – не більше 20% [7].

Нерівномірне розкидання поверхнею ґрунту, особливо надмірної кількості добрив, призводять до нерационального використання, негативних наслідків не тільки для рослин, а і для ґрунту (надлишок поживних речовин в одних і відсутність в інших місцях, нітратне забруднення тощо), які часто не вдається виправити [8; 9].

Саме з цих причин у системі інтенсивної технології вирощування кукурудзи все більше застосовують прогресивний спосіб внесення мінеральних добрив разом із поливною водою, що отримав назву «фертигація», або «удобрювальне зрошення» [10]. Внесення добрив одночасно з поливом створює можливість оптимізації постачання рослин вологою і легкодоступними формами поживних речовин протягом усього вегетаційного періоду. Фертигація докорінно вирішує проблему рівномірного розподілу на площі добрив в активному шарі ґрунту до рівня рівномірності розподілу поливної води, що оцінюється коефіцієнтом варіації не вище 20% [8]. Крім цього, важливою перевагою цього способу є можливість подання поживних речовин із добрив невеликими дозами протягом вегетаційного періоду, коли рослини його найбільше потребують, без пошкодження листя (як механічно, так і через хімічні опіки) [11].

Короткий огляд наукових публікацій і результати проведених нами раніше досліджень переконують

у тому, що фертигація за програмування врожаїв зерна кукурудзи стає одним із головних факторів підвищення ефективності використання поливної води, добрив, зрошуваних земель і дощувальної техніки [10]. На сучасному етапі розвитку поливного землеробства необхідно впроваджувати новітні ефективні агротехнології, які передбачають зниження доз мінеральних добрив та підвищення їх окупності в 1,5–2 рази за рахунок оптимізації строків і способів внесення [6].

**Мета статті** – вивчити вплив різних способів внесення твердих і рідких мінеральних добрив на ефективність агротехнології виробництва зерна кукурудзи в умовах зрошення північного Степу України.

**Матеріали та методика досліджень.** Польові досліді з вивчення впливу різних способів внесення мінеральних добрив на врожайність зерна кукурудзи проводили на полях у селянському фермерському господарстві «АІСТ» Синельниківського району Дніпропетровської області протягом 2016–2018 років.

На дослідних ділянках вивчали чорноземи звичайні малогумусні важкосуглинкові з такими основними характеристиками, як об'ємна маса шару ґрунту 0–70 см складає 1,96 г/см<sup>3</sup>, найменша вологоємність (НВ) – 24,1%, діапазон активної вологи в гумусованій частині профілю ґрунтів складає 25,79–30,41%, запаси продуктивної вологи в шарі 0–50 та 0–70 см відповідно – 2420 та 3550 м<sup>3</sup>/га (за найменшої вологоємності ґрунту). Потужність гумусованого шару становить 70–75 см, а вміст органічної речовини в орному шарі ґрунту за Тюрнімом – 2,6–3,0%. Нітратного азоту N-NO<sub>3</sub> (за Кравковим) в 1 кг сухого ґрунту містилось 8,2–20,6, рухомого фосфору P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (за Чириковим) – 134–145, обмінного калію K<sub>2</sub>O (за Чириковим) – 175–188 мг/кг ґрунту. Підґрунтові води залягають на глибині більше 15 м. Загальна площа поля 120 га, посівна площа дослідних ділянок 16,2 га, облікова площа 12,5 га, повторність – чотириразова.

Погодні умови за роки досліджень були сприятливими для вирощування кукурудзи в умовах зрошення. За вегетаційний період (травень–вересень) 2016 року випало 373 мм дощів, у 2017 р. – 177 мм, а у 2018 році – 157 мм.

У дослідях висівали середньостиглий гібрид кукурудзи ДКС 4351 (ФАО 350) густотою 80 тис. рослин на гектарі. Вивчали норми мінеральних добрив, розраховані для одержання врожаю зерна 12 т/га. Передбачали також варіант без добрив і без поливу. Технологія вирощування кукурудзи була загальноприйнятою для цієї культури в зоні північного Степу України. Поливи проводили широкозахватною дощувальною машиною фронтальної дії виробництва фірми Reinke (USA, Sistem Serial No: 1212-54432-2065/2060 MAXI). Ширина поливу машиною – 375,2 м із витратою води 113 л/с. Розчин мінеральних добрив дозували в поливну воду спеціальним гідропідживлювачем фірми MILTON ROY (USA, Manual No: 53873) з максимальною продуктивністю 110 галонів за годину, або 416 літрів. Поливний режим передбачав підтримання вологості ґрунту в активному шарі не нижче 70–80% НВ. Зро-

шувальна норма становила у 2016 р. – 2100 м<sup>3</sup>/га, у 2017 р. – 2400, а у 2018 р. – 2500 м<sup>3</sup>/га.

Із твердих мінеральних добрив застосовували сечовину (карбамід), амофос і калійні добрива (компанія Kalium Makosh, Польща). Із рідких азотних добрив використовували КАС-32. Амофос вносили у розрахункових дозах на ділянках під оранку восени, азотні – відповідно до програми досліджень під культивуацію і з поливною водою, а калійні добрива – під культивуацію навесні.

Дози мінеральних добрив для одержання запланованого врожаю зерна кукурудзи 12 т/га обчислювали балансовим методом з урахуванням вмісту основних елементів живлення в орному шарі ґрунту. Розрахункові дози становили N<sub>200</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub>.

На всіх варіантах дослідів щороку у фазу 3–4 листків вносили добрива «Паверфол Цинкат» оприскувачем дозою 150 мл на 100 л води для попередження хлорозу і коригування дефіциту цинку в рослинах. У фазу 9–10 листків вносили гербіцид «Елюміс 105 ОД» оприскувачем нормою 1,7 л/га для захисту посівів від однорічних та багаторічних злакових та дводольних бур'янів. У фазу викидання волотей вносили інсектицид «Кораген Du Pont» самохідним оприскувачем нормою 150 мл/га для контролю кукурудзяного стеблового метелика.

Із метою вивчення ефективності внесення твердих і рідких форм мінеральних добрив із поливною водою (порівняно з традиційним розкидним способом) і визначення оптимальних параметрів фертигації під час вирощування кукурудзи на зерно були розроблені різні варіанти.

Технологічні схеми внесення мінеральних добрив були такими:

I – під культивуацію перед сівбою (карбамід) врозкид повною нормою N<sub>200</sub> і під осінню оранку (амофос) нормою P<sub>90</sub> під час зрошення;

II – під культивуацію перед сівбою (КАС-32) нормою N<sub>200</sub> самохідним оприскувачем і під осінню оранку (амофос) нормою P<sub>90</sub> під час зрошення;

III – роздрібно з поливною водою повною нормою N<sub>200</sub> (карбамід) під час проведення вегетаційних поливів (фертигація);

IV – роздрібно з поливною водою повною нормою N<sub>200</sub> (КАС-32) під час проведення вегетаційних поливів (фертигація).

Також у дослідях передбачали контрольний варіант без добрив. За всіма наведеними технологічними схемами рідкі калійні добрива нормою K<sub>60</sub> вносили самохідним оприскувачем під передпосівну культивуацію.

**Результати досліджень.** У таблиці 1 наведені дані з визначення вмісту нітратів (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) у 0–60-сантиметровому шарі ґрунту залежно від способів внесення азотних добрив під час програмування врожаю на 12 т/га зерна кукурудзи. Наведені дані вказують на те, що вміст азоту, який відіграє важливу роль у продуктивності рослин в умовах зрошення, залежить від способів та строків внесення добрив (табл. 1). Під час розкидання карбаміду поверхнею ґрунту навесні перед культивуацією нітрати мігрують із кореневого шару, тому він поступово збіднюється. До періоду інтенсивної потреби рослин кукурудзи в

азоту (10–12 листків) нітратів у ґрунті було менше, ніж у період 5–6 листків, на 15,3%, а у фазі молочної стиглості зерна – на 50,3%. Під час внесення розчину КАС-32 оприскувачем на поверхню ґрунту відмічали зменшення його в ґрунті від фази 5–6 листків до молочної стиглості зерна, що свідчить про значне споживання азоту кукурудзою в основні фази

онтогенезу. До періоду інтенсивної потреби рослин кукурудзи в азоті (10–12 листків)  $\text{NO}_3^-$  у ґрунті було менше, ніж у період 5–6 листків на 19,6%, а у фазі молочної стиглості зерна – на 37,7%. У варіанті без добрив спостерігали таку ж саму тенденцію до зменшення нітратного азоту в ґрунті (на 29,8% та 50,8%, відповідно).

**Таблиця 1 – Вміст нітратів у ґрунті залежно від способів внесення азотних добрив (середнє за 2016–2018 рр.), мг/кг ґрунту**

Спосіб внесення мінеральних добрив	Фаза розвитку кукурудзи		
	5-6 листків	10-12 листків	молочна стиглість зерна
1 – норма $N_{200}$ карбамід врозкид на поверхні ґрунту під культивуацію навесні	30,8	26,1	15,3
2 – норма $N_{200}$ карбамід роздрібно з поливною водою	20,5	25,8	23,8
3 – норма $N_{200}$ КАС-32 оприскувачем на поверхні ґрунту під культивуацію навесні	31,6	25,4	19,1
4 – норма $N_{200}$ КАС-32 роздрібно з поливною водою	23,3	26,3	24,7
Без добрив (контроль)	8,2	5,76	4,04

Способи і строки внесення азотних добрив (карбамід і КАС-32) з поливною водою значно впливали на поживний режим ґрунту. Сприятливі умови зволоження і температура повітря значно поліпшували азотний режим ґрунту за рахунок добрив і підвищення нітрифікаційної здатності. Відмічена максимальна кількість мінерального азоту в ґрунті на початку вегетації під час внесення туків під культивуацію, що говорить про підвищення енергії нітрифікації.

Це зумовлювалось інтенсивним зростанням нітрифікаційних процесів у ґрунті за рахунок створення оптимальних умов (вологість ґрунту була не нижче 70–80% НВ, температура повітря протягом вегетації 20–25° С, добра аерація) і низьким споживанням  $\text{NO}_3^-$  рослинами кукурудзи на початку вегетації. Водночас під час застосування добрив

дозою  $N_{200}$  разом із поливною водою коливання нітратів у ґрунті на цей період були меншими і до того ж містилося їх, особливо у фазі молочної стиглості зерна, значно більше, що позитивно вплинуло на врожай. Внесення мінеральних добрив КАС-32 з поливною водою роздрібно під час вегетаційних поливів забезпечувало максимальну кількість нітратного азоту у фазу молочної стиглості зерна (24,7 мг/кг ґрунту, табл. 1). У фазі повної стиглості зерна кукурудзи як за удобрювального зрощення, так і без добрив кількість мінерального азоту в ґрунті виявилась майже однаковою.

На всіх удобрених фонах кількість продуктивних качанів кукурудзи виявилась майже однаковою, але абсолютна маса зернин у них відрізнялася (табл. 2). Значно більшою вона була за внесення мінеральних добрив разом із поливною водою.

**Таблиця 2 – Продуктивність гібрида кукурудзи ДКС 4351 залежно від способів внесення мінеральних добрив (середнє за три роки)**

Спосіб внесення мінеральних добрив	Кількість продуктивних качанів на 100 рослин	Маса одного качана, г	Вихід зерна, %	Маса 1000 зернин, г
Без добрив (контроль)	97	161	80	268,3
норма $N_{200}$ карбамід врозкид на поверхні ґрунту під культивуацію навесні	101	202	87	332,1
норма $N_{200}$ КАС-32 оприскувачем на поверхні ґрунту під культивуацію навесні	101	203	88	334,0
норма $N_{200}$ карбамід роздрібно з поливною водою	101	236	87	370,1
норма $N_{200}$ КАС-32 роздрібно з поливною водою	101	238	89	366,1

Результати обліку врожаю показали, що маса 1000 зернин була максимальною (370,1 г) під час унесення карбаміду дозою  $N_{200}$  роздрібно разом із поливною водою (фертигація), а мінімальною вона була на ділянках, де добрива не застосовували (268,3 г).

Були встановлені відмінності в середній масі качана (табл. 2). Найбільша маса качана (238 г) відмічена під час унесення КАС-32 дозою  $N_{200}$  роздрібно разом із поливною водою, а мінімальною вона була на ділянках без добрив (161 г).

Порівняно з традиційною технологією внесення мінеральних добрив поверхнево в розкид або оприскувачем за фертигації з карбамідом збільшувалась маса одного качана на 34 г, а за фертигації з КАС-32 – на 35 г.

Внесення КАС-32 роздрібно з поливною водою порівняно з одноразовим внесенням оприскувачем збільшувало вихід зерна на 1%, а за різних способів внесення карбаміду вихід зерна не змінювався.

Фертигація карбамідом і КАС-32 створювала сприятливі умови для росту і розвитку рослин кукурудзи. Її позитивний вплив відмічали на збільшенні маси 1000 зернин, середньої маси качанів і виході зерна.

Наведені в таблиці 3 дані однозначно вказують на те, що фактична врожайність зерна гібрида кукурудзи ДКС 4351 за внесення мінеральних добрив з поливною водою була вищою, ніж за традиційної технології їх внесення.

**Таблиця 3 – Вплив способів внесення мінеральних добрив на урожайність зерна гібрида кукурудзи ДКС 4351, т/га**

Спосіб внесення мінеральних добрив	2016 р.	2017 р.	2018 р.	Середнє за три роки
Без добрив (контроль)	4,8	5,2	5,7	5,3
норма N <sub>200</sub> карбамід врозкид на поверхні ґрунту під культивуацію навесні	12,3	12,4	12,7	12,4
норма N <sub>200</sub> КАС-32 оприскувачем на поверхні ґрунту під культивуацію навесні	12,4	12,5	12,7	12,5
норма N <sub>200</sub> карбамід роздрібно з поливною водою	12,8	12,9	13,0	12,9
норма N <sub>200</sub> КАС-32 роздрібно з поливною водою	12,8	12,7	12,8	12,7

НІР<sub>05</sub> для способів і термінів внесення добрив – 0,24 т/га

Максимальну врожайність зерна кукурудзи (в середньому за три роки) одержали за внесення карбаміду нормою N<sub>200</sub> з поливною водою під час вегетаційних поливів – 12,9 т/га, а за внесення КАС-32 нормою N<sub>200</sub> з поливною водою під час вегетаційних поливів урожайність зерна була меншою всього на 0,2 т/га (табл. 3).

Під час оцінювання будь-якого технологічного заходу важливо враховувати його вплив не тільки на величину врожаю, а і на його споживчі якості. Під час зрощення разом зі збільшенням урожаїв часто спостерігається погіршення якості зерна, а саме

зменшення білка. У таблиці 4 наводяться результати визначення білка, жирів, крохмалю і клітковини, які показали, що під час внесення різними способами розрахункових доз мінеральних добрив уміст білка у зерні кукурудзи зростав, але суттєво не впливав на вміст крохмалю, жиру і клітковини в зерні. Під час фертигації карбамідом уміст білка в зерні зростав на 0,54% порівняно з варіантом, де його вносили врозкид поверхнево, а фертигація КАС-32 забезпечила зростання білка в зерні на 0,12% порівняно з варіантом, де його вносили оприскувачем одноразово.

**Таблиця 4 – Якість зерна гібрида кукурудзи ДКС 4351 залежно від способів внесення азотних добрив (середнє за 2016–2018 рр.)**

Спосіб внесення азотних добрив і доза	Вміст у зерні, %			
	сирий білок	жир	крохмаль	клітковина
Без добрив (контроль)	7,11	3,28	61,8	2,9
норма N <sub>200</sub> карбамід врозкид під культивуацію навесні	7,61	3,52	62,9	2,9
норма N <sub>200</sub> КАС-32 оприскувачем під культивуацію навесні	7,83	3,58	62,7	2,9
норма N <sub>200</sub> карбамід роздрібно з поливною водою	8,15	3,12	63,1	3,0
норма N <sub>200</sub> КАС-32 роздрібно з поливною водою	7,95	3,47	63,2	3,0

**Висновки.** За результатами проведених трирічних досліджень установлено високу ефективність удобрювального зрошення (фертигація) на чорноземах звичайних під час виробництва зерна гібрида кукурудзи ДКС 4351 взамін традиційним способом унесення мінеральних добрив.

Доведено, що внесення мінеральних добрив вроздріб із поливною водою (фертигація) покращувало поживний режим чорнозему звичайного. Під час розкидання карбаміду на поверхні ґрунту навесні

перед культивуацією і внесенні розчину КАС-32 обприскувачем на поверхні ґрунту одноразово нітрати мігрують із кореневого шару і він поступово збіднюється. У фазі молочної стиглості зерна вміст нітратів у ґрунті під час унесення карбаміду з поливною водою був вищим на 64,3%, а за внесення розчину КАС-32 з поливною водою – вищим на 77,3% порівняно з традиційним способом їх унесення.

Установлено, що за фертигації (порівняно з традиційною технологією внесення карбаміду) збіль-

шувалась маса одного качана на 34 г, а за фертигації з КАС-32 – на 35 г, абсолютна маса зернин у качані, а також вихід зерна кукурудзи. За фертигації карбамідом і КАС-32 відмічена тенденція до зростання білка в зерні кукурудзи. Роздільне внесення з поливною водою цих добрив сприяло також зростанню кількості білка з одиниці площі.

Максимальну врожайність зерна кукурудзи за три роки досліджень одержали за внесення карбаміду нормою  $N_{200}$  із поливною водою під час вегетаційних поливів (12,9 т/га), а за внесення КАС-32 тією ж нормою з поливною водою врожайність зерна була дещо меншою і становила 12,7 т/га, тобто приріст урожаю порівняно з контролем становив 7,4–7,6 т/га. На ділянках, де добрива не вносили (контроль), врожайність зерна становила всього 5,3 т/га.

Результати досліджень свідчать про те, що поєднання поливів із внесенням мінеральних добрив (фертигація) є ефективним шляхом заощадження енергетичних і матеріальних ресурсів, підвищення врожайності і якості врожаю зерна кукурудзи, охорони ґрунту від деградації.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Barlog P., Frckowiak-Pawlak K. Effect of Mineral Fertilization on Yield of Maize Cultivars Differing in Maturity Scale. *Acta Sci. Pol. Agricultura*. 2008. № 7. P. 5–17.

2. Jingjing Li, Wenjing Zang, Yaojun Li, Derek Heeren, Haijun Yan. Comparison of nitrogen fertigation management strategies for center-pivot irrigated maize in the subhumid area of China. *ASABE Annual International Meeting*, Paper No. 1801036, 2018, Detroit, Mich. 9 p. Doi: 10.13031/aim.201801036

3. Lamm F.R., Schlergel A.J., Clark G.A. Development of a best management practice for nitrogen fertigation of corn using SDI. *Applied engineering in agriculture*. American society of agricultural engineers. 2004. Vol. 20. P. 211–220.

4. Selbie D.R., Buckthought L.E., Shepherd M.A. The challenge of the urine patch for managing nitrogen in grazed pasture systems. *Advances in Agronomy*. 2015. Vol. 129. P. 229–292.

5. Anna Biau, Francisca Santiveri, Iker Mijangos, Jaime Lloveras. The impact of organic and mineral fertilizers on soil quality parameters and the productivity of irrigated maize crops in semiarid regions. *European Journal of Soil Biology*. 2012. Vol. 53. P. 56–61. doi.org/10.1016/j.ejsobi.2012.08.008

6. Ківер В.Х., Онопрієнко Д.М. Енергозаощадлива агротехнологія виробництва зерна кукурудзи на зрошуваних землях. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 4. с. 74–81. doi: 10.31073/agrovisnyk.201904-11

7. Scherer H.W. *Fertilizers and fertilization*. Elsevier Ltd. 2005. P. 20–26.

8. Mohammad Esmaeil Asadi, Roberto Clemente, Ashim Das Gupta, Rainer Loof, Gunner K. Hansen. Impacts of fertigation via sprinkler irrigation on nitrate leaching and corn yield in an acid-sulphate soil in Thailand. *Agricultural Water Management*. 2002. Vol. 52(3). P. 197–213. doi: 10.1016/S0378-3774(01)00136-6

9. Vozhehova R.A., Maliarchuk M.P., Biliaieva I.M., Markovska O.Y., Maliarchuk A.S., Tomnytskyi A.V., Lyk-

hovyd P.V., Kozyrev V.V. The effect of tillage system and fertilization on corn yield and water use efficiency in irrigated conditions of the South of Ukraine. *Biosystems Diversity*. 2019. Vol. 27(2). P. 125–130. doi:10.15421/011917

10. Onopriienko D., Kharytonov M. The effects of irrigation and nitrogen application rates on yield and quality of corn in the Steppe zone of Ukraine. *Agriculture & Forestry*. 2019. Vol. 65. P. 157–164. DOI: 10.17707/ Agriculture-Forest.65.1.16

11. King B.A., Wall R.W., Karsky T.F. Center-pivot irrigation for independent site-specific management of water and chemical application. *Applied Engineering in Agriculture*. 2009. Vol. 25(2). P. 187–198.

#### REFERENCES:

1. Barlog P., Frckowiak-Pawlak K. (2008). Effect of Mineral Fertilization on Yield of Maize Cultivars Differing in Maturity Scale. *Acta Sci. Pol. Agricultura*, № 7, 5–17.

2. Jingjing Li, Wenjing Zang, Yaojun Li, Derek Heeren, Haijun Yan. (2018). Comparison of nitrogen fertigation management strategies for center-pivot irrigated maize in the subhumid area of China. *ASABE Annual International Meeting*.

3. Lamm F.R., Schlergel A.J., Clark G.A. (2004). Development of a best management practice for nitrogen fertigation of corn using SDI. *Applied engineering in agriculture*. American society of agricultural engineers, 20, 211–220.

4. Selbie D.R., Buckthought L.E., Shepherd M.A. (2015). The challenge of the urine patch for managing nitrogen in grazed pasture systems. *Advances in Agronomy*, 129, 229–292.

5. Anna Biau, Francisca Santiveri, Iker Mijangos, Jaime Lloveras. (2012). The impact of organic and mineral fertilizers on soil quality parameters and the productivity of irrigated maize crops in semiarid regions. *European Journal of Soil Biology*, 53, 56–61.

6. Kiver V.Kh., Onopriienko D.M. (2019) Enerhozaoschadlyva ahrotekhnolohiia vyrobnytstva zerna kukurudzy na zroshuvanykh zemliakh [Energy-saving agrotechnology of corn grain production on irrigated lands]. *Bulletin of Agricultural Science*, № 4, 74–81 [in Ukraine].

7. Scherer H. W. (2005). *Fertilizers and fertilization*. Elsevier Ltd, 20–26.

8. Mohammad Esmaeil Asadi, Roberto Clemente, Ashim Das Gupta, Rainer Loof, Gunner K. Hansen. (2002). Impacts of fertigation via sprinkler irrigation on nitrate leaching and corn yield in an acid-sulphate soil in Thailand. *Agricultural Water Management*, 52, 197–213.

9. Vozhehova R. A., Maliarchuk M. P., Biliaieva I. M., Markovska O. Y., Maliarchuk A. S., Tomnytskyi A. V., Lyk-hovyd P. V., Kozyrev V. V. (2019). The effect of tillage system and fertilization on corn yield and water use efficiency in irrigated conditions of the South of Ukraine. *Biosystems Diversity*, 27, 125–130.

10. Onopriienko D., Kharytonov M. (2019). The effects of irrigation and nitrogen application rates on yield and quality of corn in the Steppe zone of Ukraine. *Agriculture & Forestry*, 65, 157–164.

11. King B. A., Wall R. W., Karsky T. F. (2009). Center-pivot irrigation for independent site-specific management of water and chemical application. *Applied Engineering in Agriculture*, 25, 187–198.



## УРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ СОРТОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

**РОЖКО І.І.** – асистент  
*orcid.org/0000-0002-0646-4004*  
**КУЛИК М.І.** – доктор сільськогосподарських наук  
*orcid.org/0000-0003-0241-6408*  
Полтавська державна аграрна академія

**Постановка проблеми.** Отримання додаткового прибутку завжди було й залишається актуальним для сільськогосподарських агровиробників. Не менш важливим є питання задоволення потреб людства в енергії, що визначаються трьома основними факторами: зростанням населення, економічним розвитком суспільства та науково-технічним рівнем виробничих процесів [1]. Особливо важливим є питання вирощування нішевих культур. До таких культур можна зарахувати й «енергетичні», які вирощують задля отримання біомаси на маргінальних землях, тобто тих, які не задіяні для вирощування сільськогосподарських культур. До найбільш вивчених енергетичних культур науковці уналежують [2]: міскантус гігантський (*Miscanthus x giganteus* J.M. Greef & Deuter ex Hodkinson & Renvoize), вербу прутувидну (*Salix Viminalis* L.) і просо прутуподібне (*Panicum virgatum* L.). Остання культура є більш адаптованою до умов вирощування, розмножується через насіння, обсяги якого необхідно збільшувати у зв'язку з потребами виробництва для закладки нових енергоплантацій.

За вирощування проса прутуподібного задля отримання якісного насіннєвого матеріалу важливе місце мають елементи агротехнології. При цьому сортові особливості культури на тлі умов вирощування мають відповідні реакції за застосовувані чинників, особливо цинотичних, які впливають на формування насіннєвої продуктивності [3; 4]. За сучасних умов вагоме наукове й практичне значення має розробка елементів біологізації агротехнологій вирощування проса прутуподібного, що передбачають застосування своєчасного і якісного обробітку ґрунту, строків сівби, обґрунтованих норм висіву насіння, внесення збалансованих доз добрив та ін.

Отож, вивчення шляхів удосконалення елементів сортової технології та їх ефективності застосування є актуальним щодо збільшення врожайності насіння проса прутуподібного. Це є також важливим для отримання якісного насіннєвого матеріалу та закладки високопродуктивних енергоплантацій. Це дозволить отримати поновлювану енергоємну рослинну сировину з енергетичних культур для виробництва біопалив та сприятиме зменшенню енергетичної залежності населення територіальних громад.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У роботах М.В. Роїка [5], Д.Б. Рахметова [6], В.Л. Курила [7], В.А. Дороніна [8], М.Я. Гументика

[9], та інших учених України [10–11] започатковано розв'язання проблеми вдосконалення технології вирощування багаторічних злакових енергетичних культур.

Визначено, що для закладки енергопосівів проса прутуподібного необхідно ретельно підготувати поле заздалегідь [12], що передбачає проведення комплексу технологічних заходів із ретельного обробітку ґрунту як у літньо-осінній, так і у весняний періоди.

Відомо, що для проса прутуподібного необхідно проводити агрономічне управління енергопосівами протягом перших 2–3 років. При цьому встановлено, що найбільша врожайність біомаси досягається через 3–4 роки від часу сівби культури зі стабільним щорічним збільшенням тренду продуктивності [13]. Визначено, що рослини проса прутуподібного здатні забезпечувати насіннєву продуктивність із першого року вегетації [14].

Проведені комплексні дослідження в умовах України засвідчують необхідність урахування адаптивних властивостей сортів проса прутуподібного, елементів структури врожаю та екологічних чинників під час планування агротехнології вирощування культури [15–17].

Визначено, що найбільш оптимальні умови для проса прутуподібного створюють різними агротехнічними заходами до й після сівби, підбором відповідних сортів, сільськогосподарських знарядь й оптимальних строків сівби. При цьому необхідно враховувати агробіологічні особливості регіону й погодні умови року та ін. [18–20]. З огляду на це, вивчення особливостей формування насіннєвої врожайності сортименту проса прутуподібного залежно від елементів продуктивності має вагоме значення.

**Метою статті** є вдосконалення елементів сортової технології вирощування проса прутуподібного для збільшення насіннєвої врожайності в умовах центрального Лісостепу України.

**Матеріал і методи досліджень.** Польові дослідження проведені в умовах 2018–2020 років на чорноземах звичайних середньогумусних. Структура орного шару ґрунту – пилувато-грудкувата, підорного – грудкувата-зерниста.

Експеримент закладено та проведено у польовому двофакторному досліді. В схему досліді були включені такі чинники: фактор А: варіант 1 – контроль (сівба необробленим насінням), варіант 2 – застосування запропонованого способу допосівної

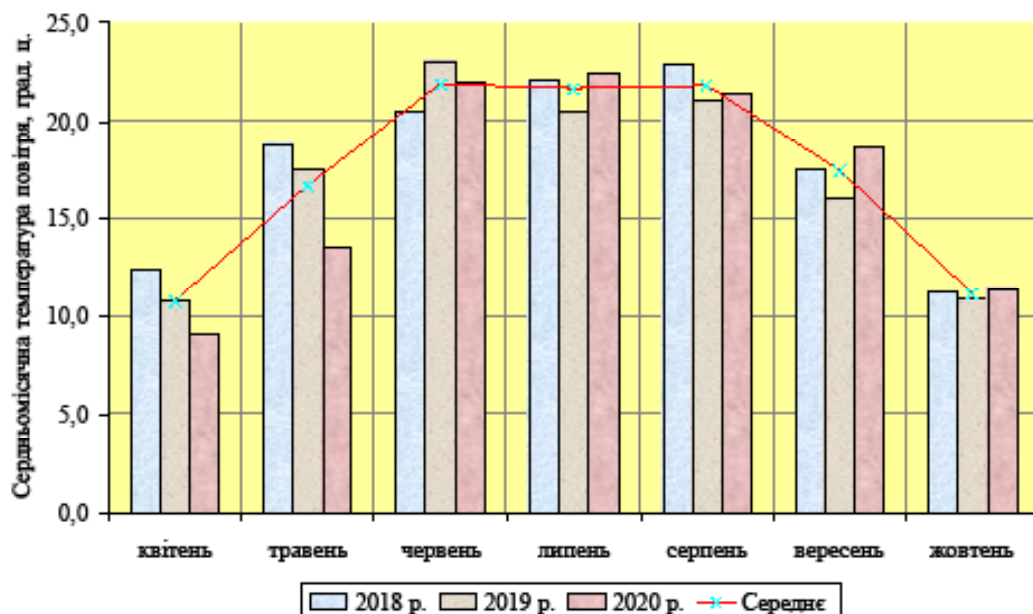
підготовки насіння (обробка насіння препаратом Гуміам), та фактор Б: ширина міжряддя: 30 см, 45 см, 60 см і 75 см.

Технологія вирощування проса прутоподібного на насіння поєднувала: основний обробіток ґрунту за типом напівпару (після збирання попередника здійснювали дискування стерні у два сліди дисковими боронами), на початку вересня проводили оранку ґрунту з подальшими трьома культивуваннями залежно від проростання бур'янів протягом осіннього періоду. Навесні, за настання фізичної стиглості ґрунту, здійснювали закриття вологи (боронування легкими боронами), за проростання бур'янів проводили культивування, яку повторювали через тиждень для створення умов для рівномірної заробки насіння. Сівбу здійснювали розрахунковою нормою висіву насіння з урахуванням заходів передпосівної підготовки насіння

(варіант 1 – без обробки насіння (контроль), варіант 2 – обробка насіння препаратом Гуміам за різної ширини міжряддя становила 30 см, 45 см (контроль), 60 і 75 см. До і після сівби проводили коткування ґрунту. У разі появи сходів проса прутоподібного здійснювали міжрядні обробітки фрезерними культиваторами, які повторювали залежно від з'явлення бур'янів. Облік насінневого врожаю обраховували зі снопових зразків, що відбирали у 4-кратній повторності з кожної ділянки з подальшим перерахунком на 1 га.

Експеримент закладено і проведено відповідно до методики дослідної справи в агрономії [21] та з урахуванням методичних рекомендацій [22–23].

Погодні умови (за температурою повітря) були близькими до середньомісячних показників, а кількість опадів була досить мінливим показником за період вегетації проса прутоподібного (рис. 1, 2).



**Рис. 1. Погодні умови (середньомісячна температура повітря, °C) за період вегетації проса прутоподібного, 2018–2020 рр.**

У 2018 році у весняний період температура повітря перевищувала середньорічні значення з подальшою стабілізацією показника у літній період (із незначним збільшенням у серпні). У 2019 році температура повітря квітня була на рівні середніх значень із подальшим збільшенням цього показника у травні й червні. У липні, серпні і вересні спостерігалось зниження температур повітря порівняно з нормою.

Зменшення температури повітря (порівняно із середньобогаторічними показниками у 2020 році) виявлено у квітні й травні. Майже на рівні норми температура була протягом усього літнього періоду зі значним збільшенням у вересні.

Надмірна кількість опадів відмічена у травні й червні 2020 року, липні й вересні 2018 року. Умови зволоження 2019 року були нижчими за середньобогаторічні показники.

Результати досліджень обраховано з використанням математичної статистики з урахуванням  $HP_{05}$  та рівня значущості менше 5,0%.

**Результати досліджень.** Проведення досліджень протягом 2018–2020 рр. дало можливість установити різну реакцію сортів проса прутоподібного за врожайністю насіння на елементи технології вирощування (табл. 1–4).

На контрольних варіантах найбільшу насіннєву врожайність (0,68 т/га) фіксували за вирощування проса прутоподібного сорту Зоряне за ширини міжряддя 60 см. На однаковому рівні цей показник був за ширини міжряддя 45 і 75 см (0,66 т/га), найменше – за ширини міжряддя 30 см (0,52 т/га).

Застосування запропонованого способу допосівної підготовки насіння (обробка насіння препаратом Гуміам) порівняно з контролем (за різної ширини міжряддя) дозволяє збільшити врожайності насіння

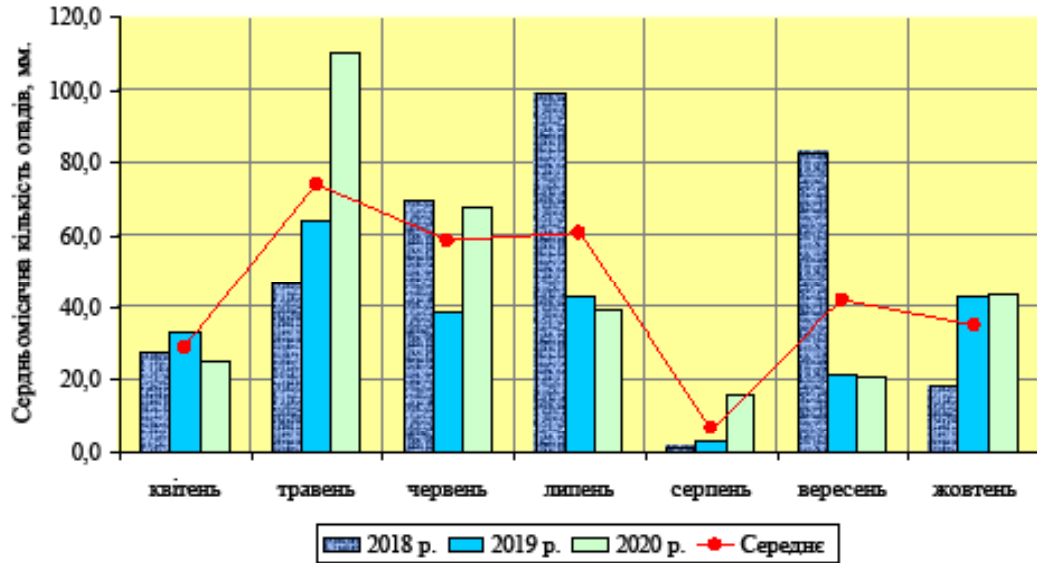


Рис. 2. Погодні умови (середньомісячна кількість опадів, мм) за період вегетації проса прутоподібного, 2018–2020 рр.

Таблиця 1 – Урожайність насіння (т/га) проса прутоподібного сорту Зоряне залежно від елементів технології вирощування, 2018–2020 рр.

Передпосівна підготовка насіння (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор Б)	Рік вегетації			Середнє за варіантами
		1 рік	2 рік	3 рік	
варіант 1 (контр.)	ШМ 30	0,39	0,57	0,60	0,52
	ШМ 45	0,41	0,69	0,89	0,66
	ШМ 60	0,43	0,71	0,91	0,68
	ШМ 75	0,42	0,68	0,88	0,66
варіант 2	ШМ 30	0,39	0,70	0,90	0,66
	ШМ 45	0,41	0,73	0,92	0,69
	ШМ 60	0,44	0,75	0,94	0,71
	ШМ 75	0,41	0,73	0,92	0,69
Середнє за роки		0,41	0,71	0,91	0,68
НІР <sub>05</sub> (фактор А)		0,02	0,04	0,03	0,08
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)		0,01	0,02	0,02	0,04
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)		0,03	0,03	0,04	0,07

\* Примітка: варіант 1 – без передпосівної підготовки насіння (контроль), варіант 2 – запропонований спосіб передпосівної підготовки насіння; ШМ 30 – ширина міжряддя 30 см, ШМ 45 – ширина міжряддя 45 см, ШМ 60 – ширина міжряддя 60 см, ШМ 75 – ширина міжряддя 75 см

сорту Зоряне на 0,01–0,03 т/га (до 0,66–0,71 т/га). Найбільш оптимальною шириною міжряддя виявилось вирощування рослин проса прутоподібного за ширини міжряддя 60 см.

На контрольних варіантах ширина міжряддя не мала суттєвого впливу на урожайність насіння сортозразка Кейв-ін-рок (0,35–0,38 т/га) за НІР<sub>05</sub> 0,05. На варіантах застосування запропонованого способу допосівної підготовки насіння (обробка насіння препаратом Гуміам) порівняно із варіантом 1 (за різної ширини міжряддя) дозволяє збільшити урожайності насіння сорту Кейв-ін-рок на 0,07 т/га (до 0,38–0,45 т/га). Найбільшу насіннєву урожайність проса прутоподібного сорту Кейв-ін-рок фіксували за вирощування рослин за ширини міжряддя 60 см (0,45 т/га), найменше – за ширини міжряддя 30 см (0,39 т/га).

Динаміка врожайності насіння проса прутоподібного сорту Морозко за роки дослідження варіювала від 0,12 до 0,33 т/га на варіанті 1 та від 0,20 до 0,42 т/га на варіанті 2. На варіанті 1 (контроль) найбільшу насіннєву урожайність фіксували за вирощування проса прутоподібного сорту Морозко за умов 30 і 75 см. Під час застосування допосівної обробки насіння препаратом Гуміам за ширини міжряддя 60 і 75 см спостерігається збільшення врожайності насіння сорту Морозко до 0,30 і 0,33 т/га відповідно.

На контрольних варіантах найбільшу насіннєву урожайність фіксували за вирощування проса прутоподібного сортозразка Лінія 1307 за ширини міжряддя 60 см (0,63 т/га у середньому за досліджуваними вегетаційними роками). Цей показник був на одному рівні за ширини міжряддя 30; 45 і 75 см. Застосування обробки насіння препаратом Гуміам

**Таблиця 2 – Урожайність насіння (т/га) проса прутьоподібного сорту Кейв-ін-рок залежно від елементів технології вирощування, 2018 – 2020 рр.**

Передпосівна підготовка насіння (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор Б)	Рік вегетації			Середнє за варіантами
		1 рік	2 рік	3 рік	
варіант 1 (контр.)	ШМ 30	0,21	0,34	0,46	0,34
	ШМ 45	0,23	0,35	0,47	0,35
	ШМ 60	0,26	0,38	0,48	0,38
	ШМ 75	0,24	0,36	0,48	0,36
варіант 2	ШМ 30	0,26	0,41	0,51	0,39
	ШМ 45	0,28	0,43	0,53	0,41
	ШМ 60	0,31	0,47	0,57	0,45
	ШМ 75	0,27	0,45	0,54	0,42
Середнє за роки		0,26	0,40	0,51	0,39
НІР <sub>05</sub> (фактор А)		0,02	0,03	0,03	0,04
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)		0,02	0,03	0,05	0,05
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)		0,04	0,06	0,06	0,09

\* Примітка: варіант 1 – без передпосівної підготовки насіння (контроль), варіант 2 – запропонований спосіб передпосівної підготовки насіння; ШМ 30 – ширина міжряддя 30 см, ШМ 45 – ширина міжряддя 45 см, ШМ 60 – ширина міжряддя 60 см, ШМ 75 – ширина міжряддя 75 см

**Таблиця 3 – Урожайність насіння (т/га) проса прутьоподібного сорту Морозко залежно від елементів технології вирощування, 2018–2020 рр.**

Передпосівна підготовка насіння (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор Б)	Рік вегетації			Середнє за варіантами
		1 рік	2 рік	3 рік	
варіант 1 (контр.)	ШМ 30	0,12	0,25	0,44	0,27
	ШМ 45	0,14	0,20	0,29	0,20
	ШМ 60	0,17	0,23	0,30	0,22
	ШМ 75	0,14	0,26	0,33	0,25
варіант 2	ШМ 30	0,20	0,23	0,31	0,23
	ШМ 45	0,21	0,28	0,38	0,29
	ШМ 60	0,24	0,29	0,41	0,30
	ШМ 75	0,22	0,32	0,42	0,33
Середнє за роки		0,18	0,26	0,36	0,27
НІР <sub>05</sub> (фактор А)		0,02	0,08	0,07	0,04
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)		0,03	0,06	0,05	0,06
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)		0,04	0,07	0,08	0,08

\* Примітка: варіант 1 – без передпосівної підготовки насіння (контроль), варіант 2 – запропонований спосіб передпосівної підготовки насіння; ШМ 30 – ширина міжряддя 30 см, ШМ 45 – ширина міжряддя 45 см, ШМ 60 – ширина міжряддя 60 см, ШМ 75 – ширина міжряддя 75 см

**Таблиця 4 – Урожайність насіння (т/га) проса прутьоподібного Лінії 1307 залежно від елементів технології вирощування, 2018–2020 рр.**

Передпосівна підготовка насіння (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор Б)	Рік вегетації			Середнє за варіантами
		1 рік	2 рік	3 рік	
варіант 1 (контр.)	ШМ 30	0,43	0,58	0,71	0,57
	ШМ 45	0,46	0,60	0,73	0,60
	ШМ 60	0,49	0,63	0,76	0,63
	ШМ 75	0,47	0,61	0,75	0,61
варіант 2	ШМ 30	0,48	0,63	0,80	0,64
	ШМ 45	0,51	0,65	0,82	0,66
	ШМ 60	0,54	0,67	0,85	0,69
	ШМ 75	0,51	0,65	0,83	0,66
Середнє за роки		0,49	0,63	0,78	0,63
НІР <sub>05</sub> (фактор А)		0,03	0,04	0,03	0,07
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)		0,05	0,03	0,04	0,04
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)		0,06	0,09	0,07	0,10

\* Примітка: варіант 1 – без передпосівної підготовки насіння (контроль), варіант 2 – запропонований спосіб передпосівної підготовки насіння; ШМ 30 – ширина міжряддя 30 см, ШМ 45 – ширина міжряддя 45 см, ШМ 60 – ширина міжряддя 60 см, ШМ 75 – ширина міжряддя 75 см

порівняно з контролем (за різної ширини міжряддя) дозволяє збільшити врожайність насіння сортозразка Лінія 1307 на 0,06 т/га (до 0,63–0,69 т/га). Аналізуючи урожайність залежно від елементів технології вирощування, визначили, що оптимальною шириною міжряддя було вирощування за умов 60 см.

Отже, застосування комплексу агрозаходів за оптимізованої технології вирощування проса прутоподібного (порівняно зі звичайною технологією) у середньому за три роки досліджень дозволяє суттєво збільшити врожайність насіння сорту Зоряне до 0,71 т/га, Кейв-ін-рок – до 0,45 т/га, Морозко – до 0,33 т/га, і Лінії 1307 – до 0,69 т/га (рис. 3).

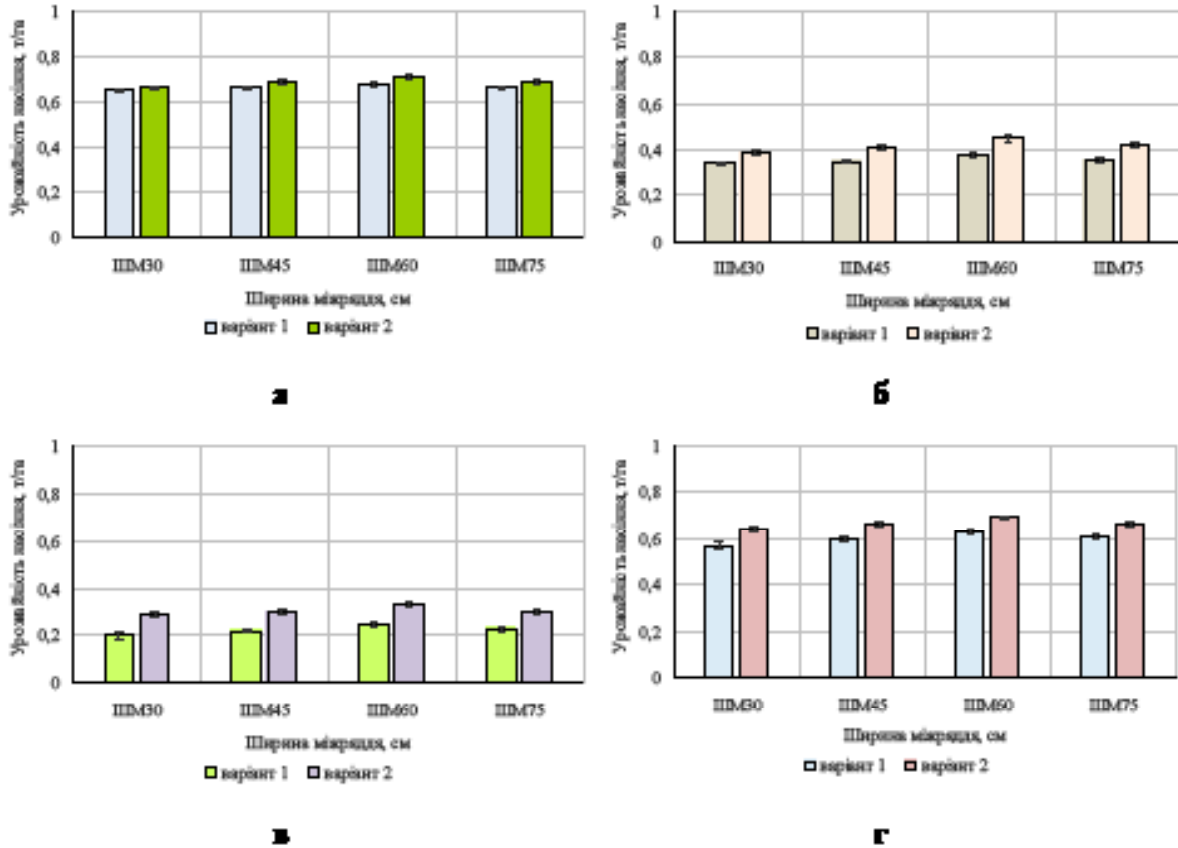


Рис. 3. Урожайність насіння проса прутоподібного залежно від елементів технології вирощування за сортовим складом: а – Зоряне, б – Кейв-ін-рок, в – Морозко, г – Лінія 1307, середнє за 2018 – 2020 рр.

Примітка: варіант 1 – без передпосівної підготовки насіння (контроль), варіант 2 – запропонований спосіб передпосівної підготовки насіння

Із-поміж досліджуваного сортименту найменший рівень врожайності насіння формує сорт Морозко, а найбільший – сорт Зоряне і Лінія 1307, сорт Кейв-ін-рок – мав середнє значення. За насіннєвою врожайністю відмічена щорічна динаміка збільшення цього показника, що була характерною для всіх сортів проса прутоподібного (рис. 4).

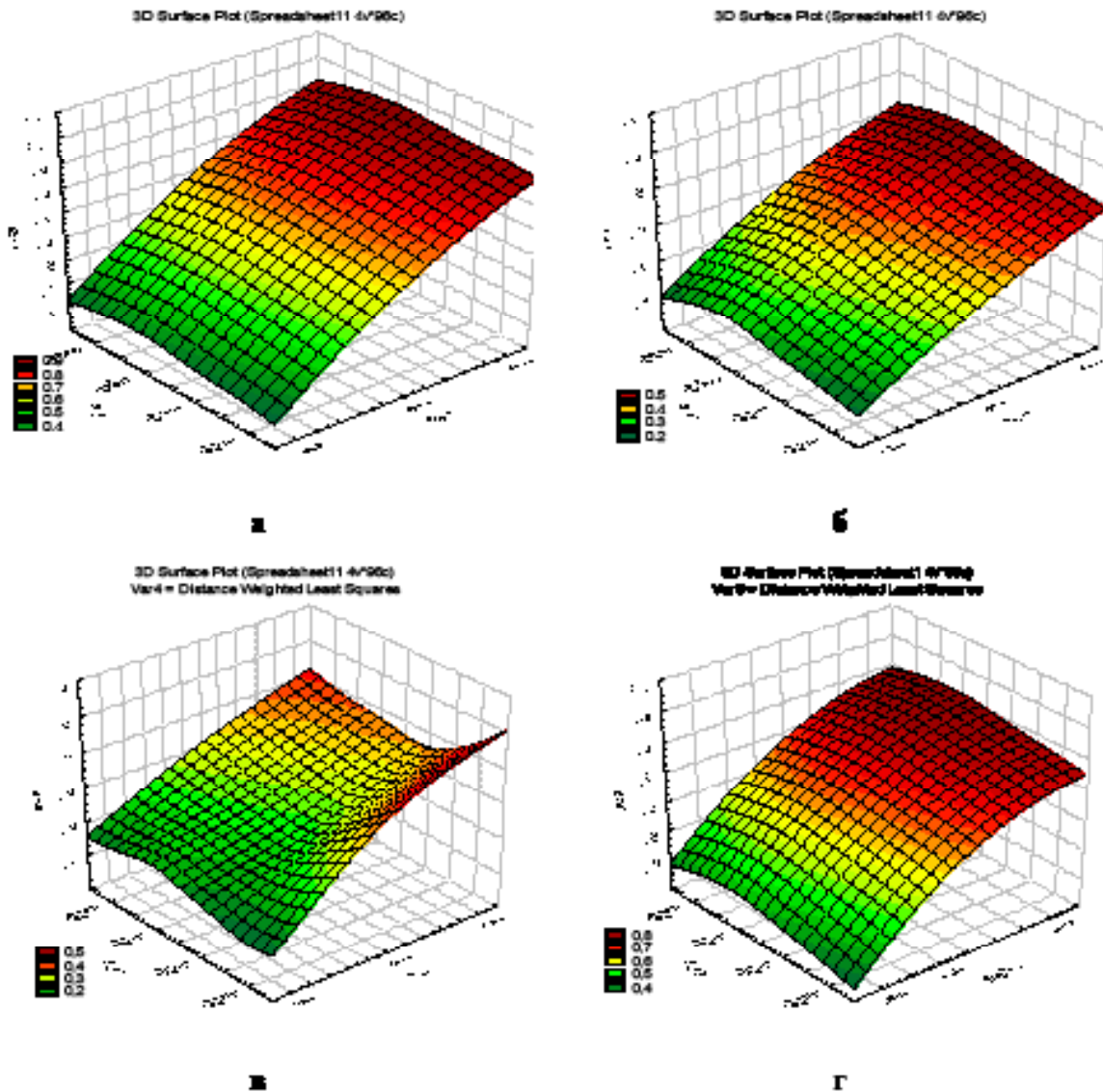
Статистичні залежності між досліджуваними чинниками свідчать про суттєвий вплив умов року, сорту й ширини міжряддя на врожайність насіння проса прутоподібного (рис. 5).

Установлення часток впливу досліджуваних чинників на врожайність насіння проса прутоподібного дозволило виявити, що найбільший вплив на цей показник мають умови року (25,3%), сортові особливості (28,1%) й ширина міжряддя (25,7%), менше впливають: заходи передпосівної підготовки насіння (1,6%), взаємодія року і ширини між-

ряддя (9,4%), взаємодія року і сорту (8,4%) та інші чинники (1,5%).

**Висновки.** За результатами дослідження визначена тенденція збільшення насіннєвої врожайності сортименту проса прутоподібного з кожним роком вегетації (від першого до третього). З-поміж досліджуваного сортименту найбільшу врожайність насіння формував сорт Зоряне та Лінія 1307, а найменшу – сорт Морозко, сорт Кейв-ін-рок – мав середнє значення.

Установлено, що найбільш оптимальною шириною міжряддя для проса прутоподібного сортів Кейв-ін-рок і Зоряне та Лінії 1307 була ширина міжряддя 60 см, а для сорту Морозко – 75 см. Установлено, що ширина міжряддя на тлі допосівної обробки насіння препаратом Гуміам, дозволяє суттєво збільшити врожайність насіння сорту Зоряне до 0,71 т/га, Кейв-ін-рок – до 0,45 т/га, Морозко – до



**Рис. 4.** Динаміка врожайності насіння проса прутоподібного в розрізі років залежно від ширини міжряддя: а – Зоряне, б – Кейв-ін-рок, в – Морозко, г – Лінія 1307, 2018 – 2020 рр.



**Рис. 5.** Частки впливу між досліджуваними чинниками та врожайністю насіння проса прутоподібного, середнє за 2018–2020 рр.

0,33 т/га, і Лінії 1307 – до 0,69 т/га, що підтверджено частками впливу досліджуваних чинників на врожайність насіння проса прутоподібного.

Визначено, що найбільший вплив на врожайність насіння мають умови року (25,3%), сортові особливості (28,1%) й ширина міжряддя (25,7%). Меншою мірою на цей показник впливають: заходи передпосівної підготовки насіння (1,6%), взаємодія року і ширини міжряддя (9,4%), взаємодія року і сорту (8,4%) та інші чинники (1,5%).

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Pryhliak N., Tokarchuk D. (2020) Socio-economic and environmental benefits of biofuel production development from agricultural waste in Ukraine. *Environmental and socio-economic studies*, Vol. 8, 1: 18 27. <https://doi.org/10.2478/enviro-2020-0003>
2. Курило В.Л., Рахметов Д.Б., Кулик М.І. Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини тонконогових в умовах України. *Вісник*

Полтавської державної аграрної академії. Вип. 1 (88), 2018. С. 11–17.

3. Кулик М.І., Рожко І.І. Урожайні властивості та посівні якості насіння проса прутоподібного залежно від умов вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 2 (89), 2018. С. 78–84.

4. Кулик М.І., Рожко І.І. Закономірності формування урожайності насіння проса прутоподібного в умовах Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 4 (91), 2018. С. 85–99.

5. Роїк М.В., Ганженко О.М., Фучило Я.Д., Квав В.М. Економічні аспекти вирощування багаторічних енергетичних культур. *Біоенергетика*. Вип. 1, 2019. С. 4–7.

6. Курило В.Л., Рахметов Д.Б., Кулик М.І. Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини тонконогових в умовах України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 1 (88), 2018. С. 11–17.

7. Курило В.Л., Гончарук Г.С., Гументик М.Я. Удосконалення елементів технології вирощування проса прутоподібного «*Panicum virgatum* L.» в умовах лісостепу України. *Біоенергетика*. Вип. 2, 2014. С. 29–32.

8. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Бусол М.В., Доронін В.В. Способи підвищення якості насіння свічграсу. *Біоенергетика*. 2014. Вип. 2. С. 22–24.

9. Гументик М.Я. Розробка елементів технології вирощування проса прутоподібного «*Panicum virgatum* L.» в умовах Лісостепу України. *Збірник наукових праць Львівського національного аграрного університету*. URL: <http://www.lnau.lviv.ua/lnau/attachments/1967>

10. Kulyk M., Kurylo V., Pryshliak, N., Pryshliak, V. (2020). Efficiency of Optimized Technology of Switchgrass Biomass Production for Biofuel Processing. *Journal of Environmental Management and Tourism*, [S.l.], v. 11, n. 1, p. 173 – 185, apr. 2020. ISSN 2068-7729. doi: [https://doi.org/10.14505/jemt.v11.1\(41\).20](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.1(41).20)

11. Мандровська С.М., Балан В.М. Продуктивність проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від норми висіву та сортових особливостей. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2015. Вип. 23. С. 44–49.

12. Elbersen H. W., Kulyk M., Poppens R., at all. Switchgrass Ukraine : overview of switchgrass research and guidelines Wageningen : Wageningen UR. Food & Biobased Research. 2013. 26 p. URL: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/444615>

13. Кулик М.І., Рожко І.І. Вплив погодних умов вегетаційного періоду на елементи продуктивності та урожайність проса прутоподібного. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 4 (87), 2017. С. 12–14.

14. Кулик М.І., Рожко І.І., Погребняк В.Р. Динаміка росту і розвитку рослин та особливості формування урожайності енергетичних культур. Збірник статей тринадцятої всеукраїнської практично-пізнавальної конференції: *Наукова думка сучасності і майбутнього*. Дніпро, 2017. С. 62–66.

15. Kulyk Maksym, Rozhko Ilona, Kurylo Vasyl, at all. Impact of the soil and climate conditions on the formation of the crop yield and germinating power of the switchgrass (*Panicum virgatum* L.) seeds. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2018, Vol. 63(4): 101–105. URL: [http://www.pimr.poznan.pl/biul/2018\\_4\\_KRK.pdf](http://www.pimr.poznan.pl/biul/2018_4_KRK.pdf)

16. Kulyk Maksym and Shokalo Natalia. Impact of plant biometric characteristics on seed productivity of castor-oil plant and switchgrass depending upon weather conditions of the vegetation period in the forest-steppe of Ukraine: *Relevant issues of development and modernization of the modern science: the experience of countries of Eastern Europe and prospects of Ukraine*: monograph; edited by authors. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2018: 182–204.

17. Maroš Korenko, Volodymyr Bulgakov, Vasyl Kurylo, Maksym Kulyk, Alexander Kalinichanko, Yevhen Ihnatiev, Eva Matušeková. Formation of Crop Yields of Energy Crops Depending on the Soil and Weather Conditions. *Acta Technologica Agriculturae*, 24 (1) : 41–47. DOI: <https://doi.org/10.2478/ata-2021-0007>

18. Brejda J. J., Brown J. R., Wyman G. W., Schumacher W. K. Management of switchgrass for forage and seed production. *J. Range Manage*, 1994. Vol. 47: 22–27.

19. Kulyk M. Impact of row spacing on formation of switchgrass varieties crop capacity. *Herald of Poltava State Agrarian Academy*. 2015. V. 3 (78) : 62–65.

20. Мазур В.А., Браніцький Ю.Ю., Мазур О.В. Економічна ефективність технологічних прийомів вирощування проса лозовидного. Збірник наукових праць ВНАУ. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 16. С. 5–12.

21. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб.: у 2 кн. – Кн. 1. *Теоретичні аспекти дослідної справи*; за ред. А.О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 316 с.

22. Курило В.Л., Гументик М.Я., Гончарук Г.С. Смірних В.М. Горобець А.М. Каськів В.В. Максименко О.В. Мандровська С.М. Методичні рекомендації з проведення основного та передпосівного обробітків ґрунту і сівби проса лозовидного Київ : *ІБКЦБ*, 2012. 28 с.

23. Кулик М.І., Рахметов Д.Б., Курило В.Л. Методика проведення польових та лабораторних досліджень з просом прутоподібним (*Panicum virgatum* L.). Полтава: *РВВ ПДАА*, 2017. 24 с.

#### REFERENCES:

1. Pryhliak N., Tokarchuk D. (2020) Socio-economic and environmental benefits of biofuel production development from agricultural waste in Ukraine. *Environmental and socio-economic studies*, Vol. 8, 1: 18–27. <https://doi.org/10.2478/enviro-2020-0003> [in English].

2. Kurylo V. L., Rakhmetov D. B., Kulyk M. I. (2018). Biologichni osoblyvosti ta potentsial urozhainosti enerhetychnykh kultur rodyny tonkonohovykh v umovakh Ukrainy [Biological features and yield potential of energy crops of the thin-legged family in the conditions of Ukraine] *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 1 (88), 11–17 [in Ukrainian].

3. Kulyk M. I., Rozhko I. I. (2018). Urozhaini vlasty-vosti ta posivni yakosti nasinnia prosa prutopodibnoho zalezho vid umov vyroshchuvannia [Yield properties and sowing qualities of millet seeds, depending on growing conditions] *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2 (89), 78–84 [in Ukrainian].

4. Kulyk M. I., Rozhko I. I. (2018). Zakonomirnosti formuvannia urozhainosti nasinnia prosa prutopodibnoho v umovakh Lisostepu Ukrainy [Regularities of formation of

seed yield of millet in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 4 (91), 85–99 [in Ukrainian].

5. Roik M. V., Hanzhenko O. M., Fuchylo Ya. D., Kvak V. M. (2019). Ekonomichni aspekty vyroshchuvannya bahatorichnykh enerhetychnykh kultur [Economic aspects of growing perennial energy crops]. *Bioenerhetyka*, 1, 4–7 [in Ukrainian].

6. Kurylo V. L., Rakhmetov D. B., Kulyk M. I. (2018). Biologichni osoblyvosti ta potentsial urozhainosti enerhetychnykh kultur rodyny tonkonohovykh v umovakh Ukrainy [Biological features and yield potential of energy crops of the thin-legged family in the conditions of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1 (88), 11–17 [in Ukrainian].

7. Kurylo V. L., Honcharuk H. S., Humentyk M. Ya. (2014). Udoskonalennia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya prosa prutopodibnoho «*Panicum virgatum* L.» v umovakh lisostepu Ukrainy [Improvement of elements of technology of cultivation of millet of a rod-shaped "*Panicum virgatum* L." in the conditions of forest-steppe of Ukraine]. *Bioenerhetyka*, 2, 29–32 [in Ukrainian].

8. Doronin V. A., Kravchenko Yu. A., Busol M. V., Doronin V. V. (2014). Sposoby pidvyshchennia yakosti nasinnia svitchhrasu [Ways to improve the quality of switchgrass seeds]. *Bioenerhetyka*, 2, 22–24 [in Ukrainian].

9. Humentyk M. Ya. Rozrobka elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya prosa prutopodibnoho «*Panicum virgatum* L.» v umovakh Lisostepu Ukrainy [Development of elements of technology for growing millet rod "*Panicum virgatum* L." in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Rezhym dostupu: <http://www.lnau.lviv.ua/lnau/attachments/1967> [in Ukrainian]

10. Kulyk M., Kurulo V., Pryshliak N., Pryshliak V. (2020). Efficiency of Optimized Technology of Switchgrass Biomass Production for Biofuel Processing. *Journal of Environmental Management and Tourism*, [S.I.], v. 11, n. 1, p. 173–185, apr. 2020. ISSN 2068-7729. doi: [https://doi.org/10.14505/jemt.v11.1\(41\).20](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.1(41).20) [in English].

11. Mandrovska S. M., Balan V. M. (2015). Produktynist prosa prutopodibnoho (*Panicum virgatum* L.) zalezho vid normy vysivu ta sortovykh osoblyvostei [Productivity of millet (*Panicum virgatum* L.) depending on sowing rate and varietal characteristics]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*, 23, 44–49. [in Ukrainian].

12. Elbersen H. W., Kulyk M., Poppens R., at all. *Switchgrass Ukraine: overview of switchgrass research and guidelines* Wageningen: Wageningen UR. Food & Biobased Research., 2013, 26 p. Access mode: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/444615> [in English].

13. Kulyk M. I., Rozhko I. I. (2017). Vplyv pohodnykh umov vechetatsiinoho periodu na elementy produktyvnosti ta urozhainist prosa prutopodibnoho [Influence of weather conditions of the vegetation period on elements of productivity and productivity of millet]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 4 (87), 12–14 [in Ukrainian]

14. Kulyk M. I., Rozhko I. I., Pohrebniak V. R. (2017). Dynamika rostu i rozvytku roslyn ta osoblyvosti formuvannya urozhainosti enerhetychnykh kultur [Dynamics of

growth and development of plants and features of formation of productivity of energy cultures]. *Zbirnyk statei tryndatsiatoi vseukrainskoi praktychno-piznavalnoi konferentsii: Naukova dumka suchasnosti i maibutnoho*. Dni-pro, 62–66 [in Ukrainian].

15. Kulyk Maksym, Rozhko Ilona, Kurylo Vasyl, at all. (2018). Impact of the soil and climate conditions on the formation of the crop yield and germinating power of the switchgrass (*Panicum virgatum* L.) seeds. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, Vol. 63 (4): 10–105. URL: [http://www.pimr.poznan.pl/biul/2018\\_4\\_KRK.pdf](http://www.pimr.poznan.pl/biul/2018_4_KRK.pdf) [in English].

16. Kulyk Maksym and Shokalo Natalia. (2018). Impact of plant biometric characteristics on seed productivity of castor-oil plant and switchgrass depending on weather conditions of the vegetation period in the forest-steppe of Ukraine: Relevant issues of development and modernization of the modern science: the experience of Eastern European countries and prospects of Ukraine: monograph; edited by authors. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 182–204 [in English].

17. Marosh Korenko, Volodymyr Bulgakov, Vasyl Kurylo, Maksym Kulyk, Alexander Kalinichanko, Yevhen Ihnatiev, Eva Matusheková. (2021). Formation of Crop Yields of Energy Crops Depending on the Soil and Weather Conditions. *Acta Technologica Agriculturae*, 24 (1) : 41–47. DOI: <https://doi.org/10.2478/ata-2021-0007> [in English].

18. Brejda J. J., Brown J. R., Wyman G. W., Schumacher W. K. (1994). Management of switchgrass for forage and seed production. *J. Range Manage*, Vol. 47: 22–27 [in English].

19. Kulyk M. (2015). Impact of row spacing on formation of switchgrass varieties crop capacity. *Herald of Poltava State Agrarian Academy*. V. 3 (78): 62–65 [in English].

20. Mazur V. A., Branitskyi Yu. Yu., Mazur O. V. (2020). Ekonomichna efektyvnist tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannya prosa lozovydnogo [Economic efficiency of technological methods of growing vine millet]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*, 16, 5–12 [in Ukrainian].

21. Rozhkov A. O., Puzik V. K., Kalenska S. M. ta in. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii: navch. posib.: u 2 kn. – Kn. 1. Teoretychni aspekty doslidnoi spravy ; za red. A. O. Rozhkova* [Research in agronomy: textbook. aid.: in 2 books. – Book. 1. Theoretical aspects of research; for order. AO Rozhkova]. Kharkiv: Maidan, 316 s. [in Ukrainian].

22. Kurylo V. L., Humentyk M. Ya., Honcharuk H. S. Smirnykh V. M. Horobets A. M. Kaskiv V. V. Maksymenko O. V. Mandrovska S. M. *Metodychni rekomendatsii z provedennia osnovnoho ta peredposivnoho obrobitkiv gruntu i sivby prosa lozovydnogo* [Methodical recommendations for the main and pre-sowing tillage and sowing of vine millet] K. : IBKiTsB, 2012, 28 s. [in Ukrainian].

23. Kulyk M. I., Rakhmetov D. B., Kurylo V. L. *Metodyka provedennia polovykh ta laboratornykh doslidzhen z prosom prutopodibnym (*Panicum virgatum* L.)* [Methods of field and laboratory studies with millet (*Panicum virgatum* L.)]. Poltava: RVV PDAA, 2017, 24 s. [in Ukrainian].



## АГРОЕКОЛОГІЧНА АДАПТИВНІСТЬ ТА ПРИДАТНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ СОРТІВ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ

**СОБКО М.Г.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент,  
старший науковий співробітник  
[orcid.org/0000-0002-3752-2449](https://orcid.org/0000-0002-3752-2449)

Інститут сільського господарства Північного Сходу  
Національної академії аграрних наук України

**БУТЕНКО А.О.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
[orcid.org/0000-0001-5431-3481](https://orcid.org/0000-0001-5431-3481)

**ДАНИЛЬЧЕНКО О.М.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
[orcid.org/0000-0003-1251-4044](https://orcid.org/0000-0003-1251-4044)

Сумський національний аграрний університет

**Постановка проблеми.** Сумщина традиційно є регіоном із вирощування зернових культур, тому виникає потреба в економічно привабливому й агротехнічно обґрунтованому попереднику, яким може стати соя в сучасних коротко ротацийних сівозмінах. Вона за досить короткий період вегетації здатна сформувати два врожаї – олійї та білка, а також залишити після себе в ґрунті симбіотичний азот. Основна частина вирощуваної в Україні сої переробляється в олійній, м'ясній та кондитерській промисловості. У тваринництві та птахівництві соєвий шрот використовується для виробництва комбикормів.

Збільшення потреб переробної та харчової промисловості у соєвій сировині спонукає дослідників до вивчення та адаптування різних груп сортів сої до певних ґрунтово-кліматичних умов. Останнім часом на районування поставлено багато нових перспективних сортів сої інтенсивного типу. В Україні є досить великий сортовий склад сої.

Сучасні високопродуктивні сорти сої можуть дати високий врожай під час оптимального підбору для них тих елементів технології, які б створювали можливість для реалізації закладеного в них потенціалу і були узгоджені з ґрунтово-кліматичними умовами [1; 2].

Актуальними стають питання вивчення особливостей росту і розвитку сортів сої різних груп стиглості та їх агроекологічна адаптивність до умов Північно-східного Лісостепу України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Серед світового генофонду сої існує істотна варіабельність за морфологічними та біологічними ознаками, які найбільше впливають на її харчові властивості.

Водночас сорти сої відрізняються вузьким екологічним пристосуванням. Більшість із них адаптовані до умов конкретної зони і вирощуються в досить вузькому географічному діапазоні. Встановлено, що зміна широти (навіть на один градус) впливає на проходження фенофаз у сортів сої, особливо групи пізньостиглих, які сильно реагують на тривалість днів. Тому на кожних 160 км за широтою (або на 1 градус) потрібно мати свій сорт. За такої умови спостерігається найвища реалізація генетичного потенціалу продуктивності сорту [3; 4].

Хоча проблема оптимізації взаємовідносин між генотипом сорту і ґрунтово-кліматичними умовами регіону давно має наукове обґрунтування, проте й досі залишається повністю не вивченою. Причиною цього є непередбачуваність впливу на вегетацію рослин абіотичних факторів конкретного року [5].

Численні дані свідчать про те, що завдяки адаптивному підбору, розміщенню видів і сортів сої, а також селекції на стійкість до абіотичних і біотичних стресів удається істотно зменшити залежність агроценозів від нерегульованих факторів навколишнього середовища, поліпшити якість рослинницької продукції, знизити витрати непоновлюваних ресурсів на її виробництво.

Для вирощування сої за кордоном, зокрема в США, здійснюють підбір сортів і їх розміщення в різних ґрунтово-кліматичних зонах залежно від тривалості світлового дня. В Україні, де лімітувальним фактором вирощування сої є тепло, а в деяких регіонах і волога, сорти сої поділені на групи стиглості, тобто за тривалістю вегетаційного періоду [6; 7; 8].

Рекомендації щодо поширення певного сорту в різних зонах соєсіяння визначають за тривалістю вегетаційного періоду. Численними науковими дослідженнями з'ясовано, що тривалість вегетаційного періоду залежить не лише від біологічних особливостей сорту, а й від географічних зон та погодних умов років вирощування [9].

Сучасні сорти сої українського різновиду характеризуються високим прикріпленням бобів нижнього ярусу, насіння має високі якісні показники. Також основним серед селекційних напрямів є врожайність [10; 11].

Важливим елементом у технології вирощування є добір перспективних сортів, які би були більш стійкими до несприятливих умов та ефективно використовували наявні запаси продуктивної вологи ґрунту [12].

**Мета статті** – в умовах Північно-східного Лісостепу України на чорноземах типових малогумусних провести агроекологічне випробування сортів сої. Встановити адаптивність та придатність вирощування сої сортів різних груп стиглості в умовах зони нестійкого зволоження.

**Матеріали та методика досліджень.** Досліди із соєю проводили в умовах Північно-східного Лісостепу України в короткоротаційній польовій сівозміні Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Ґрунти дослідних ділянок представлені чорноземами типовими малогумусними, слабовилугуваними, крупнопилувато-середньосуглинковими на лесі. Орний шар характеризується такими основними агрохімічними показниками, як уміст гумусу – 4,2–4,36 %, рН сольове – 5,4–5,6, сума ввібраних основ – 31 мг–екв., вміст (Чирикову) рухомих форм фосфору – 17,6–18,3 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 9,2 мг/100 г ґрунту, вміст легкогідролізованого азоту за Корнфілдом – 11,2 мг/100 г.

Погодні умови 2016 року характеризувались підвищеними середньодобовими температурами повітря порівняно із середніми багаторічними показниками і нерівномірним розподілом опадів протягом вегетації. Так, за весняний період випало опадів 249 мм, що становить 189% за умов багаторічного показника 132 мм, а в літній період – 251 мм, що становить 125% за умов багаторічного показника 200 мм. Найбільше опадів випало в травні – 153 мм (283%) та в серпні – 125 мм (219%) за умов багаторічного показника 54 мм і 57 мм відповідно.

В умовах 2017 року за весняний період середньодобова температура повітря становила 9,6°C, що вище на 1,5°C за багаторічну (8,1°C). Опадів випало 54,4 мм – 41% за умов багаторічного показника 132 мм. Середньодобова температура повітря за літній період становила 21,1°C, що на 1,7°C вище за середній багаторічний показник. Опадів випало 126 мм, що становило 63% за норми 200 мм.

Загалом, вегетаційний період 2016–2017 років за комплексом гідротермічних умов можна охарактеризувати як жаркий, адже середньодобові температури перевищували багаторічні показники.

Погодні умови 2018 року характеризувались підвищеними середньодобовими температурами повітря порівняно із середніми багаторічними показниками і нерівномірним розподілом опадів протягом вегетації. Так, за весну цього року випало опадів 150,6 мм – 114% за умов багаторічного показника 132 мм. У період «сівба-сходи» 2018 року спостерігались приморозки на поверхні ґрунту від мінус 1°C до 0°C. Останній приморозок на поверхні ґрунту зареєстровано 29 травня. За весняний період середньодобова температура повітря становила 9,2°C, що вище на 1,1°C за багаторічну (8,1°C).

Стійкий перехід середньодобової температури повітря через +15°C у бік підвищення відбувся 29 квітня. Середньодобова температура повітря за літній період була встановлена 22,4°C, що на 3°C

вище середнього багаторічного показника. Всього за літній період було 14 днів з опадами. Вегетаційний період 2018 року за комплексом гідротермічних умов можна охарактеризувати як жаркий і сухий, адже середньодобові температури перевищували багаторічні. Опадів за весь період випало 164,8 мм, що становить 47,9% від багаторічного показника.

В умовах 2016 року для досліджень використано 51 сорт сої різних груп стиглості як вітчизняної, так і закордонної селекції, у 2017 році – 48 сортів, 2018 року – 42. Спосіб сівби звичайний рядковий із міжряддям 15 см. Згідно з програмою досліджень повторність у досліді триразова, площа однієї посівної ділянки – 132 м<sup>2</sup>. Основні елементи технології вирощування сої загальноприйняті для зони Північно-східного Лісостепу України, окрім тих питань, які досліджуються.

Планування, проведення польових дослідів, спостереження та облік здійснювали за Б.О. Дослеховим [13]. Для обробки отриманих даних використовували методи математичної статистики. Статистична обробка врожайних даних проводилась методом дисперсійного аналізу з використанням пакета прикладних програм Statistica for Windows, Microsoft Excel. Супутні спостереження, обліки та аналізи проводили за «Методикою Державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [14; 15].

**Результати досліджень.** Агроекологічне випробування сортів сої супроводжується отриманням результатів за біометричними параметрами врожайності та їх економічною оцінкою. В умовах 2016 року для досліджень використано 51 сорт сої різних груп стиглості як вітчизняної, так і закордонної селекції, 2017 року – 48 сортів, 2018 року – 41. Ці дослідження показали, що сорти сої мали відмінні біометричні ознаки, які не завжди збігалися з характеристикою та описом установи-оригіатора.

Основні біометричні показники рослин сої сортів різних груп стиглості в умовах 2016–2018 років представлені в таблицях 1 і 2.

В умовах звітнього року висота рослин сої варіювала від 56 см до 104 см. Найнижчими в досліді були рослини сорту Авантюрин (56 см), Антрацити (58 см), Алмаз і Еврідіка (58 см), а висота сортів сої Монарх і Ювілейна була вищою за 100 см.

Висота прикріплення нижніх бобів є досить важливим показником, від якого залежить величина втрат врожаю під час збирання. Більшість сортів сої мали прикріплення нижніх бобів вище 0,10 м. Вище 30 см нижні боби мали прикріплення у сорту Луна та Меркур (табл. 1).

**Таблиця 1 – Біометричні показники рослин сої сортів різних груп стиглості, 2016–2018 рр.**

Сорт	Група стиглості	Висота рослин, м			Висота прикріплення нижніх бобів, м		
		2016	2017	2018	2016	2017	2018
1	2	3	4	5	6	7	8
Хуторяночка	скоростиглий	1,05	-	0,78	0,17	-	0,12
КиВін	ранньостиглий	1,09	-	-	0,19	-	-
Вежа	ранньостиглий	1,04	-	-	0,16	-	-

**Меліорація, землеробство, рослинництво**

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Золотиста	ранньостиглий	0,86	-	-	0,13	-	-
Діадема Поділля	ранньостиглий	1,02	-	0,89	0,18	-	0,11
Війні	середньостиглий	1,21	-	-	0,18	-	-
Денні	ранньостиглий	0,95	0,67	0,74	0,14	0,16	0,12
Галі	скоростиглий	1,05	0,78	0,69	0,13	0,13	0,11
Шарм	середньоранній	1,10	0,90	0,75	0,19	0,24	0,14
Рапсодія	ранньостиглий	1,30	1,37	-	0,21	0,21	-
Медея	ранньостиглий	0,72	0,76	-	0,13	0,20	-
Валюта	середньоранній	1,52	1,13	-	0,30	0,33	-
Ізмурудна	середньоранній	1,41	1,12	-	0,19	0,28	-
Ювілейна	ранньостиглий	1,08	1,02	1,04	0,20	0,18	0,15
Золушка	скоростиглий	1,25	-	0,97	0,18	-	0,18
Знахідка	скоростиглий	1,27	-	-	0,17	-	-
Писанка	ранньостиглий	0,57	-	0,66	0,09	-	0,10
Естафета	скоростиглий	0,72	0,74	-	0,13	0,25	-
Спритна	скоростиглий	0,75	0,70	0,72	0,10	0,15	0,10
Кобза	скоростиглий	0,79	0,78	0,81	0,15	0,29	0,12
Байка	скоростиглий	0,84	0,84	0,86	0,14	0,26	0,16
Діона	ранньостиглий	1,00	0,82	0,95	0,09	0,15	0,10
Монарх	скоростиглий	1,11	1,00	1,01	0,23	0,40	0,19
Авантюрин	скоростиглий	0,75	0,53	0,56	0,11	0,11	0,10
Аквамарин	скоростиглий	0,83	0,72	0,67	0,10	0,23	0,14
Антрацит	скоростиглий	0,87	0,62	0,58	0,09	0,09	0,10
Александрит	скоростиглий	0,69	0,67	-	0,08	0,19	-
Адамос	скоростиглий	0,79	0,50	-	0,16	0,11	-
Кент	середньостиглий	1,01	0,74	-	0,18	0,17	-
Ліссабон	ранньостиглий	0,89	0,63	-	0,13	0,12	-
Мерлін	ранньостиглий	0,99	-	-	0,17	-	-
Кордоба	середньоранній	1,15	0,83	-	0,17	0,13	-
Абеліна	середньоранній	1,16	-	-	0,25	-	-
Кардіфф	середньостиглий	1,03	0,78	-	0,12	0,14	-
Алігатор	скоростиглий	0,92	-	-	0,16	-	-
ЕС Ментор	ранньостиглий	0,85	-	-	0,24	-	-
ЕС Сенатор	скоростиглий	1,16	-	-	0,18	-	-
Черемош	ранньостиглий	1,07	-	-	0,17	-	-
Хорол	скоростиглий	0,93	-	-	0,13	-	-
Либідь	скоростиглий	0,87	-	-	0,12	-	-
Сінара	середньостиглий	1,30	-	0,86	0,21	-	0,14
Султана	середньостиглий	0,81	-	0,80	0,18	-	0,12
Сігалія	середньостиглий	1,30	-	0,97	0,23	-	0,17
Сортозразок №1	у випробуванні	1,21	-	-	0,21	-	-
Сортозразок №2	у випробуванні	1,13	-	-	0,20	-	-
Ромашка	середньостиглий	-	0,94	0,89	-	0,28	0,20
Ранок	скоростиглий	-	0,69	0,67	-	0,18	0,14
Перлина	скоростиглий	-	0,81	0,76	-	0,28	0,18
Мальвіна	ранньостиглий	-	0,82	0,80	-	0,32	0,23
Подяка	ранньостиглий	-	1,08	-	-	0,31	-
Даная	середньостиглий	-	0,95	-	-	0,41	-
Софія	середньостиглий	-	0,98	-	-	0,41	-
Аратта	середньоранній	-	1,09	0,95	-	0,25	0,21
Сіверка	скоростиглий	-	0,85	-	-	0,18	-
Сузір'я	ранньостиглий	-	0,89	-	-	0,09	-
Арніка	скоростиглий	-	0,65	-	-	0,13	-
Муза	скоростиглий	-	0,79	-	-	0,19	-

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Хвиля	скоростиглий	-	0,75	-	-	0,15	-
Вільшанка	скоростиглий	-	0,68	-	-	0,13	-
Алмаз	ранньостиглий	-	0,54	0,58	-	0,19	0,16
Фортуна	скоростиглий	-	0,91	-	-	0,39	-
Фаворит	скоростиглий	-	0,85	-	-	0,16	-
Меркур № 1	скоростиглий	-	0,94	0,87	-	0,35	0,32
Меркур № 2	скоростиглий	-	0,96	-	-	0,35	-
Луна	ранньостиглий	-	0,91	0,76	-	0,40	0,34
Амадеа	скоростиглий	-	0,74	-	-	0,16	-
Ананда	середньостиглий	-	0,93	-	-	0,42	-
Кеа	середньоранній	-	0,72	-	-	0,15	-
Парадіз	у випробуванні	-	0,64	-	-	0,12	-
Бетіна	у випробуванні	-	0,79	-	-	0,19	-
Орфей	ранньостиглий	-	-	0,64	-	-	0,10
Південна зоря	середньостиглий	-	-	0,67	-	-	0,14
Аврора	середньостиглий	-	-	0,61	-	-	0,12
Еввідіка	середньоранній	-	-	0,58	-	-	0,11
Златослава	скоростиглий	-	-	0,65	-	-	0,14
Феєрія	середньоранній	-	-	0,67	-	-	0,16
Райдуга	скоростиглий	-	-	0,73	-	-	0,12
Криниця	скоростиглий	-	-	0,78	-	-	0,10
Етюд	середньоранній	-	-	0,62	-	-	0,10
Панна	у випробуванні	-	-	0,72	-	-	0,10
Тріада	ранньостиглий	-	-	0,70	-	-	0,14
Княжна	скоростиглий	-	-	0,81	-	-	0,12
Самородок	скоростиглий	-	-	0,76	-	-	0,17
Монада	ранньостиглий	-	-	0,83	-	-	0,15

Рівень урожаю досліджуваних сортів сої залежав від багатьох чинників: по–перше, від індивідуальної продуктивності рослин; по–друге, від маси насіння, погодно-кліматичних умов та густоти посіву, яка була в межах рекомендованої для цієї

зони вирощування (табл. 2). Слід зазначити, що в умовах 2018 року (нерівномірність випадіння опадів та наростання середньодобових температур повітря) деякі сорти сої не сформували повноцінний урожай.

**Таблиця 2 – Урожайність зерна сої сортів різних груп стиглості, 2016–2018 рр.**

№ п/п	Сорт	Оригіатор	Урожайність, т/га		
			2016*	2017	2018
1	2	3	4	5	6
1	Сузір'я	ННЦ «Інститут землеробства»	-	1,87	-
2	Сіверка		-	1,91	2,21
3	Вільшанка		-	1,82	-
4	Хвиля		-	1,59	-
5	Арніка		-	1,74	-
6	Муза		-	2,08	-
7	Княжна	Інститут кормів та сільського господарства Поділля	-	-	1,84
8	КиВін		2,17	-	-
9	Хуторяночка		2,28	-	1,84
10	Самородок		-	-	2,10
11	Вежа		2,03	-	-
12	Монада		-	-	1,82
13	Золотиста		1,81	-	-
14	Діадема Поділля		2,02	-	1,88
15	Тріада		-	-	1,78

Меліорація, землеробство, рослинництво

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6
16	Кобза	Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва	1,86	1,42	1,68
17	Спритна		2,58	1,64	2,09
18	Криниця		-	-	1,74
19	Писанка		-	-	2,00
20	Райдуга		-	-	1,96
21	Естафета		2,12	1,35	-
22	Байка		2,19	1,37	1,75
23	Подяка		-	1,32	-
24	Перлина		-	1,37	2,19
25	Мальвіна		-	1,58	1,69
26	Етюд		Інститут олійних культур	-	-
27	Шарм		2,63	2,01	2,44
28	Галі		1,99	2,66	2,46
29	Ранок		-	2,08	2,68
30	Дені		2,12	2,69	2,52
31	Рапсодія		2,62	1,52	-
32	Орфей		Селекційно- генетичний інститут - НЦНС НААН	-	-
33	Південна зоря		-	-	1,96
34	Аврора		-	-	1,89
35	Евредика		-	-	1,82
36	Медея	Кіровоградська ДДС Інституту сільського господарства степової зони НААН	2,68	1,76	-
37	Валюта		2,05	1,45	-
38	Ізумрудна		2,11	1,53	-
39	Ювілейна		1,83	1,58	1,86
40	Золушка		2,13	-	1,98
41	Златослава		-	-	2,32
42	Ромашка		-	3,44*	1,94
43	Феєрія		-	-	1,81
44	Знахідка		2,53	-	-
45	Панна	Інститут зрошуваного землеробства НААН	-	-	1,86
46	Монарх		2,32	-	1,79
47	Діона		2,20	1,84	2,24
48	Аратта		-	3,26*	1,88
49	Монарх		-	1,48	-
50	Софія		-	3,14*	-
51	Даная		-	3,33*	-
52	Черемош	Інститут сої	2,88	-	-
53	Хорол		2,66	-	-
54	Либідь		2,28	-	-
55	Алмаз	Полтавська державна аграрна академія та Білявська Людмила Григорівна	-	1,92	2,38
56	Авантюрин		-	1,81	2,45
57	Аквамарин		-	1,80	2,07
58	Антрацит		2,57	1,59	2,33
59	Адамос		2,41	1,69	-
60	Александрит	ТОВ «Заатбау Україна»	2,57	1,95	-
61	Мерлін		2,36	-	-
62	Ліссабон		2,47	1,92	-
63	Кордоба		2,68	1,94	-

1	2	3	4	5	6
64	Кардіфф		2,39	1,83	-
65	Кент		2,15	1,76	-
66	Амадеа		-	2,04	-
67	Ананда		-	3,02*	-
68	Кеа		-	1,87	-
69	Парадіз		-	2,06	-
70	Бетіна		-	2,04	-
71	Сінара	ТОВ «Оріон Біотех»	2,30	-	2,56
72	Султана		2,89	-	2,35
73	Сігалія		3,18	-	1,83
74	Меркур	ТОВ АПК «Маїс»	-	3,41*	1,90
75	Луна		-	3,01*	1,91
76	Фортуна	Євросем	-	2,95*	-
77	Фаворит		-	2,52	-
78	Меркур		-	3,46*	-

Примітка: \*сортів сої не сформували повноцінний урожай у зв'язку з подовженим вегетаційним періодом, указана біологічна врожайність

Для більшості сортів із подовженим вегетаційним періодом не було характерне досягнення бобів за достатньо вологого стебла та наявності листків. Усе це не дало змогу повноцінно проводити збирання врожаю сої (значно збільшується вологість зерна).

Тривала дія високих температур під час вегетації сої порушує перебіг фізіологічних процесів, що зменшує продуктивність рослин. проте погодні умови поточного року не завадили формуванню певного рівня врожайності рослин сої сортів різних груп стиглості. В умовах 2018 року врожайність сортів Сіверка (2,21 т/га), Діона (2,24 т/га), Златослава (2,32 т/га), Антрацит (2,33 т/га), Султана (2,35 т/га), Алмаз (2,38 т/га), Шарм (2,44 т/га), Авантюрин (2,45 т/га), Галі (2,46 т/га), Дені (2,52 т/га), Сінара (2,56 т/га), Ранок (2,68 т/га) значно перевищувала середньостатистичні дані (1,5–2,0 т/га).

**Висновки.** Результати досліджень сортів сої різних за походженням та групою стиглості засвідчили істотну відмінність за агрологічною адаптивністю та придатністю щодо ефективного вирощування в умовах Північно-східного Лісостепу України.

Під час установаження агрологічної адаптивності 42 сортів сої в умовах 2018 року висота її рослин варіювала від 56 см до 104 см і від 69 до 105 см в середньому за 2016–2018 роки.

У середньому за роки досліджень серед сортів сої, які всі роки були у випробуванні, найвищу врожайність забезпечили: Денні – 2,44 т/га, Галі – 2,37 т/га, Авантюрин – 2,34 т/га, Шарм – 2,26 т/га, Авантюрин – 2,19 т/га, Антрацит – 2,16 т/га, Спритна – 2,10 т/га і Діона – 2,09 т/га.

В умовах 2018 року результати розрахунків економічної ефективності показали перевагу вирощування сої сортів Златослава, Спритна, Перлина, Самородок, Діона, Султана, Сінара, Авантюрин, Антрацит, Денні, Галі, Ранок, Шарм, Алмаз і Сіверка, які з урожайністю 2,09–2,68 т/га забезпечили найвищий рівень рентабельності – 79,4–130,1 %.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бабич А.А., Петриченко В.Ф., Іванюк С.В. Вплив гідротермічних умов на прояв основних господарсько-цінних ознак у сої в Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 1997. Грудень. С. 15–17.
2. Бутенко А.О., Масик І.М., Собко М.Г., Тихонова О.М. Формування врожайності сортів сої різних груп стиглості залежно від строків сівби та ширини міжрядь. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник Зрошуване землеробство*. 2020. №74. С. 73–83.
3. Артеменко С.Ф. Вплив агротехнічних заходів та строків сівби за різних погодних умов на урожайність сої. *Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва*, 2011. № 40. С. 40–45.
4. Шарубін І.О., Нагорний В.І. Перспективи і напрями збільшення виробництва сої в північно-східному Лісостепу України. *Насінництво*, 2012. № 1. С. 8–10.
5. Бахмат О.М. Агроекологічне обґрунтування сортової агротехніки вирощування сої в умовах західного Лісостепу України. *Збірник наукових праць ПДАТУ. Кам'янець-Подільський*, 2010. Вип. 18. С. 24–28.
6. Січкач В. Вплив еколого-географічних факторів на тривалість вегетаційного періоду колекційних сортів сої. Уманський державний аграрний університет: *Збірник наукових праць*, 2005. Вип. 60. С. 76–83.
7. Шевніков М.Я. Особливості водоспоживання сої в умовах лівобережного Лісостепу України. *Вісник ПДАА*, 2006. № 1. С. 44–49.
8. Heatherly L. G., Spurlock R. S., Reddy N. K. Influence of early-season nitrogen and weed management on irrigated and nonirrigated glyphosate-resistant and susceptible soybean. *Agron. J.*, 2003. P. 446–453.
9. Бахмат О.М. Агроекологічні основи формування врожаю насіння сої в умовах західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*, 2011. Вип. 69. С. 122–128.
10. Кудлай І.М., Осипчук А.М., Осипчук О.С. Вирощування сої на кормові цілі в умовах центрального Лісостепу України. *Агробіологія: зб. наук. праць*, 2010. Вип. 4(80). С. 34–37.

11. Матушкін В.О., Магомедов Р.Д., Мошкова О.М. Сорти сої і їх агробіологічні особливості вирощування. Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН. Харків, 2006. 60 с.

12. Шевніков М.Я., Лотиш І.І. Формування інтенсивної структури посіву різних сортів сої за оптимізації площі живлення. *Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки продукції рослинництва*, Матер. III-ї наук.-прак. інтернет-конф., 21–22 квітня 2015 року. Полтава, 2015. С. 182–187.

13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Колос, 1985. 415 с.

14. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. *Державна служба з охорони прав на сорти рослин*. 2003. № 2(3). 2014 с.

15. Царенко О.М., Злобін Ю.А., Скляр В.Г., Панченко С.М. Комп'ютерні методи в агрономії та с.-г. біології. Суми : Університетська книга, 2000. 203 с.

#### REFERENCES:

1. Babych, A. A., Petrychenko, V. F., Ivanyuk, S. V. (1997). Vplyv hidrotermichnykh umov na proyav osnovnykh hospodars'ko-tsinnnykh oznak u soyi v Lisostepu Ukrayiny. [Influence of hydrothermal conditions on the manifestation of basic economic-valuable features in soybean in the Forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk ahraryoi nauky*. [in Ukrainian]

2. Butenko A. O., Masyk I. M., Sobko M. H., Tykhonova O. M. (2020). Formuvannya vrozhaynosti sortiv soyi riznykh hrup styhlosti zalezno vid strokiv sivby ta shyryny mizhryad. [Yield formation of soybean varieties of different maturity groups depending on sowing dates and row spacing. Interdepartmental thematic scientific collection Irrigated agriculture]. *Mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk Zroshuvane zemlerobstvo*. 74. 73–83. [in Ukrainian]

3. Artemenko S. F. (2011). Vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv ta strokiv sivby za riznykh pohodnykh umov na urozhaynist' soyi. [Influence of agrotechnical measures and terms of sowing under different weather conditions on soybean yield]. *Byul. In-tu zem. hosp-va*. 40. 40–45. [in Ukrainian]

4. Sharubin I. O., Nahornyy V. I. (2012). Perspektyvy i napryamy zbil'shennya vyrobnytstva soyi v pivnichno-skhidnomu Lisostepu Ukrayiny. [Prospects and directions of increasing soybean production in the north-eastern forest-steppe of Ukraine]. *Nasinytstvo*. 1. 8–10. [in Ukrainian]

5. Bakhmat O. M. (2010). Ahroekologichne obgruntuvannya sortovoyi ahrotekhniki vyroshchuvannya soyi v umovakh zakhidnoho Lisostepu Ukrayiny. [Agroecological substantiation of varietal agrotechnics of soybean cultivation in the conditions of the western Forest-steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats' PDATU. Kamyanets'-Podil's'kyi*. 18. 24–24. [in Ukrainian]

6. Sichkar V. (2005). Vplyv ekoloho-geohrafichnykh faktoriv na tryvalist' vehetatsiynoho periodu kolektsiynnykh sortozrazkiv soyi. [Influence of ecological and geographical factors on the duration of the vegetation period of soybean collection varieties]. *Umans'kyi derzhavnyy ahraryi universytet: Zbirnyk naukovykh prats'*. 60. 76–83. [in Ukrainian]

7. Shevnikov M. YA. (2006). Osoblyvosti vodospozhyvannya soyi v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrayiny. [Peculiarities of soybean water consumption in the conditions of the left-bank Forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk PDAA*. 1. 44–49. [in Ukrainian]

8. Heatherly L. G., Spurlock R. S., Reddy N. K. Influence of early-season nitrogen and weed management on irrigated and nonirrigated glyphosate-resistant and susceptible soybean. *Agron. J.*, 2003. № 95. P. 446–453. [in English]

9. Bakhmat O. M. (2011). Ahroekologichni osnovy formuvannya vrozhayu nasinnya soyi v umovakh zakhidnoho Lisostepu Ukrayiny. [Agroecological bases of soybean seed crop formation in the conditions of the western Forest-steppe of Ukraine]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 69. 122–128. [in Ukrainian]

10. Kudlay I. M., Osypchuk A. M., Osypchuk O. S. (2010). Vyroshchuvannya soyi na kormovi tsili v umovakh tsentral'noho Lisostepu Ukrayiny. [Growing of soybeans for fodder purposes in the conditions of the central Forest-steppe of Ukraine]. *Ahrobiolohiya: zb. nauk. prats'*, 4(80). 34–37. [in Ukrainian]

11. Matushkin V. O., Mahomedov R. D., Moshkova O. M. (2006). Sorty soyi i yikh ahrobiolohichni osoblyvosti vyroshchuvannya. [Soybean varieties and their agrobiological features of cultivation]. Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН. Харків. 60. [in Ukrainian]

12. Shevnikov M. YA., Lotysh I. I. (2015). Formuvannya intensyvnoyi struktury posivu riznykh sortiv soyi za optymizatsiyi ploshchi zhyvlennya. [Formation of intensive sowing structure of different soybean varieties with optimization of feeding area]. *Innovatsiyni aspekty tekhnolohiy vyroshchuvannya, zberihannya i pererobky produktsiyi roslynnystva*, Mater. III-yi nauk.-prak. internet-konf. 182-187. [in Ukrainian]

13. Dospikhov, B. A. (1985). Metodyka polevoho opyta. [The methodology of field experiment]. M. Kolos. [in Russian]

14. Metodyka provedennya ekspertyzy ta derzhavnoho vyprobuvannya sortiv roslyn zernovykh, krupyanykh ta zernobobovykh kul'tur. (2003). [Methods of examination and state testing of varieties of plants of cereals, cereals and legumes]. *Derzhavna sluzhba z okhorony prav na sorty roslyn*. Kyiv [in Ukrainian]

15. Tsarenko, O.M., Zlobin, Yu.A., Sklyar, V.H., Panchenko, S.M. (2000). Kompyuterni metody v ahronomiyi ta s.h. biolohiyi. [Computer methods in agronomy and agriculture biology]. Sumy: Universytetska knyha. [in Ukrainian]

## СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО

УДК 633.491:631.67:631.8

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.18>

### ВПЛИВ РІВНЯ ЗВОЛОЖЕННЯ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ НА ВОДОСПОЖИВАННЯ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ КАРТОПЛІ ЛІТНЬОГО САДІННЯ СВІЖОЗІБРАНИМИ БУЛЬБАМИ

**ВОЖЕГОВА Р.А.** – доктор сільськогосподарських наук, професор,  
академік Національної академії аграрних наук України  
<https://orcid.org/0000-0002-3895-5633>

**БАЛАШОВА Г.С.** – доктор сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник  
<https://orcid.org/0000-0001-7023-621X>

**БОЯРКІНА Л.В.** – кандидат сільськогосподарських наук  
<https://orcid.org/0000-0002-6605-8411>

Інститут зрошуваного землеробства  
Національної академії аграрних наук України

**Постановка проблеми.** Одними з основних факторів, що впливають на продуктивність сільськогосподарських культур, є режим зрошення та мінеральні добрива. Останнім часом в Україні дуже широко використовується краплинне зрошення, в тому числі і на картоплі [10]. Проте виробниками найчастіше застосовуються зарубіжні технології вирощування. Водночас у нашій країні зовсім інші ґрунти, кліматичні умови, технічне оснащення тощо. На Півдні України все більшого поширення набуває літнє садіння картоплі як на насінневі, так і на продовольчі цілі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Світове зрошуване землеробство постійно займається удосконаленням та впровадженням у виробництво енергозберігаючих та ресурсощадних способів поливу [1; 5; 9]. Науковці різних країн шукають різноманітні способи економного використання поливної води, які б не чинили негативного впливу на врожайність культур [6–8].

**Мета статті** – представити результати досліджень вирощування насінневої картоплі за літнього садіння свіжозібраними бульбами з використанням краплинного зрошення.

**Матеріали і методи.** Дослідження проводились на полях Інституту зрошуваного землеробства НААН на типовому для Півдня України темно-каштановому ґрунті в умовах зрошення протягом 2011–2013 рр. Для проведення досліджень та аналізу отриманих результатів керувались методичними рекомендаціями [2–4]. Для вирішення поставлених завдань у лабораторії біотехнології картоплі ІЗЗ НААН було проведено двофакторний польовий дослід, в якому передбачалось вивчення дії мінеральних добрив на фоні різних режимів зрошення за літнього садіння свіжозібраними бульбами. Перший режим зрошення передбачав підтримання вологості ґрунту в період від садіння до бутоніза-

ції не менш 70% НВ; у період бутонізація – кінець цвітіння – 80% НВ. Другий режим зрошення передбачав підтримання вологості ґрунту не менш 80% НВ протягом усієї вегетації. Розрахунковий шар ґрунту – 0,5 м. Облікова площа ділянки 6,37 м<sup>2</sup>, густина садіння – 48,3 тис. бульб на 1 га, розташування ділянок рендомізоване.

Мінеральні добрива вносились локально в гребінь безпосередньо під час садіння картоплі в дозах N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> та N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>. З поливною водою добрива вносились такими ж дозами в період від сходів до бутонізації.

Свіжозібрані бульби (SE) від весняного садіння ранньостиглого сорту Кобза обробили 4-компонентним розчином стимуляторів для переривання періоду спокою та висадили в поле в першій декаді липня.

**Результати досліджень.** Погодні умови років досліджень були схожі – перша половина вегетації картоплі літнього строку садіння була спекотною з частими посухами, що відповідало умовам пустелі та напівпустелі, у другій половині (вересень–жовтень) метеорологічні показники відповідали умовам помірного клімату.

Спостереження за вологістю ґрунту за роками досліджень показали, що в 2011 р. для підтримання вологості не менш як 80% НВ протягом усієї вегетації необхідно було провести 8 поливів зрошувальною нормою 1250 м<sup>3</sup>/га, а для підтримання вологості ґрунту на рівні 70–80% НВ було необхідно зробити 5 поливів зрошувальною нормою 1100 м<sup>3</sup>/га. У 2012 р. для підтримання вологості 80% НВ протягом усієї вегетації було проведено 8 поливів зрошувальною нормою 2040 м<sup>3</sup>/га, а для підтримання вологості ґрунту на рівні 70–80% НВ зробили 6 поливів зрошувальною нормою 1800 м<sup>3</sup>/га. У 2013 р. для підтримання вологості не менш як 80% НВ протягом усієї вегетації необхідно було провести 9 поливів зрошувальною нормою 1785 м<sup>3</sup>/га, а для



підтримання вологості ґрунту на рівні 70–80% НВ необхідно було зробити 7 поливів зрошувальною нормою 1570 м³/га.

Сумарне водоспоживання рослин картоплі було найвищим у 2012 р. Так, за підтримання вологості ґрунту 70–80% НВ становило 2689 м³/га, а за 80% НВ – 2869 м³/га відповідно. Підвищення передполивного порогу в перший період вегетації до 80% НВ призвело до збільшення водоспоживання на

180 м³/га, водночас залишкові запаси води після збирання збільшилися на 61 м³/га. Найменшим за роки досліджень цей показник був у 2013 р. – за підтримання вологості ґрунту 70–80% НВ – 2074 м³/га, що на 22,9% менше порівняно з 2012 р., а за 80% НВ – 2179 м³/га, або менше на 24% відповідно. У середньому за три роки досліджень сумарне водоспоживання становило 2363 та 2441 м³/га відповідно за вологості ґрунту 70–80 та 80% НВ (рис. 1).



Рис. 1. Сумарне водоспоживання картоплі за різних режимів зрошення, м³/га, 2011–2013 рр.

Аналіз структури показав, що водоспоживання картоплі літнього строку садіння формувалось на 51,1 та 52,6% за рахунок поливів відповідно у разі підтримання вологості ґрунту 70–80 та 80% НВ. Опади формували 32,6–29,5%, ще відповідно 16,2 та 17,9% води було спрямовано на поповнення остаточних запасів води в ґрунті. У середньому за три роки досліджень 63,1 та 69,3% водоспоживання рослин формувалось за рахунок зрошувальної води, 35,8 та 34,6 – за рахунок опадів, відповідно за підтримання вологості ґрунту 70–80 та 80% НВ. Два роки з трьох (2012 та 2013 рр.) ґрунтова вода не брала участі у формуванні водоспоживання картоплі – частина води від атмосферних опадів та поливів витрачалась на поповнення запасів ґрунтової води (рис. 2).

За роки досліджень картопля у разі підтримання вологості ґрунту 70–80% НВ сформувала врожай на контролі 12,74 т/га, а за 80% НВ на 8,4% більше – 13,91 т/га. Середня врожайність у разі підтримання вологості ґрунту 70–80% НВ становила 16,39 т/га, підвищення передполивного порогу до 80% НВ збільшило врожай на 6%, або майже на одну тону (17,36 т/га). На всіх варіантах удобрення у разі підтримання вологості ґрунту 70–80% урожайність бульб була меншою, ніж у разі 80% НВ. Найменша (0,66 т/га, або 3,7%) і найбільша (2,1 т/га, або 11,2%) різниці між показниками була встановлена за локального внесення мінеральних добрив у дозах  $N_{90}P_{90}K_{90}$  і  $N_{120}P_{120}K_{120}$  відповідно. Підвищення

доз удобрення до  $N_{120}P_{120}K_{120}$  у разі внесення їх роздільно з поливною водою не сприяє збільшенню врожаю бульб. За умови підтримання вологості ґрунту 70–80% НВ і внесення  $N_{90}P_{90}K_{90}$  і  $N_{120}P_{120}K_{120}$  показники залишаються на одному рівні – 17,9 і 17,91 відповідно, а за 80% НВ і  $N_{120}P_{120}K_{120}$  урожайність менша на 0,77 т/га, ніж на варіанті  $N_{90}P_{90}K_{90}$  (рис. 3).

За результатами кореляційно-регресійного аналізу впливу на формування урожайності різних режимів зрошення та рівня удобрення картоплі можна вважати, що за передполивного порогу до 80% НВ складаються для цього більш сприятливі умови, про що свідчать коефіцієнти кореляції  $r = 0,89$  та детермінації  $R^2 = 0,79$ . За передполивного порогу до 70–80% НВ відзначаємо також позитивний вплив і сильний зв'язок, проте дещо менший ( $r = 0,83$ ;  $R^2 = 0,69$ ) (рис. 4).

У середньому за три роки витрати на виробництво картоплі літнього строку садіння без застосування мінеральних добрив становили 44,28 та 44,87 тис. грн/га відповідно у разі підтримання вологості ґрунту 70–80 та 80% НВ (табл. 1). За таких умов собівартість продукції становить 3,47 та 3,23 тис. грн/т та рентабельність виробництва 188,2 та 210,0%. Застосування комплексних мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  підвищує витрати на виробництво до 48,29 та 48,77 тис. грн/га відповідно за передполивної вологості ґрунту 70–80 та 80% НВ, але завдяки суттєвому підвищенню врожайності собівартість знизилась на 130 грн/т і рен-



Рис. 2. Структура сумарного водоспоживання картоплі за різних режимів зрошення, %, 2011–2013 рр.

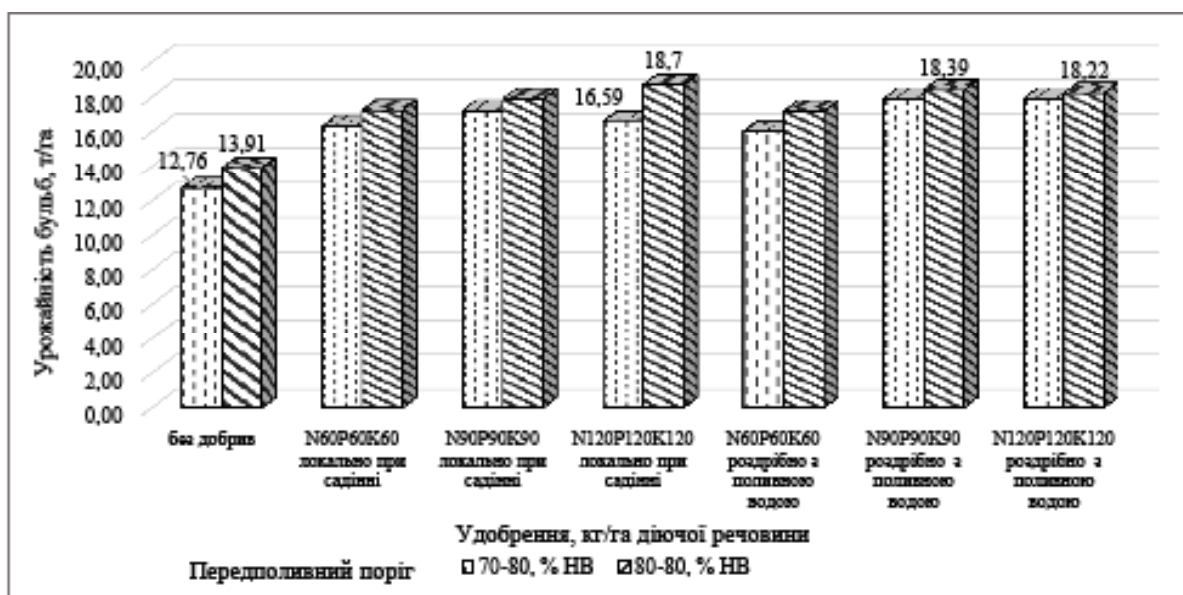


Рис. 3. Урожайність картоплі за різних режимів зрошення та удобрення, т/га (середнє за 2011–2013 рр.)

табельність виробництва підвищилась до 238,1 та 253,7%.

Найкращі результати отримано у разі підтримання вологості ґрунту протягом вегетації 80% НВ та внесення  $N_{90}P_{90}K_{90}$  як локально, так і з поливною водою – собівартість продукції сягає 2,81–2,74 тис. грн/т та рентабельність виробництва 256,2–264,5%.

**Висновки.** Водоспоживання картоплі літнього строку садіння формувалось на 63,1 та 69,3% за рахунок поливів відповідно у разі підтримання вологості ґрунту 70–80 та 80% НВ, опади формували 35,8–34,6% та надлишок води був спрямований на поповнення остаточних запасів води у ґрунті.

У разі підтримання вологості ґрунту 70–80% НВ росли сформували врожай на контролі 12,76 т/га, а за 80% НВ на 8,4% більше – 13,91 т/га.

Під час вирощування картоплі літнього садіння свіжозібраними бульбами найбільший урожай забезпечує підтримання вологості ґрунту протягом вегетації 80% НВ у шарі ґрунту 0,5 м – 17,9–18,39 т/га та внесення  $N_{90}P_{90}K_{90}$  локально або з поливною водою.

Найбільша віддача від вкладених коштів спостерігалась у разі внесення  $N_{90}P_{90}K_{90}$  локально або з поливною водою на фоні зволоження 0,5 м шару ґрунту 80% НВ – собівартість продукції сягає 2,80–2,74 тис. грн/т та рентабельність виробництва 256,2–264,5%.

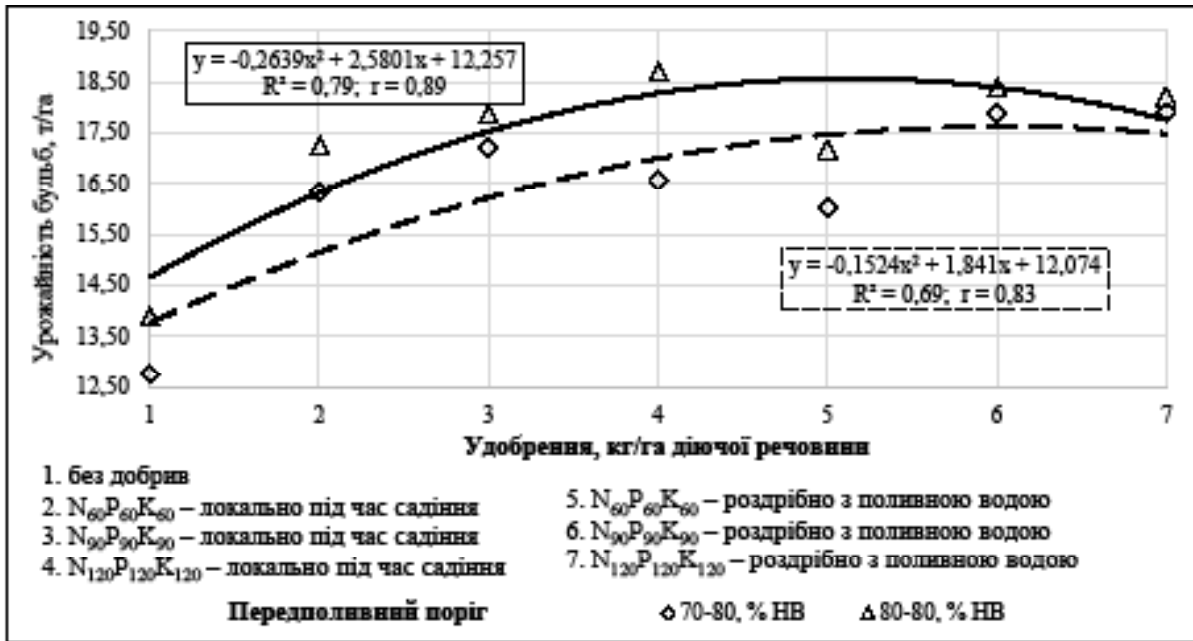


Рис. 4. Поліноміальна модель впливу різних умов зволоження та удобрення на формування урожайності бульб (Е) картоплі сорту Кобза (середнє за 2011–2013 рр.)

Таблиця 1 – Економічна ефективність вирощування картоплі літнього садіння свіжозібраними бульбами за різних умов удобрення та зволоження краплинним способом, середня за 2011–2013 рр.

Передполивна вологість, %НВ	Удобрення	Урожайність, т/га	Витрати на виробництво, тис. грн/га	Собівартість, тис. грн/т	Умовний чистий прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
70–80	без добрив	12,76	44,28	3,47	83,3	188,2
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – локально під час садіння	16,33	48,29	2,96	115,0	238,1
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> – локально під час садіння	17,22	49,86	2,90	122,3	245,4
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> – локально під час садіння	16,59	50,63	3,05	115,3	227,7
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – роздрібно з поливною водою	16,04	47,72	2,97	112,7	236,1
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> – роздрібно з водою	17,9	50,16	2,80	128,8	256,9
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> – роздрібно з поливною водою	17,91	51,72	2,89	127,4	246,3
80–80	без добрив	13,91	44,87	3,23	94,2	210,0
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – локально під час садіння	17,25	48,77	2,83	123,7	253,7
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> – локально під час садіння	17,88	50,19	2,81	128,6	256,2
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> – локально під час садіння	18,7	51,71	2,77	135,3	261,6
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – роздрібно з поливною водою	17,18	48,73	2,84	123,1	252,5
	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> – роздрібно з поливною водою	18,39	50,45	2,74	133,5	264,5
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> – роздрібно з поливною водою	18,22	51,47	2,82	130,7	254,0

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Григоров М.С., Жидков В.М., Захаров В.В. Ресурсозберігаючий режим капельного орошення при вирощуванні картофеля. *Аграрная наука : научно-производственный журнал*. 2011. № 5. С. 20–22.

2. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / Р.А. Вожегова, Ю.О. Лавриненко, М.П. Малярчук та ін. Херсон : Гринь Д.С., 2014. 286 с.

3. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство) : навчальний посібник / В.О. Ушкаренко, Р.А. Вожегова, С.П. Голобородько, С.В. Коковіхін. Херсон : Гринь Д.С., 2014. 448 с.

4. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / В.С. Куценко, А.А. Осипчук, А.А. Подгаєцький та ін. Немішаєве : Ін-т картоплярства. 2002. 183 с.

5. Alaa S. Ati., Ammar D.I. & Salah M.N. Water use efficiency of potato (*Solanum tuberosum* L.) under different irrigation methods and potassium fertilizer rates. *Annals of Agricultural Sciences*, 2012. No. 57(2). Pp. 99–103. DOI: 10.1016/j.aosas.2012.08.002.

6. Elbakidze L., Fa'anunu B., Mamula A., Taylor R. G. Evaluating economic efficiency of a water buyback program: The Klamath irrigation project. *Resource and Energy Economics*. 2017. No. 48, pp. 68–82. DOI: 10.1016/j.reseneeco.2017.02.001.

7. Mashnik D., Jacobus H., Barghouth A., Wang E.J. Increasing productivity through irrigation: Problems and solutions implemented in Africa and Asia. *Sustainable Energy Technologies and Assessment*. 2017. No. 22. Pp. 220–227. DOI: 10.1016/J.SETA.2017.02.005.

8. Nikouei A., Zibaei M., Ward F.A. Incentives to adopt irrigation water saving measures for wetlands preservation: An integrated basin scale analysis. *Journal of Hydrology*. 2012. No. 464–465. Pp. 216–232. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2012.07.013.

9. Onder S., Caliskan M., Onder D., Caliskan S. Different irrigation methods and water stress effects on potato yield and yield components. *Agricultural and Water Management*. 2005. No. 73. Pp. 73–86. DOI: 10.1016/j.agwat.2004.09.023.

10. Vozhehova R., Balashova G., Boiarkina L. et al. The efficiency of different moisture and nutrition conditions in early potato growing under drip irrigation in Southern Ukraine. *Journal of Agricultural Sciences Belgrade*. 2021. No. 66. 1. Pp. 1–16. DOI: 10.2298/JAS2101001V.

#### REFERENCES:

1. Hryhorov, M.S., Zhydkov, V.M. & Zakharov V.V. (2011). Resursoberehayushchyy rezhym kapel'noho oroshennyya pry vyrashchuvanny kartofelya [Resource-saving drip irrigation regime for growing potatoes]. *Ahrarnaya nauka: nauchno-proyvodstvennyy zhurnal – Agrarian science: scientific and production journal*, 5, 20–22 [in Russian].

2. Vozhehova, R.A., Lavrynenko, Yu.O., Malyarchuk, M.P. et al. (2014). *Metodyka pol'ovykh i laboratornykh doslidzhen' na zroshuvanykh zemlyakh* [Methods

*of field and laboratory research on irrigated lands*]. Kherson: Hrin' D.S., 286 [in Ukrainian].

3. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborod'ko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2014). *Metodyka pol'ovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo)* [Methods of field experiment (Irrigated agriculture)]. Kherson: Hrin' D.S., 448 [in Ukrainian].

4. Kutsenko, V.S., Osypchuk, A.A., & Podgats'kyi, A.A. et al. (2002). *Metodychni rekomendatsiyi shchodo provedennya doslidzhen' z kartopleyu* [Methodical recommendations for conducting research with potatoes]. Nemishayeve, 183 [in Ukrainian].

5. Alaa, S. Ati., Ammar, D.I., & Salah, M.N. (2012). Water use efficiency of potato (*Solanum tuberosum* L.) under different irrigation methods and potassium fertilizer rates. *Annals of Agricultural Sciences*. 57(2). 99–103. DOI: 10.1016/j.aosas.2012.08.002 [in English].

6. Elbakidze, L., Fa'anunu, B., Mamula, A., & Taylor, R.G. (2017). Evaluating economic efficiency of a water buyback program: The Klamath irrigation project. *Resource and Energy Economics*. 48. 68–82. DOI: 10.1016/j.reseneeco.2017.02.001 [in English].

7. Mashnik, D., Jacobus, H., Barghouth, A. & Wang E.J. et al. (2017). Increasing productivity through irrigation: Problems and solutions implemented in Africa and Asia. *Sustainable Energy Technologies and Assessment*. 22. 220–227. DOI: 10.1016/J.SETA.2017.02.005 [in English].

8. Nikouei, A., Zibaei, M. & Ward, F.A. (2012). Incentives to adopt irrigation water saving measures for wetlands preservation: An integrated basin scale analysis. *Journal of Hydrology*. (464–465). 216–232. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2012.07.013.

9. Onder, S., Caliskan M., Onder D., & Caliskan S. (2005). Different irrigation methods and water stress effects on potato yield and yield components. *Agricultural and Water Management*. 73. 73–86. DOI: 10.1016/j.agwat.2004.09.023 [in English].

10. Vozhehova, R., Balashova, G., & Boiarkina, L. et al. (2021). The efficiency of different moisture and nutrition conditions in early potato growing under drip irrigation in Southern Ukraine. *Journal of Agricultural Sciences Belgrade*. 66. 1. 1–16. DOI: 10.2298/JAS2101001V [in English].

## АДАПТИВНА ЗДАТНІСТЬ – ВАЖЛИВА ОЗНАКА У СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН

**ТИЩЕНКО А.В.** – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0003-1918-6223>

**ТИЩЕНКО О.Д.** – кандидат сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-8095-9195>

**ПІЛЯРСЬКА О.О.** – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0001-8649-0618>

**КУЦ Г.М.** – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0003-0448-9432>

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

**ГАЛЬЧЕНКО Н.М.** – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0002-1717-5101>

**Постановка проблеми.** Останнім часом потепління клімату призвело до того, що почастишали несприятливі та екстремальні фактори та стресові явища, насамперед інтенсивне підвищення середньомісячної температури повітря, що впливають на ріст та розвиток люцерни. Тому велике значення має екологічний напрям у селекції культури. Він реалізується насамперед через адаптивну селекцію, спрямовану на стабілізацію основних показників елементів кормової та насінневої продуктивності. Сьогодні вимагає ведення безперервного селекційного процесу з постійним його удосконаленням для забезпечення стабільності та зростання кормової і насінневої продуктивності культури, шляхом створення і впровадження нових сортів. На думку А.В. Кільчевського, саме адаптивна селекція забезпечує пристосувальні можливості сорту та головною її особливістю є контроль екологічної стабільності [1], прояву ознак.

**Аналіз проблеми.** Умови середовища мінливі, що зумовлюють рослини пристосовуватися до тих чи інших умов. За постійного впливу несприятливих чинників навколишнього середовища: температурних коливань, посухи, надмірного зволоження, заселення ґрунту тощо, кожний рослинний організм здатний адаптуватися до цих умов тільки в межах, зумовлених його нормою реакції генотипу. Чим вища здатність виду змінювати метаболізм (обмін речовин) відповідно до діапазонів мінливих умов, тим ширша норма його реакції та вища еколого-адаптивна спроможність [2; 3; 4].

Тому пошук і розвиток підходів до кількісної оцінки господарсько-цінних показників рослин, формування яких проходить за постійних змін погодних умов, є результатом взаємодії двох динамічних систем, що розвиваються, – рослинної та зовнішнього середовища [5]. Тому основне завдання сучасної селекції повинне бути спрямоване на створення сортів з підвищеною екологічною стійкістю, посиленням їх здатності забезпечувати високу та стабільну врожайність за різних умов зростання [6], тобто підтримувати високий рівень адаптації рослин до комплексу біотичних і абіотичних факторів

навколишнього середовища [7]. Висока врожайність не завжди має першорядне значення, необхідна її стабільність за факторів зовнішнього середовища, які змінюються [8; 9].

За визначенням А.В. Кільчевського, адаптивна селекція – це сукупність методів, що забезпечують отримання сортів і гібридів з максимальною і стабільною продуктивністю в різних екологічних умовах регіону, для якого ведеться відбір [10], та її основною метою є поєднання продуктивності і стійкості до абіотичних, біотичних стресів в одному сорті (генотипі, популяції) [11]. Проте В.С. Шевелуха вважає, що ще не подолано найважливіше протиріччя між продуктивністю і стійкістю сільськогосподарських рослин [12]. На думку О.О. Жученка, більшість селекціонерів не заперечують складність цієї проблеми та поєднання в одному генотипі високої продуктивності й адаптивності, і воно є можливим та бажаним [13].

Ю.О. Лавриненко, Ю.В. Гудзь запропонували таку трактовку адаптивної селекції:

- пластичність – це спрямованість реакції генотипу на коливання зовнішнього середовища (ступінь модифікованості ознаки під впливом зовнішніх факторів);

- стабільність у вузькому розумінні – стійкість реалізації генотипом реакції на зміну умов середовища (або стабільність реалізації генотипом пластичності);

- стабільність у широкому розумінні – це здатність нівелювати або знижувати вплив лімітуючих факторів (іншими словами гомеостатичність генотипу, або здатність мати мінімальну фенотипову дисперсію у разі зміни умов вирощування) [14].

На думку В.В. Базалія, такі терміни, як стабільність, пластичність, гомеостатичність, протиставляються один одному, або вважаються однозначними, а інколи доповнюють один одного [15]. Поняття «стабільність» і «пластичність» у вітчизняній і зарубіжній літературі трактуються по-різному, що ускладнює оцінку цих параметрів і їх використання у відборі [11]. За визначенням А.Д. Bradshaw, пластичність є загальною властивістю всього генотипу і

він може змінювати значення ознак за різних умов середовища, а стабільність – як відсутність пластичності. Автор розрізняв пластичність морфологічну і фізіологічну, і вони взаємопов'язані, тому морфологічна стабільність може бути результатом фізіологічної пластичності. Механізми, що беруть участь у визначенні ознак пластичності, різноманітні. З одного боку, генотип демонструє безперервний діапазон модифікацій, що залежать від інтенсивності, напруженості середовища, а з іншого боку, генотип показує тільки дві дискретні модифікації. Він дійшов висновку, що пластичність – ознака незалежна та перебуває під власним специфічним генетичним контролем [16; 17].

R.W. Allard, P.E. Hantsche визнають, що стабільність не означає загальної фенотипової сталості в різних умовах середовища, а це стосується господарсько-цінних ознак, насамперед продуктивності. Генетично різноманітні популяції часто дають більш високу врожайність у різних середовищах, ніж генетично однорідні популяції, тому сорти, які пристосовуються до середовища, забезпечують максимальну економічну віддачу в різних місцевостях і в різні роки [18]. За М.П. Мартиновим, доцільно дотримуватися тлумачення пластичності, яке дають селекціонери, це – здібність сорту до поєднання досить високої врожайності з її стабільністю в мінливих умовах, а генотипи з підвищеною реакцією на умови вирощування слід називати чутливими до цих умов [19].

На думку А.П. Орлюка, пластичність і стабільність – це головні пристосувальні властивості рослин, які є відображенням модифікаційної мінливості під впливом факторів довкілля. Вони характеризують динаміку зміни реакції генотипу на варіювання умов середовища, яка дозволяє зберегти незмінні ці функції. Пластичність ознак (властивостей) – це здатність змінюватися під впливом факторів середовища у межах, які контролюються самим генотипом [20]. Стабільність – це показник стійкості сорту в реалізації певного фенотипу в різних умовах середовища [21].

Пластичність сорту – генетично складне явище, що перебуває під спеціальним генетичним контролем та забезпечується спадковою нормою реакції. Стабільність і пластичність ознак сортів – це здатність генетичних механізмів рослин зводити до мінімуму наслідки несприятливого впливу зовнішнього середовища та підтримувати певний фенотип у різних умовах середовищ. Пластичність – це властивість генотипу до мінливості ознак у різних умовах середовища, що виявляється в фенотиповій мінливості, а стабільність – здатність сорту зберігати відносну сталість ознак за зміни умов середовища [13; 14; 22; 23; 24; 25]. Однак стабільність і пластичність – це дві протилежні сторони модифікаційної мінливості генотипу, тобто генотип не може бути одночасно стабільним і пластичним за досліджуваною ознакою [11]. Як відзначають П.В. Поползухін та ін., пластичність, стабільність і гомеостатичність характеризують потенціал модифікованої та генотипової мінливості окремих сортових ознак, головним з яких є врожайність, а показник ступеня реакції

генотипів на зміну умов середовища характеризують сорт за пластичністю, стабільністю і гомеостатичністю [26].

Кожен новий сорт повинен об'єднувати низку спадкових факторів, що контролюють різні ознаки і властивості. Особливе місце серед них посідають властивості, що забезпечують стабільність урожайності в мінливих екологічних умовах. Ця стабільність у часі і просторі зумовлюється генетичними механізмами гомеостазу, тобто сталості за рахунок власних регуляторних механізмів [13], або здатністю біологічної системи протистояти впливу навколишнього середовища, встановлювати оптимальні відносини із зовнішнім середовищем [27].

Гомеостаз характеризується лабільною здатністю генотипу сорту зводити до мінімуму наслідки несприятливих впливів зовнішнього середовища. Це забезпечується властивістю генотипу підтримувати сталість основних життєвих процесів у мінливих умовах вирощування [28]. Стан гомеостазу можна використовувати як основний критерій оцінки генотипу. Мірою гомеостазу сорту служить його здатність до меншого зниження врожаю у разі погіршення умов середовища, що має велике значення для отримання не тільки максимальних, а й сталих врожаїв у широкому діапазоні умов вирощування [29]. В.В. Хангільдін пов'язує прояв високої гомеостатичності зі стабільністю врожаю та, навпаки, прояв низького гомеостазу – з більшою варіабельністю врожаїв за одних і тих же лімітуючих факторів зовнішнього середовища, тому низька варіабельність ознак продуктивності може служити показником гомеостатичності селекційних сортів [30; 31]. О.А. Демидов та ін. вважають, що гомеостатичність – це показник, який об'єднує середню врожайність та адаптаційну норму реакції сортів (генотипів) на лімітуючі фактори довкілля [32]. Тому одне з головних завдань селекції – підвищення адаптивного потенціалу сортів, до якого належать пластичність, стабільність і гомеостатичність, тобто не тільки підвищення продуктивності рослин, але й поєднання її зі стійкістю до абіотичних і біотичних стресів [33; 34], що є критерієм адаптивної здатності рослин [35]. Досить високу врожайність у сприятливих умовах вирощування та її стабільність у стресових умовах можуть забезпечити екологічно пластичні сорти, що пристосовані як до оптимального, так і мінімального чи максимального прояву чинників навколишнього середовища [36; 37; 38; 39]. Із пластичністю тісно пов'язане поняття «екологічна стабільність», яка відображає здатність рослинних популяцій протистояти стресовим чинникам [40]. Л.П. Байкалова вважає, що терміни «адаптивність», «екологічна пластичність», «екологічна стійкість» можуть замінюватися, а частіше доповнювати один одного [41].

Адаптивність сорту – це можливість генотипу в процесі індивідуального розвитку пристосовуватися до мінливих умов середовища та в несприятливих умовах давати максимальну продуктивність, а у сприятливих – з найбільшою повнотою їх використовувати. Ця здатність залежить від норми реакції генотипу сорту на різні фактори зовнішнього середовища [13]. Частіше адаптивність сорту буває

відносною та змінюється вона залежно від напруженості фактора або факторів зовнішнього середовища, та відмінності можуть зберігатися за умов різної напруженості стресів, але у межах виживання за рахунок внутрішніх захисних ресурсів [42]. У зв'язку з цим Ю.А. Лавриненко, Ю.В. Гудзь вважають, що залежно від умов вирощування культури адаптивна селекція вимагає індивідуального підходу. Для умов зрошення необхідно створювати високопродуктивні сорти інтенсивного типу з вузькою нормою реакції, високою пластичністю та стабільністю у вузькому сенсі. Для умов природного зволоження краще створювати високогеміостатичні генотипи, що володіють низькою пластичністю та високою стабільністю як у вузькому, так і широкому значенні. Для ділянок з негарантованим водним режимом мати генотипи з широкою нормою реакції, середньопластичні, що володіють високою стабільністю у вузькому сенсі та відповідно реагують на зміну умов середовища [14].

Кожна адаптивна реакція, своєю чергою, відображає реакцію всієї біологічної системи на зміни середовища через ланки морфогенетичних ефектів, які завершують формування конкретної ознаки рослини [20]. Як зазначає М.І. Дзюбенко, у видів роду *Medicago L.* добір до виживання є адаптивним процесом, своєрідною компенсацією за таку адаптацію служить зниження потенційної і реальної насінневої продуктивності. Її зниження відбулося внаслідок редукції числа насінних зачатків у зав'язях квіток від 18 у предків до 7–12 у сучасних, а також збереження перехресного типу запилення. Своєрідність такого добору забезпечує у загальній насінневої продуктивності популяції вищу частку насінневих нащадків, отриманих від запліднення насінних зародків чужим пилком, які характеризуються кращою життєздатністю. Однак погіршення екологічної ситуації для комах-запилювачів у багаторічних видів люцерни процес редукції насінних зачатків у зав'язі може продовжитися. Проте для виживання виду, як багаторічної життєвої форми, наявність цього виду добору може грати позитивну роль [43]. Загальноприйнятим критерієм адаптивного потенціалу сорту вважається рівень його середньої врожайності в різних за часом та місцем умовах середовища. У разі однакової врожайності перевагу слід віддавати тому сорту, що має максимальну екологічну пристосованість [2]. Якщо висока середня врожайність є результатом високої продуктивності тільки в сприятливих умовах, то такий сорт буде гірший за той, який має кращу адаптацію до несприятливих умов [44].

Адаптивність сорту оцінюється за ступенем зниження середньої величини ознаки продуктивності. Важливий показник адаптивності і екологічної пластичності – стійкість сортів і ліній до стресу, що визначається різницею між мінімальним і максимальним значенням ознаки ( $Y_{\min} - Y_{\max}$ ). Цей показник має від'ємний знак, чим він менший за абсолютною величиною, тим вища стійкість до стресів, тобто більш широкий діапазон пристосувальних можливостей сорту [45; 46].

Таким чином, головна особливість селекції на адаптивність – домогтися мінімальної реакції рос-

лин на несприятливі фактори зовнішнього середовища та постійний контроль екологічної пластичності, стабільності сортів і гібридів у процесі селекції.

Сьогодні як ніколи в умовах зміни клімату, у разі дефіциту ресурсів, порушення агроекологічної рівноваги зростає роль сорту і його потенційних можливостей у конкретних природно-кліматичних умовах вирощування. Вивчення пристосувальних можливостей генотипу, потенціалу рослин люцерни як кормової культури, так і культури, яка має велике агротехнічне значення, завжди актуально. Отже, для вирішення цієї проблеми необхідне вивчення генотипової й екотипової різноманітності селекційного матеріалу для отримання адаптивних та стабільно продуктивних сортів.

Одним зі шляхів вирішення цього завдання є використання провокаційних фонів. А.П. Орлюк вважає, що за типових фонів не завжди створюються умови, які б дозволили виділити генотипи, що цікавлять селекціонера. У зв'язку з цим він змушений створювати провокаційні фони для прояву окремих ознак і властивостей, бажаних для селекційної роботи [46]. Середовище має велике значення для встановлення норми реакції і добору найбільш стійких, продуктивних генотипів та включення їх у селекційні програми [47]. Тому під час створення сортів люцерни з певним напрямом використання необхідно вивчити характер адаптивних реакцій на специфічні умови. Як зазначає Є.М. Сінська, контрастні умови вирощування надають або посилюють фенотипові прояви в популяції. Умови існування можуть викликати прояв деяких ознак адаптивного, екологічного характеру у окремих генотипів там, де їх значення має істотну роль у боротьбі за існування [48]. У разі наявності генотипового різноманіття в популяції вже в перший рік вдається виділити необхідні рослини для створення вихідного матеріалу і проводити добори на різних етапах селекційного процесу. У селекційній роботі ми використовували такі провокаційні фони, як: сівба в пізньолітні строки, скошування в ранні фази розвитку рослин люцерни, сівба в рисові чеки з близьким рівнем залягання ґрунтових вод та високим вмістом солей, дефіцит вологозабезпечення.

Сівба в пізньолітні строки показала ступінь реакції генотипів люцерни за насінневою продуктивністю на зміну умов середовища протягом одинадцяти років. Врожайність насіння змінювалась залежно від напруженості факторів зовнішнього середовища. Ступінь реакції на зміну умов середовища оцінювали за допомогою методу регресійного аналізу, за S.A. Eberhart, W.A. Russell [49], та коефіцієнта регресії ( $b_1$ ), що є найбільш інформативним показником реакції генотипів на зміну умов середовища. Варіабельність насінневої продуктивності, що вивчалась протягом одинадцяти років у всіх середовищах екологічного градієнта, дає досить об'єктивну оцінку адаптивності. Слід відзначити, що коефіцієнт регресії визначає не тільки середню реакцію сортів на зміни умов середовища, але і дає змогу прогнозувати модифікацію ознаки на їх зміни. Лінії регресії дають візуальну оцінку пластичності, стабільності сортів і гібридів у процесі селекції.

точності селекційних номерів, при цьому нахил лінії регресії дозволяє отримати додаткову інформацію про генотипи порівняно із середніми показниками реакції всіх зразків на зміну умов. Чим крутіша лінія або чим більше числове значення, тим сильніша реакція генотипу на зміну умов середовища, зміну рівня агроекологічних умов. Так, у роки зі сприятливими умовами врожайність насіння була в межах 0,67–1,17 т/га, за несприятливих – 0,17–0,36 т/га. Отримані дані свідчать, що високою пластичністю характеризувалися гібридні популяції: ЦП-11, ВН /02, НС/02, у яких коефіцієнт регресії коливався

від 0,903 до 1,077. Гібридна популяція ЦП-11 менше за інших реагувала на погіршення умов середовища і добре відгукувалася на її поліпшення, відрізнялася високою азотфіксуючою активністю [50].

Дослідження для визначення параметрів мінливості та адаптивності нового селекційного матеріалу люцерни за врожайністю зеленої маси залежно від вологозабезпеченості та погодних умов років провели у разі зрошення та в умовах природного зволоження. Коефіцієнт пластичності ( $b_i$ ) розраховували за допомогою методу регресійного аналізу за S.A. Eberhart, W.A. Russell [50] (табл. 1).

**Таблиця 1 – Адаптивні показники популяцій люцерни (середнє за 2018–2020 рр.)**

№ ділянки	Назва	Коефіцієнт пластичності, $b_i$	Показник стабільності $Sd_i^2$	Селекційна цінність генотипів СЦГі
12/1	Унітро	1,02	0,5013	6,60
13/2	Елегія	1,18	2,0898	6,07
14/3	Приморка	1,04	0,8442	5,71
15/4	M.g./ П.п.	1,01	2,0851	7,36
19/8	AN.d-114	1,10	2,7733	5,35
24/13	Ram. d	0,91	0,1352	7,73
25/14	Em/T	1,00	0,1341	6,92
27/16	M.g./ЦП-11	1,01	0,0894	7,63
29/18	M. agr./C	0,94	0,6744	7,59
31/20	M.g./M.agr	0,86	0,1281	7,04

За коефіцієнтом пластичності популяції люцерни були розподілені на три групи:

1. Стабільні ( $b_i < 1$ ) – популяції, які характеризуються слабкою реакцією на зміни умов вирощування і забезпечують стабільні врожаї у разі погіршення умов. До цієї групи увійшли популяції: M.agr./C, Ram. d та M.g./M.agr, дві останні з хорошими показниками стабільності  $Sd_i^2=0,1352$  і  $0,1281$  та високою селекційною цінністю СЦГі = 7,73 та 7,04.

2. Високопластичні ( $b_i > 1$ ) – популяції з високим генетичним потенціалом, проте з низькою стабільністю прояву врожайності. Це популяції: M.g./П.п., M.g./ЦП-11, Унітро, Приморка, AN.d-114 та Елегія. Ці популяції мають високу потенційну врожайність, але вимагають своєчасних поливів, їх порушення або погодні негаразди знижують урожайність, іноді до повної втрати. Виняток становить популяція M.g./ЦП-11, яка відрізняється високою стабільністю ( $Sd_i^2=0,08941$ ) і селекційної цінністю (СЦГі=7,63).

3. Стабільно-пластичні ( $b_i = 1$ ) – популяція Em/T з адекватною нормою реакції на поліпшення умов вирощування, стримано реагують на нестійкі погодні умови, характеризується високою стабільністю ( $Sd_i^2=0,1341$ ).

Для оцінки і виявлення найбільш перспективних зразків у разі створення сортів люцерни для скошувань у ранні фази розвитку (початок бутонізації) був прийнятий такий режим скошування: перший укіс у рік сівби у фазі «початок цвітіння», щоб не послабити травостій, інші укоси – на початку бутонізації, протягом трьох років його використання. Скошування травостою в ранні фази (початок бутонізації) не дозволяє рослинам відкласти в коронку кореня досить пластичних речовин для відростання в наступному

укосі. Це приводять до зниження густоти травостою та врожайності. Фаза цвітіння є визначальною для найінтенсивнішого і достатнього запасу крохмалю та інших пластичних речовин у коронці кореня, тому змодельовані такі стресові умови дозволили провести диференціацію генотипів за стійкістю до частих скошувань і виділити кращі, які були включені в розсадник полікросу. Істотні відмінності між ними в генетичному і біологічному відношенні дозволили бути основними компонентами для створення синтетичного сорту Вавіловка 2 [51].

Огляд відомостей з питання створення сортів люцерни для рисових чеків (близький рівень залягання ґрунтових вод) свідчить про глибоке порушення фізіологічних функцій у рослинах під впливом нестачі кисню та сильного стресу кореневої системи. Однією з перших реакцій люцерни у відповідь на дефіцит кисню є зміна інтенсивності дихання як у коренях, так і в надземній частині. Після затоплення відзначається інтенсифікація дихання всіх частин рослини. Вже п'ятиденне затоплення в фазі 6 листків викликає у одних сортів посилення дихання у всіх частинах рослин, інші сорти на стресові умови реагують більш повільно й плавно [52]. Багаторічні дані наших досліджень показали, що географічна відокремленість, видова і екотипова еволюція роду *Medicago* сприяють виникненню різноманітного вихідного матеріалу люцерни, в тому числі й для селекції на витривалість до затоплення. Сорти, що базуються на інтрогресії видів *M. falcata* і *M. sativa*, більш витривалі до затоплення. У зв'язку з цим на перших етапах селекційної роботи були виділені окремі генотипи з місцевого районованого сорту Херсонська 1, а також жовтої люцерни сорту Пав-



ловська 7. Клоні з виділеного селекційного матеріалу висаджували в розсадник полікроса для перезаплення та отримання складної гібридної популяції. Розчленування її на складники і більш елементарні спадкові одиниці дало можливість відібрати з них цінні біоти́пи і сформува́ти складногібри́дний, синтетичний сорт люцерни Херсонська 9 (*M. varia* Mart.), який проходив виробничу перевірку на Вознесенській рисовій станції (Миколаївська область) та витримав затоплення паводковими водами протягом 20 діб без помітного зниження травостою [53].

Протягом 25 років в Інституті кормів та сільського господарства Поділля проводились дослідження зі створення сорту, стійкого до кислих ґрунтів [54]. На виділених природних селективних фонах з кислотністю (рН) 5,0–5,5 та 6,0–6,5 був сформований вихідний матеріал, отримані гібриди, дикоростучі місцеві популяції люцерни мінливої та жовтої, стародавні сорти та інший селекційний матеріал, який послідовно пересівали на цих фонах, щорічно проводячи добори за низкою ознак. У результаті проведених досліджень встановлено, що навіть одноразовий цикл добору підвищив урожай зеленої маси на 40–50%, а дворазовий – на 80–110% порівняно з вихідними популяціями. Бажаний результат, тобто отримання рослин люцерни, стійких до вирощування на ґрунтах з рН 5,0–5,5, можна отримати за 4–6 циклів добору з гібридної популяції. Відібрані рослини 3–4-річного віку пересаджувались на ізолювані ділянки. При цьому кожна рослина аналізувалась на враження кореневими гнилями і ступенем утворення активних корневих бульбочок на коренях. Більш сильний негативний вплив підвищеної кислотності проявився на формуванні урожаю насіння. За результатами досліджень виділено низку перспективних селекційних номерів люцерни, які на фоні рН 5,0–5,5 перевищували стандартний сорт Регіна за врожаєм зеленої маси на 59–80%, насінневою продуктивністю – на 306–504%. Селекційний номер (4/95) під назвою Синюха занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, на 2010 рік [54].

**Висновки.** Таким чином, для створення адаптивних (пластичних) сортів люцерни з високою потенційною продуктивністю використовувалися різні провокативні фони для прояву цінних ознак та властивостей люцерни у разі кормового та насінневого використання. За результатами досліджень та доборів елітних генотипів на провокативних фонах створені сорти, які мають адаптивний потенціал за певних агроекологічних умов.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений. Минск : Технало́гия. 1997. 372 с.
2. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство: эколого-генетические основы. Теория и практика: в 3-х т. Москва : Агрорус, 2008. Т. 1. 813 с.; 2009. Т. 2. 1104 с.; 2009. Т. 3. 960 с.
3. Зайцева І.О. Аналіз феноритміки та адаптивних властивостей кленів в умовах інтродукції у Степовому Придніпров'ї. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2015. С. 6–12.
4. Пахомова В.М. Основные положения современной теории стресса и неспецифического адаптационного синдрома у растений. *Цитология*. 1995. Т. 37. С. 66–77.
5. Прянишников А.И. Научные основы адаптивной селекции в Поволжье. Москва : РАН, 2018. 96 с.
6. Гончаренко А.А. Сравнительная оценка адаптивного потенциала сортов зерновых культур и задачи селекции. Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее. *Сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 140-летию НИУ «БелГУ» и 100-летию со дня рождения селекционера, ученого и педагога, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Щелоковой Зои Ивановны*. (г. Белгород, 24–26 ноября 2016 г.). Белгород, 2016. С. 46–48.
7. Асеева Т.А., Зенкина К.В. Адаптивность сортов яровой тритикале в агроэкологических условиях среднего Приамурья. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2019. № 1. С. 9–11. URL: <https://doi.org/10.31857/S2500-2627201919-11>.
8. Гончаров П.Л. Слагаемые успеха селекции растений. *Актуальные задачи селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений на современном этапе* : докл. и сообщ. IX генетико-селекц. школы. Новосибирск, 2005. С. 3–13.
9. Зыкин В.А., Мешков В.В. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к отрицательным абиотическим факторам в условиях Западной Сибири. Селекция засухоустойчивых, среднеспелых и скороспелых зерновых культур. Новосибирск. 1982. С. 3–14.
10. Кильчевский А.В. Основные особенности адаптивной селекции растений. *Экологическая генетика растений и животных*: тез. докл. III Всесоюз. конф. Кишинев, 1987. С. 8–9.
11. Генетические основы селекции растений. *Общая генетика растений* / науч. ред. А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. Минск : Беларус. наука, 2008. Т. 1. 551 с.
12. Шевелуха В.С. Биологические проблемы современной селекции растений. *Новый аграрный журнал, пилотный номер: опыт, проблемы, практика реформирования АПК*. 2001. С. 69–91.
13. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений. Кишинев : Штиинца, 1980. 587 с.
14. Лавриненко Ю.О., Гудзь Ю.В. Теория и практика адаптивной селекции кукурузы. Херсон, 1997. 168 с.
15. Базалій В.В. Принципи адаптивної селекції озимої пшениці в зоні Південного Степу. Херсон, 2004. 243 с.
16. Bradshaw A.D. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Advances in genetics*. New York; London, 1965. Vol. 13. P. 115–155. URL: [https://doi.org/10.1016/S0065-2660\(08\)60048-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2660(08)60048-6).
17. Anthony D. Bradshaw. Unravelling phenotypic plasticity – why should we bother? *Phytologist Symposium on 'Plant ecological development'* (see accompanying meeting report; Ackerly & Sultan, this issue, 2006. Pp. 648–653).
18. Allard R.W., Hansche P.E. Some parameters of population variability and their implications in plant breeding. *Advances in agronomy*. New York; London, 1964. Vol. 16. P. 281–325.

19. Мартынов М.П. Оценка экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур. *Сельскохозяйственная биология*. 1989. № 3. С. 124–128.
20. Орлюк А.П., Гончарова К.В. Адаптивный і продуктивний потенціали пшениці. Херсон, 2002. 275 с.
21. Литун П.П. Взаимодействие генотип–среда в генетических исследованиях и способы его изучения. Проблемы отбора и оценки селекционного материала. Киев : Наукова думка, 1980. С. 63–93.
22. Литвиненко М.А., Рибалка О.І. Зернові культури. Стан та перспективи створення нових сортів і гібридів у наукових установах УААН. *Насінництво*. 2007. № 1. С. 3–6.
23. Бомба М.Я., Бомба М.И. Формирование урожая ярового ячменя на Украине. *Зерновые культуры*. 2001. № 2. С. 22–24.
24. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Методы оценки адаптивной способности и стабильности генотипов дифференцирующей способности среды. *Генетика*. 1985. Т. 21, № 9. С. 1491–1498.
25. Лещенко А.К., Михайлов В.Г. Пластичность сортов сои по урожайности семян. *Вопросы селекции и семеноводства, физиологические исследования* : сб. науч. трудов Укр. НИИ растениеводства, селекции и генетики. Киев, 1975. Вып. 29. С. 55–60.
26. Поползухин П.В., Василевский В.Д., Гайдар А.А., Кузьмина Е.С., Паршуткин Ю.Ю. Адаптивный потенциал сортов мягкой яровой пшеницы разных групп спелости в южной лесостепи Западной Сибири. *Состояние и перспективы научного обеспечения АПК Сибири* : сборник научных статей, посвященный 190-летию опытного дела в Сибири, 100-летию сельскохозяйственной науки в Омском Прииртышье и 85-летию образования Сибирского НИИ сельского хозяйства (г. Омск, 17–18 июля 2018 года). г. Омск, 2018. С. 201–204.
27. Логинов А.А. Гомеостаз: философские и общеприкладные аспекты : монография. Минск : Вышэйшая школа, 1979. 176 с.
28. Орлюк А.П., Базалий В.В. Принципы трансгрессивной селекции пшеницы. Херсон, 1998. 274 с.
29. Волкова Л.В., Гирева В.М. Оценка сортов яровой мягкой пшеницы по урожайности и адаптивным свойствам. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2017. № 4. С. 19–23.
30. Хангильдин В.В., Асфондиярова Р.Р. Проявление гомеостаза у гибридов гороха посевного. *Биологические науки*. 1977. № 1. С. 116–121.
31. Хангильдин В.В. Параметры гомеостатичности сортов и селекционных линий в испытаниях колосовых культур. *Науч.-техн. бюл. Всесоюз. селекцион.-генет. ин-та*. 1986. Вып. 2. С. 36–41.
32. Демидов О.А., Хоменко С.О., Чугункова Т.В., Федоренко І.В. Урожайність та гомеостатичність колекційних зразків пшениці ярої. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 9 (798). С. 47–51.
33. Ayalneh T., Letta T., Abinasa M. Assessment of stability, adaptability and yield performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in South Eastern Ethiopia. *J. Agric. & Environ. Sci.* 2013. No. 13 (7). Pp. 885–890. DOI: 10.5829/idosi.aejaes.2013.13.07.1950.
34. Гончаренко А.А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции. *Зерновое хозяйство России*. 2016. № 2(44). С. 31–36.
35. Сурин Н.А., Зобова Н.В., Ляхова Н.Е., Нешумарева Н.В., Плеханова Л.В., Чуслин А.А., Онуфриенко Т.В., Герасимов С.А., Липшин А.Г. Источники ценных признаков в селекции ячменя на адаптивность. *Достижения науки и техники АПК*. 2016. № 30 (6). С. 36–40.
36. Hassan M. S., Mohamed G.I.A., El-Said R.A.R. Stability analysis for grain yield and its components of some durum wheat genotypes (*Triticum durum* L.) under different environments. *Asian Journal of Crop science*. 2013. No. 5(2). Pp. 179–189. DOI: 10.3923/ajcs.2013.179.189.
37. Сапега В.А. Урожайность, реализация ее потенциала и адаптивность сортов яровой пшеницы. *Достижения науки и техники АПК*. 2017. № 31(10). С. 49–52.
38. Жученко А.А. Мобилизация генетических ресурсов цветковых растений на основе их идентификации систематизации. Москва : Институт общей генетики РАН им. Н.И. Вавилова, 2012. 581 с.
39. Монарх В.В., Городиська І.М., Ліщук А.М., Чуб А.О. Особливості органічного насінництва сої в контексті євроінтеграції України. *Збірник наукових праць. Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 9. С. 89–101.
40. Кордюм Е.Л., Дубина Д.В. Пластичність онтогенезу судинних рослин: молекулярні, клітинні, популяційні та ценотичні аспекти. *Вісник НАН України*. Київ, 2015. № 7. С. 32–36. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu\\_2015\\_7\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2015_7_7).
41. Байкалова Л.П., Серебренников Ю.И. Оценка адаптивного потенциала сортов ячменя в Канской лесостепи. *Вестник Краснодарского ГАУ*. 2014. № 10. С. 93–97.
42. Орлюк А.П., Корчинский А.А. Проблемы адаптивной селекции озимой пшеницы. *Екологія та сільськогосподарське виробництво* : збірник наукових робіт. Київ, 1992. С. 96–105.
43. Дзюбенко Н.И. Популяционно-генетические основы повышения и стабилизации семенной продуктивности люцерны : автореф. докт. дис. 03.00.15 «Генетика», 06.01.05 «Селекция и семеноводство». Санкт-Петербург, 1995. 45 с.
44. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. *Вестник РАСХН*. 2005. № 6. С. 49–53.
45. Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш., Сапега С.В. Урожайность и параметры стабильности сортов зерновых культур. *Достижения науки и техники АПК*. 2012. № 10. С. 22–26.
46. Орлюк А.П. Теоретичні основи селекції рослин. Херсон : «Айлант», 2008. 571 с.
47. Дибиров М.Д., Анатов Д.М. Выявление адаптивного потенциала зерновых видов культурной флоры вдоль высотного градиента. Генетические ресурсы культурных растений. Проблемы эволюции и систематики / под общей ред. д-ра биол. наук, проф. Н.И. Дзюбенко. Санкт-Петербург, 8–11 декабря 2009 г. С. 57–60.
48. Синская Е.Н. Историческая география культурной флоры (на заре земледелия). Ленинград : Колос, 1969. 479 с.
49. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sc.*, 1966. Vol. 6, No. 1. Pp. 36–40.

50. Тищенко О.Д., Андрусів Л.В. Адаптивність сортів люцерни і її значення в одержанні стабільних урожаїв насіння. *Агроекологічний журнал*. 2002. № 1. С. 44–48.

51. Тищенко О.Д., Тищенко А.В. Напрями селекції люцерни для умов зрошення. *Зрошуване землеробство* : міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон, 2014. Вип. 62. С. 93–95.

52. Третьяков Н.Н., Карнаухов Т.В., Гаркавенков А.Ф. Физиологические реакции 2-х сортов люцерны на затопление. *Сборник : Генетика, физиология и селекция зерновых культур*. Москва : Наука, 1987. С. 66–74.

53. Тищенко О.Д., Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Андрусів Л.В., Боровик В.О. Науково-методичні засади селекції та насінництва люцерни для умов зрошення. Херсон : ФОП Гринь Д.С., 2017. 323 с.

54. Мамалига В.С., Бугайов В.Д. Стійкий до кислотності ґрунту новий сорт люцерни Синюха. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2012. Ч. 1. *Агрономія*. Вип. 80. С. 64–67

#### REFERENCES

1. Kil'chevskiy, A.V., & Khotyleva, L.V. (1997). *Ekologicheskaya selektsiya rasteniy [Ecological plant breeding]*. Minsk: Tekhnologiya [in Russian].

2. Zhuchenko, A.A. (2008–2009). *Adaptivnoye rasteniyevodstvo ekologo-geneticheskiye osnovy. Teoriya i praktika [Adaptive plant growing ecological and genetic bases. Theory and practice]*. Moskva: Agrorus [in Russian].

3. Zaytseva, I.O. (2015). Analiz fenorytmiky ta adaptivnykh vlastyvostey kleniv v umovakh introduksiyi u Steповому Prydniprovi [Analysis of phenorhythmic and adaptive properties of maples in the conditions of introduction in the Steppe Dnieper]. *Visnyk Dnipropetrovs'koho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu – Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*, 6–12 [in Ukrainian].

4. Pakhomova, V.M. (1995). Osnovnyye polozheniya sovremennoy teorii stressa i nespetsificheskoy adaptatsionnyy sindrom u rasteniy [Basic principles of the modern theory of stress and nonspecific adaptation syndrome in plants]. *Tsitologiya – Cytology*, 37, 66–77 [in Russian].

5. Pryanishnikov, A.I. (2018). *Nauchnyye osnovy adaptivnoy selektsii v Povolzh'ye [Scientific foundations of adaptive breeding in the Volga region]*. Moskva: RAN, 96 [in Russian].

6. Goncharenko, A.A. (2016). Sravnitel'naya otsenka adaptivnogo potentsiala sortov zernovykh kul'tur i zadachi selektsii. Seleksiya rasteniy: proshloye, nastoyashcheye i budushcheye [Comparative assessment of the adaptive potential of grain varieties and the problem of breeding. Plant breeding: past, present and future]. *Sbornik materialov I Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, posvyaschyonnoy 140-letiyu NIU "BelGU" i 100-letiyu so dnya rozhdeniya selektsionera, uchenogo i pedagoga, doktora sel'skokhozyaystvennykh nauk, professora Shchelokovoy Zoi Ivanovny (g. Belgorod, 24–26 noyabrya 2016 g.)*. Belgorod [in Russian].

7. Aseyeva, T.A., & Zenkina, K.V. (2019). Adaptivnost' sortov yarovoy tritikale v agroekologicheskikh usloviyakh

srednego Priamur'ya [Adaptability of spring triticale varieties in agroecological conditions of the middle Amur region]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka – Russian agricultural science*, 1, 9–11. Retrieved from: <https://doi.org/10.31857/S2500-2627201919-11> [in Russian].

8. Goncharov, P.L. (2005). Slagayemyye uspekha selektsii rasteniy [Components of success in plant breeding]. *Aktual'nyye zadachi selektsii i semenovodstva sel'skokhozyaystvennykh rasteniy na sovremennoy etape: Dokl. i soobshch. IX genetiko-selekts. shkoly*. Novosibirsk, 3–13 [in Russian].

9. Zykin, V.A., Meshkov, V.V. (1982). Seleksiya yarovoy myagkoy pshenitsy na ustoychivost' k otritsatel'nykh abioticheskim faktoram v usloviyakh Zapadnoy Sibiri [Breeding of spring bread wheat for resistance to negative abiotic factors in the conditions of Western Siberia]. *Seleksiya zasukhoustoychivyykh, srednespelykh i skorospelykh zernovykh kul'tur – Breeding of drought-resistant, mid-maturing and early-maturing grain crops*. Novosibirsk, 3–14 [in Russian].

10. Kil'chevskiy, A.V. (1987). Osnovnyye osobennosti adaptivnoy selektsii rasteniy [Main features of adaptive plant breeding]. *Ekologicheskaya genetika rasteniy i zhivotnykh: Tez. dokl. III Vsesoyuz. konf.* Kishinev, 8–9 [in Russian].

11. Kil'chevskiy, A.V., & Khotyleva, L.V. (Eds). (2008). *Geneticheskiye osnovy selektsii rasteniy. Obshchaya genetika rasteniy [Genetic foundations of plant breeding. General plant genetics]*. Minsk: Belorus. nauka, 1, 551 [in Russian].

12. Shevelukha, V.S. (2001). Biologicheskkiye problemy sovremennoy selektsii rasteniy [Biological problems of modern plant breeding]. *Novyy agrarnyy zhurnal, pilotnyy nomer: opyt, problemy, praktika reformirovaniya APK – New agricultural magazine, pilot issue: experience, problems, practice of reforming the agro-industrial complex*, 69–91 [in Russian].

13. Zhuchenko, A.A. (1980). *Ekologicheskaya genetika kul'turnykh rasteniy [Ecological genetics of cultivated plants]*. Kishinev: Shtiintsa, 587 [in Russian].

14. Lavrinenko, Yu.O., & Gud'z', Yu.V. (1997). *Teoriya i praktika adaptivnoy selektsii kukuruzy [Theory and practice of adaptive selection of corn]*. Kherson, 168 [in Russian].

15. Bazaliy, V.V. (2004). *Pryntsypy adaptivnoy selektsii ozymoi pshenitsy v zoni Pivdennoho Stepu [Principles of adaptive selection of winter wheat in the Southern Steppe zone]*. Kherson, 243 [in Ukrainian].

16. Bradshaw, A.D. (1965). Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Advances in genetics*. New York; London, Vol. 13. P. 115–155. Retrieved from: [https://doi.org/10.1016/S0065-2660\(08\)60048-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2660(08)60048-6) [in English].

17. Anthony, D. (2006). Bradshaw. Unravelling phenotypic plasticity – why should we bother? *Phytologist Symposium on 'Plant ecological development'* (see accompanying meeting report; Ackerly & Sultan, this issue, pp. 648–653) [in English].

18. Allard R.W., Hansche P.E. Some parameters of population variability and their implications in plant breeding. *Advances in agronomy*. New York; London, 1964. Vol. 16. Pp. 281–325 [in English].

19. Martynov, M.P. (1989). Otsenka ekologicheskoy plastichnosti sortov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur

[Evaluation of the ecological plasticity of agricultural crop varieties]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya – Agricultural biology*, 3, 124–128 [in Russian].

20. Orlyuk, A.P., & Honcharova, K.V. (2002). *Adaptivnyy i produktyvnyy potentsialy pshenytsi [Adaptive and productive potentials of wheat]*. Kherson, 275 [in Ukrainian].

21. Litun, P.P. (1980). *Vzaimodeystviye genotip-sreda v geneticheskikh issledovaniyakh i sposoby yego izucheniya. Problemy otbora i otsenki selektsionnogo materiala [Genotype-environment interaction in genetic research and methods of its study. Problems of selection and evaluation of breeding material]*. Kyiv: Naukova dumka, 63–93 [in Russian].

22. Lytvynenko, M.A., & Rybalka, O.I. (2007). Zernovi kul'tury. Stan ta perspektyvy stvorenniya novykh sortiv i hibrydiv u naukovykh ustanovakh UAAN [Grain crops. Status and prospects of creating new varieties and hybrids in scientific institutions of UAAS]. *Nasinnystvo – Seed production*, 1, 3–6 [in Ukrainian].

23. Bomba, M.Ya., Bomba, M.I. (2001). Formirovaniye urozhaya yarovogo yachmenya na Ukraine [Formation of the harvest of spring barley in Ukraine]. *Zernovyye kul'tury – Cereals*, 2, 22–24 [in Russian].

24. Kil'chevskiy, A.V., & Khotyleva, L.V. (1985). Metody otsenki adaptivnoy sposobnosti i stabil'nosti genotipov differentsii ruuyushchey sposobnosti sredy [Methods for assessing the adaptive ability and stability of genotypes of the differentiating ability of the environment]. *Genetika – Genetics*, 21, 9, 1491–1498 [in Russian].

25. Leshchenko, A.K., & Mikhaylov, V.G. (1975). Plastichnost' sortov soi po urozhaynosti semyan [Plasticity of soybean varieties by seed yield]. *Voprosy selektsii i semenovodstva, fiziologicheskkiye issledovaniya: sb. nauch. trudov Ukr. NII rastenyevodstva, selektsii i genetiki – Issues of selection and seed production, physiological research: collection of articles. scientific. works of Ukr. Research Institute of Plant Production, Breeding and Genetics*, 29, 55–60 [in Russian].

26. Popolzukhin, P.V., Vasilevskiy, V.D., Gaydar, A.A., Kuz'mina, Ye.S., & Parshutkin, Yu.Yu. (2018). Adaptivnyy potencial sortov myagkoy yarovoy pshenitsy raznykh grupp spelosti v yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri [Adaptive potential of soft spring wheat varieties of different ripeness groups in the Southern Forest-Steppe of Western Siberia]. *Sostoyaniye i perspektivy nauchnogo obespecheniya APK Sibiri: Sbornik nauchnykh statey, posvyaschennyy 190-letiyu opytного dela v Sibiri, 100-letiyu sel'skokhozyaystvennoy nauki v Omskom Priirytsh'ye i 85-letiyu obrazovaniya Sibirskogo NII sel'skogo khozyaystva*, 201–204 [in Russian].

27. Loginov, A.A. (1979). *Gomeostaz: filosofskiy i obshchebiologicheskkiye aspekty [Homeostasis: philosophical and general biological aspects]*. Minsk: Vysheyschaya shkola, 176 [in Russian].

28. Orlyuk, A.P., & Bazaliy, V.V. (1998). *Printsipy transgressivnoy selektsii pshenitsy [Principles of transgressive wheat breeding]*. Kherson, 274 [in Russian].

29. Volkova, L.V., & Gireva, V.M. (2017). Otsenka sortov yarovoy myagkoy pshenitsy po urozhaynosti i adaptivnym svoystvam [Assessment of spring soft wheat varieties by yield and adaptive properties]. *Agrarnaya nauka Yevro-Severo-Vostoka – Agricultural science of the Euro-North-East*, 4, 19–23 [in Russian].

30. Khangil'din, V.V., Asfondiyarova, R.R. (1977). Proyavleniye gomeostaza u gibrydiv gorokha posovnogo [Manifestation of homeostasis in pea hybrids]. *Biologicheskkiye nauki – Biological sciences*, 1, 116–121 [in Russian].

31. Khangil'din, V.V. (1986). Parametry gomeostatichnosti sortov i selektsionnykh liniy v ispytaniyakh kolosovykh kul'tur [Parameters of homeostaticity of varieties and breeding lines in tests of spike crops]. *Nauchno-tekhnicheskyy byuleten' Vsesoyuznogo selektsionno-geneticheskogo instituta – Scientific and technical bulletin of the All-Union Institute of Breeding and Genetics*, 2, 36–41 [in Russian].

32. Demydov, O.A., Khomenko, S.O., Chuhunkova, T.V., & Fedorenko, I.V. (2019). Urozhaynist' ta homeostatichnist' kolektsiynykh zrazkiv pshenytsi yaroyi [Yield and homeostaticity of collection samples of spring wheat]. *Visnyk ahromoyi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 9 (798), 47–51 [in Ukrainian].

33. Ayalneh T., Letta T., Abinasa M. Assessment of stability, adaptability and yield performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in South Eastern Ethiopia. *J. Agric. & Environ. Sci.* 2013. 13 (7): 885–890. DOI: 10.5829/idosi.aej.2013.13.07.1950 [in English].

34. Goncharenko, A.A. (2016). Ekologicheskaya ustoychivost' sortov zernovykh kul'tur i zadachi selektsii [Ecological sustainability of grain varieties and breeding problems]. *Zernovoye khozyaystvo Rossii – Grain farming in Russia*, 2(44), 31–36 [in Russian].

35. Surin, N.A., Zobova, N.V., Lyakhova, N.Ye., Neshumayeva, N.V., Plekhanova, L.V., Chuslin, A.A., Onufriyenko, T.V., Gerasimov, S.A., & Lipshin, A.G. (2016). Istochniki tsennykh priznakov v selektsii yachmenya na adaptivnost' [Sources of valuable traits in barley breeding for adaptability]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK – Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, 30 (6), 36–40 [in Russian].

36. Hassan M.S., Mohamed G.I.A., & El-Said R.A.R. Stability analysis for grain yield and its components of some durum wheat genotypes (*Triticum durum* L.) under different environments. *Asian Journal of Crop science*. 2013. No. 5(2). Pp. 179–189. DOI:10.3923/ajcs.2013.179.189 [in English].

37. Sapega, V.A. (2017). Urozhaynost', realizatsiya yeye potentsiala i adaptivnost' sortov yarovoy pshenitsy [Productivity, realization of its potential and adaptability of spring wheat varieties]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK – Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, 31(10), 49–52 [in Russian].

38. Zhuchenko, A.A. (2012). *Mobilizatsiya geneticheskikh resursov tsvetkovykh rasteniy na osnove ikh identifikatsii i sistematizatsii [Mobilization of genetic resources of flowering plants based on their identification and systematization]*. Moskva: Institut obshchey genetiki RAN im. N.I. Vavilova, 581 [in Russian].

39. Monarkh, V.V., Horodys'ka, I.M., Lishchuk, A.M., & Chub, A.O. (2018). Osoblyvosti orhanichnoho nasinnystva soi v konteksti yevrointehratsiyi Ukrainy [Peculiarities of organic soybean seed production in the context of European integration of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats'. Sil'ske hospodarstvo ta lisyvnyctvo – Collection of scientific works. Agriculture and forestry*, 9, 89–101 [in Ukrainian].

40. Kordyum, E.L., & Dubyna, D.V. (2015). Plastychnist' ontohenezu sudynnykh roslyn: molekulyarni, klitynni, populyatsiyni ta tsenotychni aspekty [lasticity of vascular plant ontogenesis: molecular, cellular, population and coenotic aspects]. *Visnyk NAN Ukrainy – Bulletin of the NAS of Ukraine*, 7, 32–36. Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu\\_2015\\_7\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2015_7_7) [in Ukrainian].
41. Baykalova, L.P., & Serebrennikov, Yu.I. (2014). Otsenka adaptivnogo potentsiala sortov yachmenya v Kanskoy lesostepi [Assessment of the adaptive potential of barley varieties in the Kansk forest-steppe]. *Vestnik Krasnodarskogo GAU – Krasnodar State Agrarian University Bulletin*, 10, 93–97 [in Russian].
42. Orlyuk, A.P., & Korchynsky, A.A. (1992). Problemy adaptivnoy selektsyy ozymoy pshenytsy [Problems of adaptive selection of winter wheat]. *Ekolohiya ta sil's'kohospodars'ke vyrobnytstvo. Zbirnyk naukovykh robot – Ecology and agricultural production. Collection of scientific works*, 96–105 [in Ukrainian].
43. Dzyubenko, N.I. (1995). Populyatsionno-geneticheskiye osnovy povysheniya i stabilizatsii semennoy produktivnosti lyutserny [Population-genetic basis for increasing and stabilizing the seed productivity of alfalfa]. *Extended abstract of candidate's thesis*. St. Petersburg [in Russian].
44. Goncharenko, A.A. (2005). Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustoychivosti sort ov zernovykh kul'tur [On the adaptability and ecological sustainability of grain varieties]. *Vestnik RASKHN – Bulletin of RAAS*, 6, 49–53 [in Russian].
45. Sapega, V.A., Tursumbekova, G.SH., & Sapega, S.V. (2012). Urozhaynost' i parametry stabil'nosti sortov zernovykh kul'tur [Productivity and stability parameters of grain varieties]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK – Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, 10, 22–26 [in Russian].
46. Orlyuk, A.P. (2008). *Teoretychni osnovy selektsiyi roslyn [Theoretical bases of plant selection]*. Kherson: Aylant, 571 [in Ukrainian].
47. Dibirov, M.D., & Anatov, D.M. (2009). Vyyavleniye adaptivnogo potentsiala zernovykh vidov kul'turnoy flory vdol' vysohnogo gradiyenta. Geneticheskiye resursy kul'turnykh rastenyi [Revealing the adaptive potential of grain species of cultivated flora along the altitude gradient. Genetic resources of cultivated plants]. Sankt-Peterburg [in Russian].
48. Sinskaya, Ye.N. (1969). Istoricheskaya geografiya kul'turnoy flory (na zare zemledeliya) [Historical geography of cultural flora (at the dawn of agriculture)]. Leningrad: Kolos, 479 [in Russian].
49. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sc.*, 1966. Vol. 6, No. 1. Pp. 36–40 [in English].
50. Tyshchenko, O.D., & Andrusiva, L.V. (2002). Adaptivnist' sortiv lyutserny i yiyi znachennya v oderzhanni stabil'nykh urozhayiv nasinnya [Adaptability of alfalfa varieties and its importance in obtaining stable seed yields]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological journal*, 1, 44–48 [in Ukrainian].
51. Tyshchenko, O.D., & Tyshchenko, A.V. (2014). Napryamy selektsiyi lyutserny dlya umov zrosheniya [Directions of alfalfa selection for irrigation conditions]. *Zroshuvane zemlerobstvo: mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk – Irrigated agriculture: interdepartmental thematic scientific collection*, 62, 93–95 [in Ukrainian].
52. Tret'yakov, N.N., Karnaukhov, T.V., & Garkavenkov, A.F. (1987). Fiziologicheskiye reaktsii 2-kh sortov lyutserny na zatopleniye [Physiological reactions of 2 varieties of alfalfa to flooding]. *Sbornik: Genetika, fiziologiya i selektsiya zernovykh kul'tur – Collection: Genetics, physiology and breeding of grain crops*, 66–74 [in Russian].
53. Tyshchenko, O.D., Vozhehova, R.A., Tyshchenko, A.V., Andrusiva, L.V., Borovyk, V.O. (2017). *Naukovo-metodychni zasady selektsiyi ta nasinnytstva lyutserny dlya umov zrosheniya [Scientific and methodical principles of selection and seed production of alfalfa for irrigation conditions]*. Kherson: FOP Hrin' D.S., 323 [in Ukrainian].
54. Mamalyha, V.S., & Buhayov, V.D. (2012). Stiykyy do kyslotnosti hruntu novyy sort lyutserny Synyukha [Resistant to soil acidity, a new variety of alfalfa cyanosis]. *Zbirnyk naukovykh prats' Umans'koho natsional'noho universytetu sadivnytstva – Collection of scientific works of Uman National University of Horticulture*, 1, 80, 64–67 [in Ukrainian].

## АГРОІНЖЕНЕРІЯ

УДК 663.95:664.014/019

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.20>

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧАЙНОГО ЭКСТРАКТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

**ДЖАХАНГІРОВ МУХЕНДІС МАМЕДГУСЕЙН ОГЛИ**

<https://orcid.org/0000-0001-5627-173X>

Лянкаранский государственный университет,

Азербайджанская Республика

**Введение.** Многолетние опыты Лянкаранского предприятия по переработке чая (ММСчай) и других чаеперерабатывающих предприятий показывают, что при первичной переработки зеленого чайного листа образуется различные отходы – волоски, черешки, пластинки, пыль, низкосортные фракции, несортной чайный лист, а также отходы чайных плантаций, состоящие из грубых листьев и веток чайного куста, так называемый формовочный материал, который вследствие низкого качества не может быть использован для получения сортового чая. Формовочный материал образуется в результате ежегодной подрезки чайных кустов, когда удаляются старые, грубые листья и ветки.

В составе чая содержится до 52% нерастворимых в воде веществ (целлюлоза, белки, жиры, хлорофильные пигменты, пектины, крахмал и др.), а также растворимые в воде вещества (простые фенолы, окисляющие и неокисляющие полифенолы, сахара, аминокислоты, витамины, минералы и др.), кофеин. В зеленом чае в 6 раз больше витамина С, чем в черной смородине, в 4 раза больше, чем в мандарине. По витаминам группы Р у него нет аналога. Он богат микроэлементами, в том числе и цинком [1, с.75-82; 2, с.94-97; 3, с. 478].

Учитывая богатый химический состав отходов производства и формовочного материала чая, в настоящее время во всем мире растет их использования как дополнительный ресурс биологически активных веществ [4, с.153-164]. На их основе производят различные продукты- экстракты, напитки, порошки и т. д.

Одновременно, употребление натуральных продуктов растительного происхождения снижает вероятность заболеваний, связанных с окислительным стрессом (воспаление, сердечно-сосудистые заболевания, рак и нарушения, связанные со старением) [5, с. 779-788]. Благоприятные эффекты объясняются потреблением с пищей некоторых биологически активных соединений (токоферолов, каротиноидов, полифенолов, фенолов и антоцианов) [6, с. 836-846], витаминов, минералов и клетчатки [7, с. 18-25].

Известно, что при производства чайного экстракта происходят теплообменные процессы, влияющие на физико-химические показатели экстракта [8, с. 110-112; 9, с. 30-31].

Поэтому в настоящее время является актуальным и особое значение имеет исследование физико-химических и теплофизических свойств в процессе производства чайной продукции, обладающих высокими физиологическими и органолептическими свойствами.

**Объекты и методы исследования.** В качестве объекта исследования использовался свежий лист зеленого чая, выращенное в Лянкаранско- Астаринской зоне Азербайджанской Республики, отходы и формовочный материал чайного производства, сушеный зеленый и черный чай, жидкий и сухой экстракт на их основе.

В образцах определяли органолептические показатели, массовую долю влаги, общее содержание золы, концентрацию сухих веществ в водном экстракте по массе высушенного экстракта, количество экстрактивных и дубильных веществ, кофеина и минеральных веществ стандартными лабораторными методами [10, с. 12-51], содержание водорастворимых полифенолов определяли методом калориметрии, усовершенствованный автором данной публикации [11, с. 62-68].

Полученные инфузии чая были проанализированы в экспериментальных исследованиях в соответствии с методикой, описанной в [8, с.119]. Так, плотность полученного экстракта была определена методом пикнометра, вязкость – вискозиметрами различного диаметра, а содержание сухого вещества (СВ) – с помощью рефрактометра.

В целом, температура экстракции изучалась в интервале 303,15 - 368,15 К, продолжительность экстракции 10- 420 мин, гидромодуль (соотношение сырье: воды) 1:5 - 1: 50.

**Результаты эксперимента и обсуждение.** Для изучения характера исследуемого продукта мы изучаем как химические, так и физико-химические показатели исследуемого сырья и инфузии.

Чтобы получить объективную информацию о качестве полученных экстрактов, нами исследовано влияние температуры, длительности процесса экстракции и соотношение компонентов системы на физико-химические показатели экстракта чая черного и зеленого.

Зависимость содержания массовой доли сухого вещества в экстракте черного и зеленого чая от температуры показаны на рис. 1.

Как видно из этого графика, зависимость содержания массовой доли сухого вещества в экстракте черного и зеленого чая от температуры имеет линейный характер. Это зависимость можно определить методом наименьших квадратов по формуле (1):

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 x \quad (1)$$

Тогда математическая модель связи между температурой и содержанием массовой доли сухого вещества в экстракте черного чая может описана следующим линейным уравнением по формуле (2):

$$y = 0,099x - 30,1 \quad (2)$$

Таким же образом, можно отыскать математическую модель между температурой и массовой долей растворенного вещества, в экстракте зеленого чая, которая отображается формулой (3):

$$y = 0,021x - 3,38 \quad (3)$$

Повышение температуры экстрагента приводит к повышению концентрации извлекаемого сухого вещества (СВ). Так, во время экстракции зеленого чая при повышении температуры с 303,15 до 343,15 К концентрация СВ увеличилась на 0,8%, а при повышении до 368,15 К на 1,36%. А во время экстракции черного чая увеличение уже составляет 0,9 и 1,5% соответственно. Это также свидетель-

ствует о повышении относительной плотности и приводит к тому, что в результате ускорения скорости химических реакций, увеличивается переход СВ в экстрагент.

На основании экспериментальных данных установлено, что во время экстракции зеленого чая экстрактивность увеличивается с повышением температуры. Таким образом, экстрактивность при температуре 303,15 К составляет 33,6%, а при температуре 365,15 К 38,6%. Экстрактивность инфузий черного чая составляет 22,6% при температуре 303,15 К и достигает максимума 29,8% при температуре 355,15 К. Однако после этого предела экстрактивность начинает снижаться с повышением температуры и падает до 27,5% при 365,15К.

В то же время, чтобы определить оптимальный режим процесса экстракции, необходимо учитывать время экстракции. График зависимости концентрации экстракта черного и зеленого чая от продолжительности экстракции показан на рисунке 2.

Графоаналитический анализ данных, показанных на рис. 2 позволил разработать математической модели зависимости концентрации экстракта черного и зеленого чая от продолжительности экстракции.

Математическая модель зависимости концен-

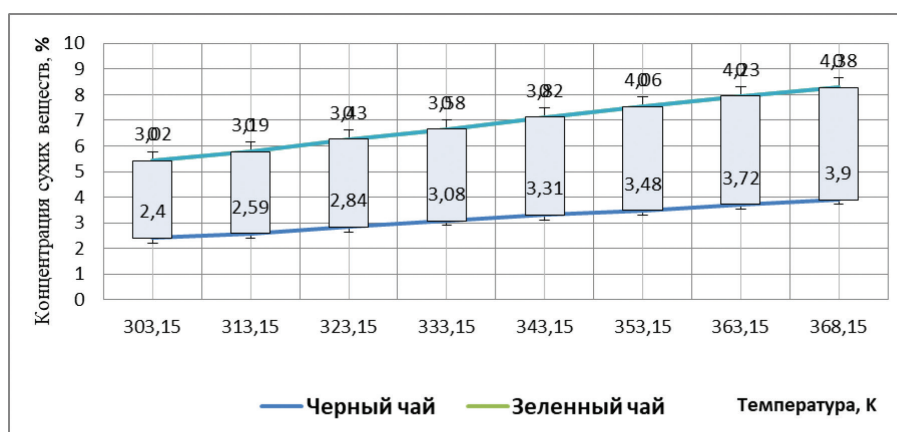


Рис. 1. Зависимость содержание массовой доли сухого вещества в экстракте черного и зеленого чая от температуры

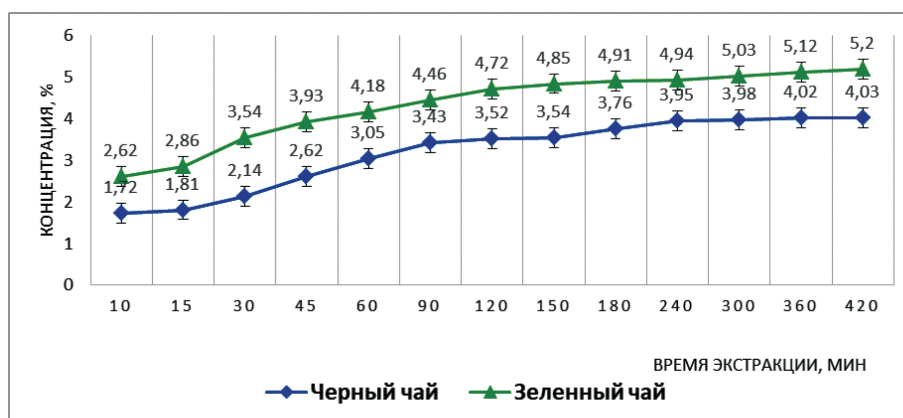


Рис. 2. График зависимости концентрации экстракта черного и зеленого чая от продолжительности экстракции

трации экстракта черного чая от продолжительности экстракции отображается формулой (4):

$$y = 5,23x - 809,46 \quad (4)$$

Математическая модель зависимости концентрации экстракта зеленого чая от продолжительности экстракции может быть рассчитана по формуле (5):

$$y = 5,21x - 805,24 \quad (5)$$

Одновременно, как видно из рис. 2 с увеличением продолжительности экстракции также увеличивается концентрация экстракта, т.е. количество выделяемого растворимого сухого вещества. После 90-минутной экстракции заметных изменений в физических показателях, таких как динамическая вязкость и относительная плотность, не наблюдается. После 180-200 минутного продолжительности экстракции состав экстракта изменяется слабо, поэтому нецелесообразно проводить процесс экстракции более 200 минут. Для оптимального условия перехода экстрактивных веществ в воду, продолжительность экстракции листьев черного и зеленого чая нами рекомендован в интервале 180-200 мин. в зависимости от качества и срока сбора чайных листьев.

Соотношение компонентов системы, то есть воды с чайным листом, является важным показателем, характеризующим качество продукции. Потому, что разность концентраций экстрагента и внутриклеточного сока- это движущая сила процесса диффузии. Поэтому, именно с учетом этого нами изучено влияние гидромодуля на физико-химические показатели чайного экстракта. При этом нами приняты следующие параметры процесса: температура экстракции – 363,15К, продолжительность экстракции- 90 мин. Результаты эксперимента показаны на рис. 3.

Как видно из представленных данных, при росте гидромодуля экстрактивность черного чая увеличивается на 5,7%, а зеленого – на 12,9%. Это были значительные изменения, объясненные законом о массобмене [12, с. 273-276], так как разница в концентрации первичного сока и экстрагента способствует увеличению перехода растворимых веществ в экстрагент и продолжается до равновесия экстрактивных веществ первичного сока и экстрагента. Потому, что разница в концентрации- это движущая сила процесса диффузии.

В то же время количество растворимого сухого вещества уменьшается в черном чае на 5,22%, а в

зеленом чае – на 6,83%, в связи с чем показатели относительной плотности и вязкости снижаются. Таким образом, количества расхода растворителя может определяться в зависимости от затрат на сгущение веществ, извлеченных из сырья. При этом не следует упускать из виду фактора испарения сухого вещества до заданной концентрации.

Из графика на рис. 3 видно, что зависимость между гидромодулем концентрации экстракта черного чая является гиперболической (т.е. обратно пропорциональной). Это соотношение определяется следующим образом методом наименьших квадратов по формуле (6):

$$y = \alpha_0 + \frac{\alpha_1}{x} \quad (6)$$

Математическая модель зависимости концентрации инфузии черного чая от гидромодуля отображается формулой (7):

$$y = 0,52 + \frac{28,8}{x} \quad (7)$$

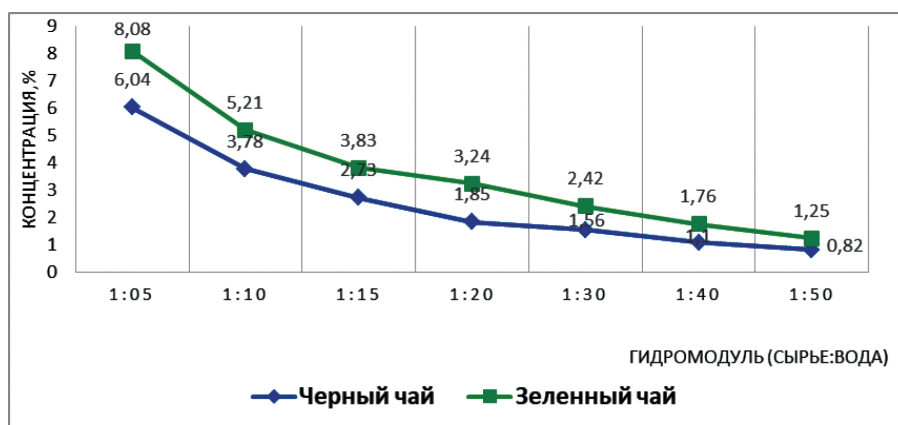
Математическая модель зависимости концентрации инфузии зеленого чая от гидромодуля может быть рассчитана по формуле (7):

$$y = 1,117 + \frac{36,3}{x} \quad (8)$$

По результатам проведенных исследований и наблюдений, мы считаем целесообразным использование гидромодуля 1 : 20. Так как этот гидромодуль является наиболее оптимальным вариантом извлечения из сырья чая ценных биологически активных веществ, он обеспечивает сгущение экстракта с минимальными затратами.

Результаты экспериментальных исследований показывают, что оптимальными условиями для перехода максимального количества экстрактивных веществ в растворитель при экстракции черного и зеленого чая с водой являются температура 363,15 К, продолжительность экстракции 180-200 мин. и соотношение сырье с экстрагентом (гидромодуль) 1:20.

Полученное в результате экстракции раствор высушивают при температуре около 333,15К. В экстракте сухого зеленого чая с влажностью 5, % обнаружено до 22,0 % дубильных веществ от сухого вещества, до 6,2% кофеина, до 12,5% минеральных веществ, а в экстракте черного чая – до 20,0% дубильных веществ от сухого вещества, до 9,7% кофеина и до 13,2% мине-



**Рис. 3. Зависимость концентрации чайного экстракта от гидромодуля**



ральных веществ. Полученные результаты свидетельствуют о росте концентрации биологически активных веществ (БАМ) в несколько раз. Так, применение метода экстракции и испарение влаги в полученном экстракте увеличивают содержание минеральных веществ в 2,5-2,8 раза.

Сухой экстракт чая или быстрорастворимый чайный порошок – это продукт с высокой биологической ценностью по уникальному химическому составу, отличному органолептическому показателю и благоприятному физиологическому воздействию организма [13, с. 42–45]. Экстракт черного и зеленого чая содержит большое количество БАВ, которые хорошо растворяются как в горячей, так и в холодной воде, легко дозируются, обладают микробиологической чистотой, могут быть использованы в качестве натурального ароматизатора и красителя.

**Выводы.** Полученные чайные экстракты могут быть использованы в производстве алкогольных, безалкогольных и слабоалкогольных напитков, хлебобулочных, кондитерских изделий и т. д. в количестве 5-15% от исходного сырья. Это основано на органолептические показатели и повышении биологической ценности готовой продукции, частично ее дешевой стоимости и доступности для большинства слоев населения. Проведенные исследования позволяют получить натуральный и функциональный экстракт чая из черного и зеленого чая.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Джахангиров М. М., Магеррамов М. А. Содержание аминокислотного состава и изменение теанина в чайных листьях, выращенных в условиях Азербайджанской Республики. *Химия растительного сырья*. 2018. №3. С. 75–82. DOI:10.14258/jcprm.2018033415.
2. Шендеров Б. А., Доронин А. Ф. Чай и кофе - основа для создания функциональных напитков и продуктов питания. *Пиво и напитки*. 2004. № 2. С. 94–97.
3. Quliyev F., Quliyev R. *Çayçılıq*. Bakı, 2014. 559 s. (на азерб.)
4. Щеголева И. Д., Молчанова Е. Н. Отходы чайного производства как дополнительный ресурс биологически активных веществ. *Health, Food & Biotechnology*. 2020. 2(1). P. 153–164. <https://doi.org/10.36107/hfb.2020.11.s297>
5. Escudero-López B., Cerrillo I., Gil-Izquierdo A., Hornero-Méndez D., Herrero-Martín G., Berná G., Medina S., Ferreres F., Martín F., Fernández-Pachón M. S. (2016). Effect of thermal processing on the profile of bioactive compounds and antioxidant capacity of fermented orange juice. *Int J Food Sci Nutr*. 2016. Vol. 67. P. 779–788.
6. Kongkachuichai R., Charoensiri R., Yakoh K., Kringkasemsee A., Insung P. Nutrients value and antioxidant content of indigenous vegetables from Southern Thailand. *Food Chem*. 2015. Vol. 173. P. 836–846.
7. Liu R.H. Dietary bioactive compounds and their health implications. *J Food Sci*. 2013. Vol. 78. P. 18–25.
8. Магеррамов М. А. Тепло и электрофизические свойства жидких пищевых продуктов. *Detschland/Германия. Palmarium Academic Publishing*, 2012, 439 с.
9. Шендеров Б. А., Доронин А. Ф. Перспективность функциональных напитков для различных групп населения на основе чая и кофе. *Волшебный аромат чая и кофе: 1-я Международная специализированная выставка*. Москва, ВВЦ, 16-19.12. 2003. С. 58–60.
10. Славянский А. А., Вовк Г. А., Жигалов М. С., Мойсеяк М. Б. Лабораторный практикум по теххимическому контролю чайного сырья и готовой продукции чайного производства. Москва: Издательский комплекс МГУПП, 2006. 58 с.
11. Cahangirov M. M. Çayda polifenolların miqdarının təyini metodlarının təkmilləşdirilməsi. *Xəbərlər məcmuəsi*. AMEA Gəncə Bölməsi. Gəncə, 2019. №3. S. 62–68.
12. Теория тепломассообмена: Учебник для технических университетов и вузов / под ред. А. И. Леонтьева. 2-ое изд., испр. и доп. Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1997. 683 с.
13. Поверни Л. Д. Новая технология получения instantного порошкового экстракта зеленого чая. *Пиво и напитки*. 2008. № 2. С. 42–45.

#### REFERENCES:

1. Dzhakhangirov, M.M., & Magerramov, M.A. (2018). Soderzhaniye aminokislотноgo sostava i izmeneniye teanina v chaynykh listyakh, vyrashchennykh v usloviyakh Azerbaydzhanskoй Respubliki [The content of the amino acid composition and the change in theanine in tea leaves grown in the conditions of the Republic of Azerbaijan]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya – Chemistry of plant raw materials*, 3, 75–82. DOI:10.14258/jcprm.2018033415 [in Russian].
2. Shenderov, B.A., & Doronin, A.F. (2004). Chay i kofe - osnova dlya sozdaniya funktsional'nykh napitkov i produktov pitaniya [Tea and coffee - the basis for the creation of functional drinks and food]. *Pivo i napitki – Beer and drinks*, 2, 94 – 97 [in Russian].
3. Quliyev, F., & Quliyev, R. (2014). *Çayçılıq [Tea growing]*. Bakı, 559 [in Azeri].
4. Shchegoleva, I.D., & Molchanova, Ye.N. (2020). Otkhody chaynogo proizvodstva kak dopolnitel'nyy resurs biologicheskі aktivnykh veshchestv [Tea waste as an additional resource of biologically active substances]. *Health, Food & Biotechnology*, 2(1), 153–164. <https://doi.org/10.36107/hfb.2020.11.s297> [in Russian].
5. Escudero-López, B., Cerrillo, I., Gil-Izquierdo, A., Hornero-Méndez, D., Herrero-Martín, G., Berná, G., Medina, S., Ferreres, F., Martín, F., Fernández-Pachón, M.S. (2016). Effect of thermal processing on the profile of bioactive compounds and antioxidant capacity of fermented orange juice. *Int J Food Sci Nutr*. Vol. 67. P. 779–788 [in English].
6. Kongkachuichai, R., Charoensiri, R., Yakoh, K., Kringkasemsee, A., Insung, P. (2015). Nutrients value and antioxidant content of indigenous vegetables from Southern Thailand. *Food Chem*. Vol. 173. P. 836–846 [in English].
7. Liu, R.H. (2013). Dietary bioactive compounds and their health implications. *J Food Sci*. Vol. 78. P. 18–25 [in English].
8. Magerramov, M.A. (2012). Teplo i elektrofizicheskiye svoystva zhidkikh pishchevykh produktov [Heat and electrophysical properties of liquid foodstuffs]. *Palmarium Academic Publishing*. Detschland, 439 [in Russian].
9. Shenderov, B.A., & Doronin, A.F. (2003). Perspektivnost' funktsional'nykh napitkov dlya razlichnykh grupp naseleniya na osnove chaya i kofe [Prospects of functional drinks for different groups of the population based on tea and coffee]. *Volshebnyy aromat chaya i kofe: 1-ya Mezhdunarodnaya spetsializirovannaya vystavka – Magic aroma of tea and coffee: 1st International specialized exhibition*. Moscow: VVTS, 58–60 [in Russian].
10. Slavyanskiy, A.A., Vovk, G.A., Zhigalov, M.S., & Moiseyev, M.B. (2006). Laboratornyy praktikum po tekhnokhimicheskomu kontrolyu chaynogo syr'ya i gotovoy produktii chaynogo proizvodstva [Laboratory workshop on technochemical control of tea raw materials and finished products of tea production]. Moscow: Izdatel'skiy kompleks MGUPP, 58 [in Russian].
11. Cahangirov, M.M. (2019). Çayda polifenolların miqdarının təyini metodlarının təkmilləşdirilməsi. *Xəbərlər məcmuəsi*. AMEA Gəncə Bölməsi. Gəncə, 3, 62–68 [in Azeri].
12. Leont'yeva, A.I. (1997). *Teoriya teplomassoobmena: Uchebnik dlya tekhnicheskikh universitetov i vuzov [Theory of heat and mass transfer: Textbook for technical universities and colleges]*. Moscow: Izd-vo MGTU im. N.E. Bauman, 683 [in Russian].
13. Poverni, L.D. (2008). Novaya tekhnologiya polucheniya instantnogo poroshkovogo ekstrakta zelenogo chaya [New technology for obtaining instant powder extract of green tea]. *Pivo i napitki – Beer and drinks*, 2, 42–45 [in Russian].

## **ВРОЖАЙНІСТЬ, ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД РЕЖИМІВ ЗРОШЕННЯ ТА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ**

**ВОЖЕГОВ С. Г.** – доктор сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник  
<https://orcid.org/0000-0003-0877-2593>

Інститут рису НААН  
**РУДИЙ О. Е.** – аспірант  
<https://orcid.org/0000-0001-8404-9175>

**КОКОВІХІН С. В.** – доктор сільськогосподарських наук, професор  
<https://orcid.org/0000-0002-1687-6889>  
Інститут зрошувального землеробства НААН

**ДРОБІТЬКО А. В.** – доктор сільськогосподарських наук, доцент,  
<https://orcid.org/0000-0002-6492-4558>

Миколаївський національний аграрний університет  
**КАЗАНОК О. О.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
<https://orcid.org/0000-0002-6817-4985>

**КЕРІМОВ А. Н.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
<https://orcid.org/0000-0001-8549-1547>  
Херсонський державний аграрно-економічний університет

**Постановка проблеми.** Соняшник належить до стратегічних культур України, який найбільшою мірою задовольняє потреби переробної галузі для виробництва цінної рослинної олії та є джерелом валютних коштів при її реалізації за кордон. Для великої кількості господарств степової зони України соняшник є маловитратною та високоприбутковою культурою, яка займає провідне місце в структурі валової продукції сільського господарства. Проте за умов змін клімату в Україні і в світі, що проявляються у негативному впливі на продуктивність соняшнику та інших сільськогосподарських культур у вигляді порушень рівномірності опадів, зростанням температур повітря, зменшенням його відносної вологості, суховіях тощо, відбувається погіршення продукційних процесів, зменшується врожайність та якість насіння досліджуваної культури. Така ситуація потребує розробки й впровадження нових підходів, особливо з точки зору пристосування окремих агротехнологічних чинників до певних погодних умов з використанням зрошення та диференціації обробітку ґрунту [1, 2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Зростання врожайності насіння, покращення якості насіння та економічної ефективності вирощування соняшнику можливо тільки при науковому обґрунтуванні та розробки нових технологій вирощування з їх комплексною оцінкою. Важливе значення має підбір гібридів культури, які адаптовані до локальних природних умов зони Степу України, здатні формувати високі та сталі врожаї незважаючи на вплив несприятливих чинників, особливо гострий дефіцит опадів. При цьому перевагу слід надавати вітчизняним гібридам, які найбільшою мірою пристосовані до посушливих умов Південного Степу, забезпечують максимальну окупність ресурсних витрат, забезпечують одержання високої урожайності насіння та економічної ефективності його вирощування [3, 4].

**Матеріал і методи досліджень.** Метою досліджень було визначити рівні врожайності насіння, економічну та енергетичну ефективність вирощування гібридів соняшнику на зрошуваних землях Південного Степу України.

Дослідження проводились упродовж 2016-2018 років у польовій сівозміні на території приватного підприємства «Байда» Василівського району Запорізької області. Польові досліді закладалися методом розщеплених ділянок у чотириразовій повторності згідно методики дослідної справи в агрономії [5]. Економічну та енергетичну ефективність встановлювали згідно спеціальних методик [6, 7]. Вартість агресурсів, технічних засобів, матеріалів тощо для здійснення економічних розрахунків прийнята на період 3 кварталу 2018 року, ціна 1 тонни насіння досліджуваної культури складала 7,5 тис. грн. Схема досліді представлено в таблицях статті. Агротехніка вирощування насіння соняшнику в польовому досліді була загальноновизнаною для умов півдня України за винятком факторів, що були поставлені на вивчення.

**Результати досліджень.** У польових дослідіх встановлено, що в середньому по фактору режиму зрошення у 2018 році різниця між досліджуваними неполивним і зрошуваними варіантами була менше, ніж у попередніх 2016 та 2017 роках – в межах від 92,4 до 118,7%, що можна пояснити зростанням кількості опадів та зменшенням зрошувальної та поливних норм. Оранка дозволила отримати більше насіння досліджуваної культури порівняно з лущенням і нульовим обробітком за неполивних умов – на 1,6-25,4%, за ресурсоощадного зрошення – на 13,1-38,7%, а за біологічно оптимального режиму – на 23,5-35,1%. Висівання гібриду Регіон забезпечило зростання насіннєвої продуктивності рослин, у середньому, на 3,9-12,0% порівняно з гібридами Сувенір і Політ 2.

Узагальнюючі одержані експериментальні дані за три роки врожайності насіння гібридів соняшнику доведено, що застосування зрошення обумовило суттєве її зростання, в середньому, від 1,22 т/га на неpolивному контролі до 2,56-2,92 т/га (табл. 1). Отже, проведення вегетаційних поливів у посушливих умовах Південного Степу України підвищило продуктивність рослин досліджуваної культури в 2,1-2,4 рази.

Залежно від способу і глибини обробітку ґрунту проявилась закономірність зниження врожай-

ності за напрямом від оранки на 28-30 см до нульового обробітку ґрунту. За nepоливних умов у варіанті з оранкою отримали, в середньому, 1,40 т/га, а за лушення на глибину 12-14 см та нульового обробітку продуктивність рослин знизилась на 17,6-29,6%. На ділянках, де провадили поливи за ресурсощадною схемою зрошення таке падіння було в межах 13,8-41,4%, а за біологічно оптимального режиму зрошення, відповідно, 7,9-36,0%.

**Таблиця 1 – Урожайність гібридів соняшнику залежно від режим зрошення, способів і глибини обробітку ґрунту, т/га (середнє за 2016-2018 рр.)**

Режим зрошення (фактор А)	Спосіб і глибина обробітку ґрунту (фактор В)	Гібрид (фактор С)			Середнє за факторами	
		Сувенір	Політ 2	Регіон	В	А
Без зрошення (контроль)	Оранка на глибину 28-30 см	1,25	1,34	1,61	1,40	1,22
	Лушення на глибину 12-14 см	1,09	1,23	1,27	1,19	
	Без обробітку	0,91	1,09	1,23	1,08	
Ресурсощадний	Оранка на глибину 28-30 см	2,78	3,00	3,14	2,97	2,56
	Лушення на глибину 12-14 см	2,32	2,76	2,73	2,61	
	Без обробітку	1,96	2,01	2,35	2,10	
Біологічно оптимальний	Оранка на глибину 28-30 см	3,23	3,24	3,41	3,29	2,92
	Лушення на глибину 12-14 см	2,90	3,05	3,20	3,05	
	Без обробітку	2,31	2,38	2,59	2,42	
Середнє за фактором С		2,08	2,23	2,39	2,24	
НІР <sub>05</sub> за факторами А, В, С: головних ефектів – 0,12 т/га; часткових відмінностей – 0,08						

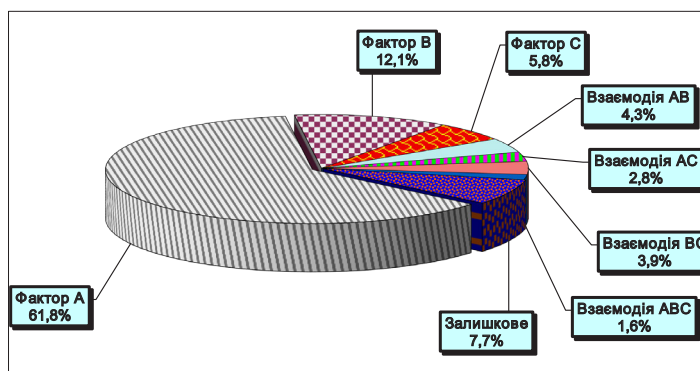
Зміна гібридного складу також істотно вплинуло на врожайність насіння досліджуваної культури. Так, максимальним цей показник продуктивності рослин на рівні 3,41 т/га отримано при вирощуванні на дослідних ділянках гібриду Регіон за біологічно оптимальним режимом зрошення та проведенням оранки на глибину 28-30 см. Врожайність насіння зменшилась до 0,91 т/га або в 3,8 рази. В середньому по цьому фактору мінімальний рівень продуктивності соняшнику 2,08 т/га був одержаний при вирощуванні гібриду Сувенір, а на гібридах Політ 2 і регіон відбулося її зростання на 7,2-14,9%.

За результатами аналізу показників мінливості результативних ознак впливу на врожайність соняшнику встановлено, що зрошення найбільшою мірою впливає на насінневу продуктивність рослин – 61,8% (рис. 1). Високий вплив забезпечив обробіток ґрунту – 12,1%, а мінімальний вплив мав гібридний склад – 5,8%. Взаємодія зрошення з обробітком ґрунту (АВ) дорівнювала 4,3%, інші взаємодії (АС і ВС) мали більш низький вплив – 2,8 і 3,9%, відповідно.

Розрахунки економічної ефективності вирощування соняшника свідчать про те, що зміна вартості отриманої про-

дукції при вирощуванні соняшнику здійснюється по таким же закономірностям, як і урожай культури. Найкращим виявився біологічно-оптимальний, забезпечивши, в середньому по фактору, максимальне надходження коштів з гектару – 21,9 тис. грн/га.

Виробничі витрати, пов'язані з вирощуванням насіння гібридів соняшнику, передусім визначалися режимом зрошення (фактор А). Біологічно-оптимальний режим штучного зволоження



**Рис. Мінливість результативних ознак впливу на врожайність соняшнику режиму зрошення (фактор А), способу та глибини обробітку ґрунту (фактор В) та гібридного складу (фактор С), %**

виявився найдорожчим, у середньому сягаючи 14,3 тис. грн/га. Це на 15,3% більше, ніж за ресурсоощадного водного режиму, де на один гектар, у середньому, витрачали 12,4 тис. грн/га. Зауважимо, що відмова від зволоження (неполивний контроль) забезпечила зменшення витрат у 2,0 і 1,8 рази.

Збільшення глибини обробітку ґрунту (фактор В) зумовлювали додаткові витрати. Так, оранка на глибину 28-30 см у варіанті з біологічно-оптимальним зрошенням вони склали 15,2 тис. грн/га, що на 12,6% менше, ніж за ресурсоощадного режиму зрошення (13,5 тис. грн/га).

Виробничі витрати при вирощуванні насіння соняшнику залежали від гібриду: Регіон – 11,6 тис. грн/га, Політ 2 – 11,3 тис. грн/га, Сувенір – 10,7 тис. грн/га. Вирощування останнього було на 8,41% і 5,60% дешевше, відповідно.

Найвища собівартість виробництва 1 т насіння гібридів соняшнику залежно від режиму зрошення (фактор А) була зафіксована у неполивному варіанті – 5,7 тис. грн, а найменша – в умовах ресурсоощадного (4,9 тис. грн/т) і біологічно-оптимального (5,0 тис. грн.) режимів зрошення. Отже, застосування зрошення знижувало собівартість насіння соняшнику на 16,3 і 14,0%, відповідно.

Біологічно-оптимальний режим зрошення забезпечив максимальний рівень умовного чистого прибутку – 7,6 тис. грн/га (табл. 2). У варіанті з ресурсоощадним режимом даний показник зменшився до 6,8 тис. грн/га, або на 11,8%. Наголосимо, що вирощування насіння гібридів соняшнику без зрошення призвело до істотного падіння умовного чистого прибутку – 2,2 тис. грн/га, що в 3,8 рази менше порівняно з біологічно-оптимальним зволоженням.

**Таблиця 2 – Умовний чистий прибуток вирощування насіння гібридів соняшнику залежно від режиму зрошення, способів і глибини обробітку ґрунту, тис. грн/га (середнє за 2016-2018 рр.)**

Режим зрошення (фактор А)	Спосіб і глибина обробітку (фактор В)	Гібрид (фактор С)			Середнє за факторами	
		Сувенір	Політ 2	Регіон	В	А
Без зрошення (контроль)	Оранка на глибину 28-30 см	1,9	2,4	3,9	2,7	2,2
	Лущення на глибину 12-14 см	1,7	2,3	2,2	2,1	
	Без обробітку	1,1	1,9	2,7	1,9	
Ресурсоощадний	Оранка на глибину 28-30 см	7,9	8,8	9,7	8,8	6,8
	Лущення на глибину 12-14 см	5,6	8,2	7,8	7,2	
	Без обробітку	3,9	3,6	5,7	4,4	
Біологічно оптимальний	Оранка на глибину 28-30 см	9,5	9,2	9,9	9,5	7,6
	Лущення на глибину 12-14 см	7,9	8,2	9,1	8,4	
	Без обробітку	4,9	4,3	5,8	5,0	
Середнє за фактором С		4,9	5,4	6,3	5,6	

Спосіб і глибина обробітку (фактор В) ефективно спрацював з режимами зрошення. Особливо це стосується змінної оранки на глибину 28-30 см., оскільки умовний чистий прибуток сягнув максимальних значень: 9,5 тис. грн/га в умовах біологічно-оптимального зрошення й 8,8 тис. грн/га за ресурсоощадного.

Лущення на глибину 12-14 см виявилось менш ефективним, тому що умовний чистий прибуток зменшився на 31,9% і 22,2%, відповідно.

Найвигіднішим було вирощування гібриду Регіон, що у перспективі забезпечив отримання 6,3 тис. грн/га. Найменше вдалося отримати за вирощування насіння Сувенір, лише 4,9 тис. грн/га, що на 28,57% менше, ніж у варіанті з насінням Регіон.

Рентабельність вирощування насіння гібридів соняшнику залежала від режиму зрошення (фактор А). При цьому біологічно-оптимальний і ресурсоощадний типи зволоження забезпечили приблизно однакову рентабельність, а саме – 52,9% і 53,9%, відповідно. Натомість в умовах відсутності зро-

шення (контроль) продуктивність вирощування знизилася до 31,6%.

Дослідження також засвідчило, що оранка на глибину 28-30 см. – найоптимальніший вибір, з погляду досліджуваного чиннику (фактор В). Так, скажімо, за вирощування сорту Регіон із ресурсоощадним зволоженням ми зафіксували найвищий рівень рентабельності, а саме – 69,4%. Найнижчий – в умовах лущення на глибину 12-14 см. без зрошення – 30,0%.

Рентабельність вирощування гібридів (фактор С) варіювалася від 41,9% (Сувенір) до 51,7%. Середнє значення – 46,1%.

Енергетичним аналізом визначено, що за роки дослідження витрати енергії на технологію вирощування насіння гібридів соняшнику максимальними були за біологічно-оптимального режиму зрошення – 30,7 ГДж/га, що на 15,84% більше, ніж за ресурсоощадного типу зволоження (26,5 ГДж/га). Зазначимо, що у контрольній серії досліджень цей показник у середньому становив 21,0 ГДж/га.

**Таблиця 3 – Рівень рентабельності вирощування насіння гібридів сояшнику залежно від режиму зрошення, способів і глибини обробітку ґрунту, % (середнє за 2016-2018 рр.)**

Режим зрошення (фактор А)	Спосіб і глибина обробітку (фактор В)	Гібрид (фактор С)			Середнє за факторами	
		Сувенір	Політ 2	Регіон	В	А
Без зрошення (контроль)	Оранка на глибину 28-30 см	25,0	30,5	47,3	34,3	31,6
	Лущення на глибину 12-14 см	25,8	33,7	30,5	30,0	
	Без обробітку	19,7	29,8	41,9	30,5	
Ресурсоощадний	Оранка на глибину 28-30 см	61,1	64,2	69,4	64,9	53,9
	Лущення на глибину 12-14 см	47,8	65,3	62,0	58,3	
	Без обробітку	36,1	31,1	48,1	38,4	
Біологічно оптимальний	Оранка на глибину 28-30 см	64,8	60,9	62,9	62,9	52,9
	Лущення на глибину 12-14 см	57,3	56,3	60,7	58,1	
	Без обробітку	39,3	31,9	42,3	37,8	
Середнє за фактором С		41,9	44,8	51,7	46,1	

Коефіцієнт енергетичної ефективності при вирощування насіння гібридів сояшнику першочергово залежав від режиму зрошення (табл. 4). Найбільшим цей показник був у варіанті з ресурсоощадним водним режимом, а саме – 2,32. Разом із біологічно-оптимальний забезпечив коефіцієнт на рівні 2,29.

Спосіб і глибина обробітку (фактор В) впливала на енергетичну ефективність. Так, скажімо, оранка на глибину 28-30 см. у контрольній серії досліджень забезпечила на 8,08% більший коефіцієнт. Ця тенденція зберігається й у варіанті з ресурсоощадним водним режимом, де перевага оранки над лушенням, з погляду досліджуваного фактору, становила 7,2%.

Сортовий склад гібридів (фактор С) також позначився на коефіцієнтах енергетичної ефективності. Лідером за середніми значеннями знову став Регіон (2,12), що на 6,53% випередив Політ 2 (1,99). Гібрид Сувенір забезпечив енергетичну ефективність на рівні 1,91. Це на 10,99% менше, ніж за вирощування насіння Регіон.

Ресурсоощадний і біологічно оптимальний режими зрошення (фактор А) продемонстрували приблизно однакову середню енергоємність – 10,5 ГДж і 10,6 ГДж, відповідно. У варіанті без зрошення витрати енергії на вирощування однієї тони зерна збільшилися на понад 60%.

**Таблиця 4 – Коефіцієнт енергетичної ефективності при вирощування насіння гібридів сояшнику залежно від режиму зрошення, способів і глибини обробітку ґрунту (середнє за 2016-2018 рр.)**

Режим зрошення (фактор А)	Спосіб і глибина обробітку (фактор В)	Гібрид (фактор С)			Середнє за факторами	
		Сувенір	Політ 2	Регіон	В	А
Без зрошення (контроль)	Оранка на глибину 28-30 см	1,37	1,38	1,66	1,47	1,40
	Лущення на глибину 12-14 см	1,29	1,39	1,40	1,36	
	Без обробітку	1,20	1,41	1,55	1,38	
Ресурсоощадний	Оранка на глибину 28-30 см	2,44	2,51	2,62	2,52	2,32
	Лущення на глибину 12-14 см	2,16	2,48	2,40	2,35	
	Без обробітку	1,99	2,01	2,30	2,10	
Біологічно оптимальний	Оранка на глибину 28-30 см	2,44	2,33	2,48	2,42	2,29
	Лущення на глибину 12-14 см	2,34	2,38	2,47	2,40	
	Без обробітку	2,02	1,97	2,20	2,06	
Середнє за фактором С		1,91	1,99	2,12	2,01	

Третій фактор (гібридний склад) суттєво позначився на енергоємності. Так, за вирощування гібриду Регіон середні значення не перевищили 12 ГДж на 1 тону насіння. Це на 6,97% і 13,33% менше, ніж у варіантах із сортом Політ 2 і Сувенір, відповідно.

**Висновки.** В польових досліджах доведено, що в середньому за роки досліджень максимальну насінневу продуктивність на рівні 3,41 т/га забезпечив гібрид Регіон за проведення оранки на глибину 28-30 см та дотримання біологічно оптимального режиму зрошення. Мінімальний результат одержано на неполивних ділянках з гібридом Сувенір без проведення обробітку ґрунту, де врожайність зменшилась до 0,91 т/га або у 3,7 рази. Порівняння впливу досліджуваних чинників на врожайність соняшнику довело максимальну ефективність зрошення, яке забезпечило формування 61,8%. Також значною мірою впливали на продуктивність рослин спосіб і глибина обробітку ґрунту, питома вага якого склала 12,1%. Гібридний склад мав найменший вплив на рівень врожайності досліджуваної культури – 5,8%. Дія і взаємодія досліджуваних факторів була менше 5%, а вплив неврахованих чинників дорівнював 7,7%. За результатами економічного аналізу доведена тенденція зростання виробничих витрат у варіанті з оранкою та зрошуваними варіантами порівняно з неполивними умовами без обробітку ґрунту. Так, у неполивному варіанті цей показник зменшився в 1,8-2,0 рази, а за оранки витрати зростали на 8,4-12,6%. Слід відзначити, що найвища собівартість виробництва 1 т насіння гібридів соняшнику була зафіксована у неполивному варіанті – 5,7 тис. грн, а найменша – в умовах ресурсощадного (4,9 тис. грн/т) режиму зрошення. Найвищий умовний чистий прибуток – 7,6 тис. грн/га, одержано за біологічно оптимального режиму зрошення, за ресурсощадного поливного режиму він зменшився до 6,8 тис. грн/га (на 11,8%), а у неполивному варіанті – до 2,2 тис. грн/га (в 3,8 рази). Рентабельність вирощування насіння гібридів соняшнику була в межах 52,9-53,9% за біологічно оптимального та ресурсощадного режимів зрошення, а у неполивному контролі – зменшилась до 31,6%. Коефіцієнт енергетичної ефективності при вирощування насіння гібридів соняшнику першочергово залежав від режиму зрошення. Найбільшим він сформувався за ресурсощадного режиму зрошення – 2,32. Оранка на глибину 28-30 см також забезпечила збільшення цього показника на 7,2-8,1%. За гібридним складом перевагу за величиною коефіцієнту енергетичної ефективності мав гібрид Регіон – 2,12, а на інших гібридах він зменшився до 1,91-1,99. Енергоємність мала тенденцію до зростання на неполивних ділянках без обробітку ґрунту, на яких висівали гібрид Сувенір.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лимар А. О., Лимар В. А., Коковіхін С. В., Домацький Є. О. Агрокліматичні ресурси півдня України та їх раціональне використання: монографія. Херсон : Грін Д.С., 2015. 246 с.
2. Бабич А. А. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси. Київ : Аграрна наука, 1996. 570 с.

3. Ушкаренко В. О., Лазер П. Н., Каплін О. О. Вплив попередників та агротехнічних прийомів вирощування на урожайність скоростиглих гібридів соняшнику при зрошенні. *Таврійський науковий вісник* : зб. наук. пр. Херсон : Айлант, 2003. Вип. 25. С. 3–8.

4. Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Ларченко О.В., Влашук А. М. Економічна оцінка елементів технології вирощування пшениці в умовах південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2009. Вип. 68.С. 12–20.

5. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство) : навчальний посібник. Херсон : Грін Д. С., 2014. 448 с.

6. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. Киев : Урожай, 1986. 117 с.

7. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 205 с

#### REFERENCES:

1. Lyamar, A.O., Lyamar, V.A., Kokovikhin, S.V., & Domarats'kyi, Ye.O. (2015). *Ahroklimatychni resursy pivdnyia Ukrainy ta yikh ratsional'ne vykorystannya [Agroclimatic resources of the south of Ukraine and their rational use]*. Kherson: Grin D.S. [in Ukrainian].
2. Babych, A.A. (1996). *Svitovi zemelni, prodovolchi i kormovi resursy [World land, food and feed resources]*. Kyiv: Agrarian Science [in Ukrainian].
3. Ushkarenko, V.O., Laser, P.N., & Kaplin, O.O. (2003). *Vplyv poperednykiv ta ahrotekhnichnykh pryymiv vyroshchuvannya na urozhaynist skorostyglykh hibrydiv sonyashnyku pry zroshenni [Influence of predecessors and agrotechnical methods of cultivation on productivity of precocious hybrids of sunflower at irrigation]*. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 25, 3–8 [in Ukrainian].
4. Lavrynenko, Yu.O., Kokovikhin, S.V., Larchenko, O.V., & Vlashchuk, A.M. (2009). *Ekonomichna otsinka elementiv tekhnolohiyi vyroshchuvannya pshenytsi v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy [Economic evaluation of elements of wheat cultivation technology in the conditions of the southern steppe of Ukraine]*. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk – Taurian Scientific Journal*, 68, 12–20 [in Ukrainian].
5. Ushkarenko, V.O., Vozhegova, R.A., Goloborodko, S.P. & Kokovikhin, S.V. (2014). *Metodyka polyovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo) [Methods of field experiment (irrigated agriculture)]*. Kherson: Grin D. S. [in Ukrainian].
6. *Metodyka opredeleniya ekonomicheskoy éffektivnosti yspol'zovannya v sel'skom khozyaystve rezul'tatov nauchno-yssledovatel'skykh y opytno-konstruktorskykh rabot, novoy tekhniky, yzobreteniy y ratsyonalizatorskykh predlozheniy* (1986). [Methods for determining the economic efficiency of the use in agriculture of the results of research and development, new equipment, inventions and innovation proposals]. Kyiv: Urozhay [in Russian].
7. Medvedovsky, O.K., & Ivanenko, P.I. (1988). *Enerhetychnyy analiz intensyvykh tekhnolohiy v sil'skohospodars'komu vyrobnytstvi [Energy analysis of intensive technologies in agricultural production]*. Kyiv: Urozhay [in Ukrainian].

## Анотація

**Вінюков О.О., Чугрій Г.А. Вплив біопрепаратів на визначення посухостійкості рослин ячменю ярого в умовах східної частини Північного Степу**

**Метою дослідження** є органічне поєднання якісних пестицидів у комплексі технології захисту культур та ретельний контроль.

**Методика досліджень.** Дослідження проводились згідно з методикою польової справи Б.О. Доспехова, методикою державного сортопробування сільськогосподарських культур, а також методичними рекомендаціями, розробленими в Донецькій державній сільськогосподарській дослідній станції НААН України.

Схема дослідів передбачала внесення дослідних препаратів компанії ТОВ «САММІТ-АГРО ЮКРЕЙН» для обробки насіння та позакореневого підживлення у фази ВВСН 23-27 розвитку ячменю ярого. Для захисту рослин протягом вегетації проводилось обприскування посівів такими пестицидами: фаза кінець кущіння: бакова суміш Прима Форте 0,7 л/га + Амістар Екстра 0,5 л/га + Коннект 0,5 л/га; фаза колосіння: бакова суміш Альто супер 0,5 л/га + Енжіо 0,18 л/га.

**Результати.** Препарати, що вивчались, вносились на початку фази кущіння, а відбір рослин для аналізу проводився на 14 день після обробок. Згідно з отриманими даними доведено позитивний вплив досліджених інтенсивних систем живлення на формування більшої кількості продуктивних стебел. Досліджено, що на всіх варіантах був отриманий приріст від 14,3% до 22,1%. Коефіцієнт продуктивного кущіння був найбільшим у варіантах 2 та 5, варіант 1 (контроль) був найгіршим за цим показником.

Збалансований підхід до внесення біопрепаратів має безумовну перевагу продуктивності зерновиробництва ячменю ярого у Степу. Всі дослідні варіанти демонструють збільшення врожайності від 1,0 т/га до 2,0 т/га.

**Висновки.** Дослідженнями доказано, що використання препаратів, що вивчались, сприяє посиленню адаптаційних процесів у рослин ячменю ярого. Ефективність впливу цих препаратів доведена збільшенням біометричних показників, показників структури врожаю і, як наслідок, урожайності рослин ячменю ярого. Проте результати за один рік не дозволяють зробити остаточні висновки, тому рекомендується продовжити дослідження в наступному вегетаційному році.

**Ключові слова:** ячмінь ярий, сорт, препарат, технологія, захист рослин, структура урожаю, урожайність.

**Вожегова Р.А., Балашова Г.С., Бояркіна Л.В. Вплив рівня зволоження ґрунту та удобрення на водоспоживання та продуктивність картоплі літнього садіння свіжозібраними бульбами**

**Мета статті** – представити результати досліджень вирощування насінневої картоплі за літнього садіння свіжозібраними бульбами з використанням краплинного зрошення. **Матеріали і методи.** Дослі-

дження проводились на полях ІЗЗ НААН на темно-каштановому ґрунті в умовах зрошення протягом 2011–2013 рр. Перший режим зрошення передбачав підтримання вологості ґрунту в період від садіння до бутонізації не менш 70% НВ; у період бутонізації – кінець цвітіння – 80% НВ. Другий режим зрошення передбачав підтримання вологості ґрунту не менш 80% НВ протягом усієї вегетації. Мінеральні добрива вносились локально в гребінь безпосередньо під час садіння картоплі в дозах  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$  та  $N_{120}P_{120}K_{120}$ . Добрива з поливною водою вносились у період від сходів до бутонізації в дозах  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$  та  $N_{120}P_{120}K_{120}$ . Свіжозібрані бульби (SE) від весняного садіння ранньостиглого сорту Кобза обробляли 4-компонентним розчином стимуляторів для переривання періоду спокою та висаджували в поле в першій декаді липня. **Результати досліджень.** Водоспоживання картоплі літнього строку садіння формувалось на 51,1 та 52,6% за рахунок поливів відповідно у разі підтримання вологості ґрунту 70–80 та 80% НВ. Оподи формували 32,6–29,5%, ще відповідно 16,2 та 17,9% волого було спрямовано на поповнення остаточних запасів волого в ґрунті. Середня врожайність у разі підтримання вологості ґрунту 70–80% НВ становила 16,37 т/га, підвищення передполивного порогу до 80% НВ збільшило врожай майже на 1 тону (17,36 т/га). **Висновок.** Водоспоживання картоплі літнього строку садіння формувалось на 63,1 та 69,3% за рахунок поливів відповідно у разі підтримання вологості ґрунту 70–80 та 80% НВ, опади формували 35,8–34,6%, надлишок волого був спрямований на поповнення остаточних запасів волого у ґрунті. У разі підтримання вологості ґрунту 70–80% НВ рослини сформували врожай на контролі 12,76 т/га, а за 80% НВ на 8,4% більше – 13,91 т/га.

**Ключові слова:** водоспоживання картоплі, насіннева картопля, краплинне зрошення, формування врожаю бульб, літні посадки, запаси волого у ґрунті.

**Вожегова Р.А., Козленко Є.В., Морозов О.В., Біднина І.О. Шляхи реалізації Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року на Інгулецькій зрошувальній системі**

Інгулецька зрошувальна система, незважаючи на свій 65-річний вік, має високий потенціал, перспективи розвитку та цілком придатна до відновлення проєктних площ зрошення (60 тис. га) шляхом виконання заходів, які передбачені Стратегією зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року.

Модернізація головної насосної станції – заміна насосно-силового обладнання, а також модернізація магістрального та розподільних каналів Інгулецької зрошувальної системи доцільні та необхідні для подальшого функціонування і відновлення системи з урахуванням застосування сучасних інноваційних технологій управління системою та впровадження сучасної дощувальної техніки й обладнання.

Під час відновлення площ зрошення на Інгулецькому зрошуваному масиві до проєктних 60 тис. га необхідно застосовувати на зрошуваних землях

науково-обґрунтовані сівозміни, режими і технології зрошення, а також рекомендації, розроблені науковцями ІЗЗ НААН, ІВПІМ НААН, ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О.Н. Соколовського» НААН та Херсонського ДАЕУ саме для ІЗС.

Під час відновлення площ зрошення на ІЗС до проектного рівня (60 тис. га та більше з урахуванням функціонування Явкинської та Спаської зрошувальних систем) пропонується застосувати новий «гібридний» варіант формування якості поливної води на Інгuleцькій зрошувальній системі – «Промивка зверху на весь поливний період у синергії з варіантом «Антирідка». Застосування такого комплексного варіанта дозволить забезпечити стабільну нормативну якість поливної води на ІЗС.

Одними з актуальних шляхів реалізації Стратегії зрошення і дренажу на Інгuleцькій зрошувальній системі є створення динамічних моделей управління якістю поливної води з урахуванням всіх умов і факторів її формування впродовж року, а також формування експертних систем еколого-агромеліоративного моніторингу та моніторингу ефективності зрошення і дренажу.

Відновлення дренажних систем у зоні зрошення та доповнення їх функцією повторного використання води на зрошення (згідно зі Стратегією) мають місце на ІЗС, тому що більшість систем горизонтального дренажу не працюють; якість дренажної води дозволяє використовувати її для зрошення.

**Ключові слова:** зрошення, стратегія розвитку, зрошувальні системи, зрошувані землі, дренаж.

**Вожегов С.Г., Рудий О.Е., Коковіхін С.В., Дробітько А.В., Казанок О.О., Керімов А.Н. Врожайність, економічна та енергетична ефективність вирощування гібридів соняшнику залежно від режимів зрошення та обробітку ґрунту в умовах Півдня України**

**Мета** – визначити рівні врожайності насіння, економічну та енергетичну ефективність вирощування гібридів соняшнику на зрошуваних землях Південного Степу України. **Методи.** Польовий, економічний, енергетичний. **Результати.** Також значною мірою впливали на продуктивність рослин спосіб і глибина обробітку ґрунту, питома вага якого склала 12,1%. Гібридний склад мав найменший вплив на рівень врожайності досліджуваної культури – 5,8%. Дія і взаємодія досліджуваних факторів була менше 5%, а вплив неврахованих чинників дорівнював 7,7%. Найвищий умовний чистий прибуток – 7,6 тис. грн/га, одержано за біологічно оптимального режиму зрошення, за ресурсоощадного поливного режиму він зменшився до 6,8 тис. грн/га (на 11,8%), а у неполивному варіанті – до 2,2 тис. грн/га (в 3,8 рази). Рентабельність вирощування насіння гібридів соняшнику була в межах 52,9-53,9% за біологічно оптимального та ресурсоощадного режимів зрошення, а у неполивному контролі – зменшилась до 31,6%. **Висновки.** Встановлено, що максимальну насінневу продуктивність на рівні 3,41 т/га забезпечує гібрид Регіон за проведення оранки на глибину 28-30 см та дотримання біологічно оптимального режиму зрошення. Мінімальний результат одержано на неполивних ділянках з гібридом Сувенір без проведення обробітку ґрунту, де врожайність зменшилась до 0,91 т/га або у 3,7 рази. За результатами економічного аналізу доведено, що біологічно оптимальний режим зрошення сприяє

підвищенню до 21,9 тис. грн/га вартості валової продукції. Коефіцієнт енергетичної ефективності при вирощування насіння гібридів соняшнику першочергово залежав від режиму зрошення. Найбільшим він сформувався за ресурсоощадного режиму зрошення – 2,32. Оранка на глибину 28-30 см також забезпечила збільшення цього показника на 7,2-8,1%. За гібридним складом перевагу за величиною коефіцієнту енергетичної ефективності мав гібрид Регіон – 2,12, а на інших гібридах він зменшився до 1,91-1,99. Енергоємність мала тенденцію до зростання на неполивних ділянках без обробітку ґрунту, на яких висівали гібрид Сувенір.

**Ключові слова:** соняшник, зрошення, обробіток ґрунту, врожайність, мінливість результативних ознак, економічна ефективність, енергетична оцінка.

**Грановська Л.М., Морозов О.В., Іванов В.І. Оцінка якості зрошувальної води та її вплив на показники родючості ґрунтів за краплинного зрошення**

**Мета** – оцінка якості зрошувальної води та її вплив на показники родючості ґрунтів за краплинного зрошення в умовах Сухого Степу України. **Методи.** Методологічну базу наукових досліджень становлять сучасні методи досліджень: історичний, системний підхід і аналіз, економіко-статистичні методи. Для зрошування досліджуваних ґрунтів Херсонської області використовується дніпровська вода, яка подається Каховським, Краснознам'янським та Північно-Кримським магістральними каналами. Оцінку якості поливної води для зрошення проведено за ДСТУ 2730 : 2015 «Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії», ДСТУ 7591 : 2014 «Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії» та ДСТУ 3866-99 «ґрунти. Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної солонцюватості». **Результати.** Оцінка якості поливної води для зрошування за вимогами державних стандартів доводить, що дніпровська зрошувальна вода, яка подається на зрошування сільськогосподарських земель у Скадовському, Голопристанському, Каланчацькому та Чаплинському районах, за показниками можливого вторинного засолення, вмістом важких металів, іонів  $Cl^-$  та  $Na^+$  належить до першого класу і не є токсичною для рослин. Однак за показником рН (7,9–8,8) та вмістом іону  $CO_3^{2-}$  (0,04–0,08), який є найбільш токсичним із всіх іонів, належить до II класу і є обмежено придатною для зрошування. Це значить, що вона буде посилювати процеси підлучення ґрунтів, а надалі і підвищення рівня їх осолонцювання, тому її можна використовувати тільки за умов постійного контролю та обов'язкового застосування агрономеліоративних заходів. **Висновки.** Дніпровська зрошувальна вода Каховського, Краснознам'янського та Північно-Кримського магістральних каналів належить за більшістю показників до першого класу, однак показник рН, який вказує на можливі процеси підлучення ґрунту у разі зрошування такою водою, відносить воду до другого класу, що вимагає впровадження заходів зі зниження або попередження процесів підлучення ґрунтів.

**Ключові слова:** зрошувальна вода, якість води, критерії, державні стандарти, засолення, осолонцювання, підлучення, агрономеліоративні заходи.



**Дрозд О.М., Афанасьєв Ю.О. Диференціація локальних виявів галогенезу в ґрунтах за краплинного зрошення**

**Мета** – дослідити диференціацію локальних виявів галогенезу в чорноземах південних за краплинного зрошення у різних гідрогеологічних умовах. **Методи.** Експериментальні роботи передбачали проведення польових досліджень за відповідними методиками. Фізико-хімічні та хімічні аналізи проводилися стандартизованими й атестованими методами з подальшою статистичною обробкою даних. Теоретичні дослідження передбачали системний підхід до розглянутої проблеми з використанням методів аналізу і синтезу. **Результати.** Встановлено, що у ґрунтах із близьким рівнем залягання підґрунтових вод (до 2 м) в умовах краплинного зрошення за умов перезволоження відбувається змикання контурів та періодичне підтоплення. Диференціації у вертикальному та горизонтальному напрямках на зоні більшого чи меншого вияву процесів соленакопичення не виявлено. Ґрунти є слабозасоленими та середньосолонцюватими. Еколого-агримеліоративний стан незадовільний. Потенціал реалізації продукційної екосистемної послуги відповідає незадовільному рівню. У ґрунтах із рівнем залягання підґрунтових вод 3–5 м за умов тривалого періоду використання ґрунтів в овочевій сівозміні (5 років) спостерігається накопичення водорозчинних солей у шарі ґрунту 0–30 см із тенденцією до максимального вмісту на межі контуру зволоження. За ступенем солонцюватості ґрунти середньосолонцюваті. Потенціал реалізації продукційної екосистемної послуги відповідає задовільному рівню. **Висновки.** Оцінювання виявів галогенезу в ґрунтах за умов краплинного зрошення в умовах овочевої сівозміни особливості, що зумовлено технологічними особливостями вирощування культур. Нівелювання лінійних виявів галогенезу в міжполивний період можливе лише у верхньому 0–25 см шарі ґрунту, а у нижніх горизонтах деградаційні зміни залишаються стійкими. Це ускладнює врахування територій реальної поширення галогенних ґрунтів.

**Ключові слова:** чорнозем південний, локальне зволоження, засолення, солонцюватість, продукційні послуги.

**Заболотна А.В., Заболотний О.І., Даценко А.А. Чиста продуктивність фотосинтезу та врожайність кукурудзи за умов використання гербіциду Стеллар**

Статтю присвячено дослідженню змін у формуванні показників чистої продуктивності фотосинтезу та зернової продуктивності рослин кукурудзи, а також установленню кореляційних зв'язків між цими показниками за умов застосування гербіциду Стеллар, в.р.

Дослідження проводили у польових і лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету садівництва впродовж 2018–2020 років. Гербіцид Стеллар, в.р. вносили у фазі 3–5 листків розвитку культури. Показники фотосинтетичної та зернової продуктивності рослин кукурудзи визначали відповідно до загальноприйнятих методик.

Установлено, що формування показника ЧПФ у різних варіантах дослідження відбувалося по-різному і залежало від норми застосування гербіциду та фази розвитку культури. Так, у фазі розвитку культури 8–10 листків за умов внесення 1,0; 1,1; 1,2 та 1,3 л/га гербіциду показник ЧПФ перевищував контрольний варіант на 6, 11, 18 та 11% відповідно.

Така ж закономірність спостерігалася і за повторного визначення продуктивності фотосинтезу у фазі викидання мітелки. Відповідно до зростання показника чистої продуктивності фотосинтезу зростала й урожайність зерна кукурудзи. Найвищою вона, як і у разі з фотосинтетичною продуктивністю, була під час застосування 1,2 л/га Стеллару, в.р., що на 28% перевищувало контрольний варіант.

З аналізу отриманого експериментального матеріалу можна зробити висновок, що застосування гербіциду Стеллар, в.р. позитивно впливає на формування показників продуктивності кукурудзи. Найбільші природи чистої продуктивності фотосинтезу та зернової продуктивності простежуються за умов використання гербіциду в нормі 1,2 л/га. Проведення регресійного аналізу отриманих результатів досліджень виявило тісний кореляційний зв'язок ( $r^2=0,99$ ) між показником чистої продуктивності фотосинтезу та врожайністю зерна кукурудзи.

**Ключові слова:** агротехнічний захід, препарат, фотосинтетична продуктивність, зерно, ефективність, кореляційний зв'язок.

**Засць С.О., Нетіс І.Т., Онуфран Л.І., Фундират К.С. Особливості водоспоживання сучасних сортів пшениці озимої та ячменю озимого за різних строків сівби в умовах зрошення**

**Мета.** Встановити сумарне водоспоживання сучасних сортів пшениці озимої та ячменю озимого та визначити витрати води на формування 1 т зерна залежно від строків сівби в умовах зрошення Південного Степу України. **Методи.** Дослідження проводились в Інституті зрошуваного землеробства НААН у 2015–2020 рр. за методиками польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях (ІЗЗ НААН, 2014). **Результати.** Установлено, що сумарне водоспоживання пшениці озимої та ячменю озимого значно залежало від агрометеорологічних умов у роки проведення досліджень. За вологих погодних умов 2016 і 2019 рр. сумарне водоспоживання пшениці озимої й ячменю озимого складало 2896 і 2900 т 2660 і 2900 м<sup>3</sup>/га та залежало від опадів, питома частка яких становила 66,8–71,8 та 78,9% відповідно. У посушливих умовах 2017, 2018 і 2020 років сумарне водоспоживання пшениці озимої становило 2756, 2936 і 2628 м<sup>3</sup>/га, а ячменю озимого – 2439, 2810 і 2310 м<sup>3</sup>/га. У ці роки найбільша частка в сумарному водоспоживанні озимих зернових культур припадає на зрошувальну норму 39,7–40,0%, а найменша – на ґрунтову вологу – 27,9–28,4%, опади при цьому складають 31,9–32,1%. Ефективність використання води визначається величиною врожаю, а зміщення строків сівби від оптимальних на 30 днів у пшениці озимої та на 20 днів у ячменю озимого підвищує коефіцієнт водоспоживання на 9,77–13,1 і 2,38–5,61% відповідно. **Висновки.** Зміщення строків сівби від рекомендованих, несуттєво впливаючи на сумарне водоспоживання, значно позначається на ефективності використання води посівами озимих культур. Запровадження сорту для сівби як в оптимальні строки, так і в пізні, сприяє підвищенню коефіцієнта водоспоживання. Різниця у водоспоживанні пшениці озимої та ячменю озимого зумовлена різним рівнем використанням ґрунтової вологи.

**Ключові слова:** зрошення, пшениця озима, ячмінь озимий, сорти, строки, водоспоживання.

**Климишена Р.І. Залежність вмісту бета-глюкану в суслі пивоварного ячменю ярого від впливу позакореневого підживлення мікродобривами**

**Мета досліджень** – установити залежність пивоварної якості зерна ячменю ярого за вмістом бета-глюкану в суслі від впливу позакореневого підживлення рослин під час вегетації мікродобривами «Вуксал» на різних фонах мінерального вдобрення.

**Методи.** Для узагальнення результатів дослідження та наукового обґрунтування мети ми застосували такі методи: загальнонаукові (для визначення напрямку дослідження, планування і закладки досліду); спеціальні (лабораторний – для визначення біохімічних показників); математично-статистичний (для обробки експериментальних даних).

**Результати.** Встановлено ефективність впливу позакореневого підживлення рослин пивоварного ячменю ярого мікродобривами «Вуксал» під час вегетації на біохімічну якість зерна за показником вмісту бета-глюкану в суслі.

**Висновки.** Ефективність позакореневого підживлення рослин ячменю ярого мікродобривами «Вуксал» залежить від технологічної схеми застосування, тобто від кількості прийомів проведеного агрозаходу під час вегетації.

Під час вирощування ячменю на фоні мінерального живлення  $N_{30}P_{45}K_{45}$  кращими виявилися варіанти дворазового застосування мікродобрив «Вуксал Р Мах» 1,5 л/га під час кушення та «Вуксал Grain» 1,5 л/га на початку цвітіння (варіант А5) та «Вуксал Grain» 1,5 л/га під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» 1,5 л/га на початку цвітіння (варіант А6), де показники бета-глюкану в суслі становили 122,3 мг/л та 114,4 мг/л відповідно. Варіант триразового позакореневого підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» 1,5 л/га під час кушення, «Вуксал Grain» 1,5 л/га під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» 1,5 л/га на початку цвітіння (варіант А7) забезпечив найменше значення бета-глюкану 108,3 мг/л.

На фоні мінерального живлення  $N_{60}P_{90}K_{90}$  також кращими виявилися варіанти дворазового застосування мікродобрив «Вуксал Р Мах» 2,0 л/га під час кушення і «Вуксал Grain» 2,0 л/га на початку цвітіння (варіант А5) та «Вуксал Grain» 2,0 л/га під час виходу в трубку і «Вуксал Grain» 2,0 л/га на початку цвітіння (варіант А6), де показники бета-глюкану в суслі становили 158,5 мг/л та 152,9 мг/л відповідно. Варіант триразового позакореневого підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» 2,0 л/га під час кушення, «Вуксал Grain» 2,0 л/га під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» 2,0 л/га на початку цвітіння (варіант А7) забезпечив найменше значення бета-глюкану 143,3 мг/л.

**Ключові слова:** пивоварний ячмінь ярий, бета-глюкан, мінеральні добрива, мікродобрива.

**Коваленко О.А., Андрійченко Л.В. Ефективність екологічно безпечних прийомів вирощування *Lavandula angustifolia* на Півдні України**

**Мета** статті – дослідити ефективність використання екологічно безпечних препаратів Біокомплекс БТУ та Азогран на продуктивність рослин лаванди вузьколистої за різних режимів зрошення. **Матеріали та методи дослідження.** Польовий дослід проводили впродовж 2019–2020 рр. на землях Миколаївської ДСДС ІЗЗ НААН. Об'єктом досліджень слугували середньостиглий сорт Степова, що має світло-бузкове забарвлення віночка. Контроль за передполивною вологістю ґрунту за періодами

розвитку рослин виконували за допомогою тензіометрів, поливи припиняли за 14 днів до збирання врожаю. Схема досліду включала два фактори. Фактор А (обробка рослин біопрепаратами) передбачав контроль (без обробки), обробку рослин препаратом Біокомплекс БТУ, обробку рослин препаратом Азогран А. За фактором В (режими зрошення) вивчали два рівня зволоження культури: 80–70% НВ та 90–80–70% НВ. Обробку бактеріальними препаратами Біокомплекс БТУ та Азогран А (2 л/га) проводили двічі (з інтервалом у 14 днів). **Результати.** Установлена потенційна можливість отримання екологічно безпечної сировини лаванди вузьколистої в умовах Південного Степу України для виробництва фармацевтичних та косметичних субстанцій. Так, за краплинного способу зрошення та обробки бактеріальними препаратами створюються оптимальні умови для росту і розвитку рослин. За обробки рослин біопрепаратами спостерігали кращій розвиток наземної маси рослин лаванди, кількість стебел збільшувалася на 7–10 шт. на одну рослину, висота рослин – на 3,8–5,9 см, діаметр куща – на 2,3–5,5 см порівняно з необробленим контролем. Найбільш розвинуті рослини зафіксовані під час вирощування лаванди за режиму зрошення 90–80–70% НВ з обробкою посівів під час фази бутонізації Біокомплексом БТУ. У цьому варіанті за обробки рослин біопрепаратом Біокомплекс БТУ на одній рослині нараховувалося 40 стебел, висота рослин становила 41,1 см, діаметр куща – 33 см, довжина суцвіття – 13,4 см. Цей варіант забезпечував урожайність абсолютно сухої біосировини у 22,2 ц/га та збір ефірної олії 35,19 кг/га. **Висновки.** Таким чином, установлена потенційна можливість отримання екологічно безпечної сировини лаванди вузьколистої в умовах Південного Степу України для виробництва фармацевтичних та косметичних субстанцій. Так, за краплинного способу зрошення та обробки бактеріальними препаратами створюються оптимальні умови для росту і розвитку рослин. Найбільш розвинуті рослини зафіксовані під час вирощування лаванди за режиму зрошення 90–80–70% НВ з обробкою посівів у фазі бутонізації Біокомплексом БТУ.

**Ключові слова:** лаванда, рівень зволоження, бактеріальні препарати, врожайність, ефірна олія.

**Ковальов М.М. Вирощування мікрозелені салату Ромен у NFT-системах залежно від впливу типу субстрату**

У статті експериментально досліджено й обґрунтовано особливості вирощування мікрозелені салату Ромен сортів Максимус та Кармесі в умовах плівкової купольної теплиці на природних та штучних субстратах у проточних гідропонічних системах. **Мета.** Провести дослідження з підвищення врожайності виробництва салату Ромен та вдосконалити елементи технології вирощування шляхом визначення субстратів для мікрозелені на тлі застосування природних та штучних субстратів. **Результати.** Доведено доцільність технології вирощування дослідженого сортів салату Ромен на різних типах субстратів.

У результаті аналізу експериментальних даних процесів росту і розвитку мікрозелені досліджуваних сортів салату Ромен на різних етапах організації за комплексом біометричних показників виокремився сорт Максимус, рослини якого мала найбільшу середню довжину листка ( $5,9 \pm 3$  мм) та

Кармесі –  $6,1 \pm 3$  мм, яку вирощували на лляних килимках, що на 0,7 та 0,3 мм перевищує контроль. За показником всхожості насіння салату Ромен сорту Максимус та Кармесі за 2019–2020 роки найбільший показник зафіксовано на лляних килимках –  $97 \pm 1,7$  % та  $98 \pm 2,4$  відповідно, що на 3,1% та 2,8% перевищувало контроль для сорту Максимус та Кармесі відповідно.

На варіанті досліду з використанням лляних килимків довжина сім'ядольного листка мікрозелені салату може сягати до 2,3 см, у середньому вона коливається у межах 1,9–2,2 см. Кількість коренів у середньому за роки досліджень для сорту Максимус досягали 30,5–34,8 шт., водночас для сорту Кармесі були зафіксовані дещо нижчі значення цього показника, котрі становили 27,9 шт. на лляних килимках і були на 3,6 шт. більшими за контрольний варіант. **Висновки.** Використання агроспану як субстрату для вирощування мікрозелені є менш доцільним, оскільки він володіє меншими показниками вологості, а біометричні показники вирощеної на ньому мікрозелені поступаються значеннями контрольним варіантам (30,1 корінців проти 30,5 шт. на контрольних варіантах).

Таким чином, встановлено, що вирощування мікрозелені салату Ромен на агроспані має найнижчі показники вегетативної маси порівняно з кокосово-агроперлітним субстратом та лляними килимками.

**Ключові слова:** мікрозелень, проточна гідропоніка, салат Ромен, природні та штучні субстрати, купольна плівкова теплиця.

#### Котельников Д.І. Агрофізичні властивості темно-каштанового ґрунту за різних систем основного обробітку та органо-мінерального удобрення в зрошуваних умовах Півдня України

У статті відображено результати досліджень із вивчення щільності складення на початку та наприкінці вегетації, сумарного водоспоживання та коефіцієнта використання води залежно від систем основного обробітку ґрунту, а також подальший вплив на показники продуктивності кукурудзи в сівозміні в зрошуваних умовах Півдня України. **Метою** досліджень було визначення впливу основного обробітку ґрунту на фізико-механічні та водні показники темно-каштанового ґрунту та подальший вплив на продуктивність кукурудзи. **Методи.** Під час експерименту використовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи та загально визнані в Україні методики і методичні рекомендації. Дослідження проводилися протягом 2016–2019 рр. на дослідних полях Асканійської ДСДС ІЗЗ НААН України. **Результати.** Дослідженнями встановлено, що використання чизельного обробітку на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого розпушування призвело до найменшої щільності в досліді  $1,18$  г/см<sup>3</sup>, що було майже на рівні контролю. Заміна чизельного розпушування дисковим обробітком на 12–14 см збільшило щільність складення до  $1,25$  г/см<sup>3</sup>, або на 5,1%, а максимальні показники ( $1,31$  г/см<sup>3</sup>) були отримані за нульового обробітку, що вище на 10,1% порівняно з контролем. Найменший коефіцієнт водоспоживання 422 без та 440 м<sup>3</sup>/т з використанням сидерації було отримано за чизельного обробітку на 28–30 см, що на 5,0% більше порівняно з контролем. Використання дискового обробітку на 12–14 см у системі мілкового одноглибин-

ного розпушування збільшило коефіцієнт до 435 без та 456 м<sup>3</sup>/т з використанням сидерації, а максимальні показники коефіцієнта водоспоживання отримано за нульового обробітку 555 та 605 м<sup>3</sup>/т з використанням сидерації, що більше за контроль на 30,6% та 30,9% відповідно. **Висновок.** Найбільший рівень продуктивності кукурудзи відзначився за безполицевого різноглибинного обробітку 10,93 т/га, що більше за контроль на 0,52 т/га, або 5,0%, а застосування нульового обробітку призвело до найменших показників у досліді 8,71 т/га, що менше на 19,5% порівняно з контролем. Використання N<sub>120</sub>P<sub>40</sub>+сидерат сформувало показники продуктивності 9,50 т/га, а максимальний рівень продуктивності отримано за системи вдобрення N<sub>180</sub>P<sub>40</sub>+сидерат 10,68 т/га, що вище на 1,18 т/га, або на 12,4% (порівняно з контролем). Водночас використання сидерації збільшує врожайність у середньому за фактором В на 6,8%.

**Ключові слова:** щільність складення, сумарне водоспоживання, коефіцієнт водоспоживання продуктивності, кукурудза, зрошення.

#### Кричковський В.Ю. Вплив дигістату на структуру врожаю та продуктивність кукурудзи

**Мета.** Висвітлити особливості впливу біоорганічного добрива Ефлюент отриманого на основі анаеробного зброджування свинячого гною в біогазовій станції на продуктивність та елементи структури врожаю гібрида кукурудзи Кампоні КС. Обґрунтувати ефективні норми внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» у сучасних технологіях вирощування кукурудзи. **Методи.** Спостереження, порівняння, аналіз та синтез, системний аналіз та прогноз. Визначення структури врожаю та продуктивності проводили за загальноприйнятими методиками. **Результати.** Проведено аналіз виробничої ефективності використання біоорганічного добрива «Ефлюент» під час вирощування зернової кукурудзи. Встановлено, що внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» позитивно впливає на елементи структури врожаю, поліпшуючи їх значення. Проаналізовано результати дворічних прикладних наукових досліджень щодо впливу системи вдобрення на зернову продуктивність гібрида кукурудзи Кампоні КС. Кількість нормально сформованих качанів на рослині кукурудзи істотно залежала від умов вегетації та системи застосування добрив. У гібрида кукурудзи Кампоні КС кількість нормально розвинених качанів на рослині коливалась у середньому за два роки в межах від 1,09 до 1,34 шт. Найвище значення цього показника 1,36 було у варіантах, де вносили біоорганічне добриво «Ефлюент» у нормі 55 т/га та мінеральне добриво у нормі N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>. Кількість рядів зерен качана є генетично зумовленою ознакою, завжди парною, яка менше залежала від умов вирощування. Внесення органічних та мінеральних добрив покращувало значення кількості рядів зерен, але це зростання виявилось не дуже значимим – на 0,3–0,5 шт., зростання кількості зерен у ряді в середньому за роки досліджень – на 5,6–7,1 шт. (порівняно з контролем). Максимальне значення маси 1000 зерен виявили у варіанті з внесенням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні з мінеральним добривом у нормі N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> – 303 г та 269,5 у 2019 та 2020 рр. відповідно. Використання біоорганічних добрив «Ефлюент» та мінеральних добрив сприяло збільшенню врожайності на 2,93–5,92 т/га порівняно з контр-

одем. Найвище значення вологості зерна виявлено у варіанті із застосуванням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні з мінеральним добривом ( $N_{90}P_{90}K_{90}$ ) – 23,8% ( $НІР_{0,5 \text{ удобр.}} = 0,97\%$  та 1,15%) порівняно із контролем (19,6 та 17,2%), що в кінцевому результаті негативно впливає на економічні показники вирощування зернової кукурудзи, оскільки вимагає додаткових затрат на досушування. **Висновки.** Поліпшення умов живлення рослин кукурудзи за рахунок внесення добрив сприяє збільшенню кількості качанів на рослині на 0,21–0,25 шт., кількості зерен у ряді на 5,6–7,1 шт., кількості рядів зерен, але таке зростання виявилось не дуже значимим – на 0,3–0,5 шт. порівняно з контролем (без добрив та внесення води). Удобрення посівів гібрида кукурудзи Кампоні КС біоорганічним добривом «Ефлюент» у нормі 55 т/га в поєднанні з мінеральним забезпечує найвище зростання маси 1000 зерен на 12,5–58,8 г та найбільшу врожайність зерна – 12,55 т/га в середньому за роки досліджень. Застосування органічних та мінеральних добрив забезпечує збільшення вологості зерна на 1,6–5,4% гібрида кукурудзи Кампоні КС порівняно із контролем.

**Ключові слова:** гібрид, дигистат, біоорганічне добриво, кукурудза, структура врожаю, урожайність, «Ефлюент».

**Мануйленко О.В., Коновалов В.О., Грібніюк К.С., Карпенко О.І., Коновалова В.М. Ефективність застосування системи no-till порівняно з традиційними системами обробітку ґрунту в сівозміні короткої ротації в умовах Південного Степу України**

**Мета роботи** – дослідити зміни показників родючості ґрунту та фітосанітарного стану посівів за різних способів обробітку ґрунту в сівозміні короткої ротації в неpolивних умовах, що забезпечить підвищення і стабілізацію родючості ґрунту, збільшення врожаю якісної продукції за умов одночасного зменшення витрат на її виробництво.

**Методи досліджень:** польові агротехнічні дослідження на незрошуваних землях з проведенням лабораторного аналізу в сертифікованій агрохімічній лабораторії, статистичної обробки отриманих результатів та економічної оцінки агротехнічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур.

**Результати.** У статті наводяться результати досліджень впливу систем основного обробітку ґрунту та елементів No-till-технології на продуктивність культур сівозміни. Виявлена залежність показників родючості ґрунту, врожайність і якість продукції сільськогосподарських культур короткоротаційної сівозміни від систем основного обробітку ґрунту. Визначено економічну та енергетичну ефективність застосування системи No-till порівняно з іншими системами основного обробітку ґрунту в умовах Південного Степу України.

**Висновок.** Установлено, що найкращим варіантом основного обробітку ґрунту в неpolивних умовах під час вирощування сорго, гірчиці сарептської та пшениці ярої є диференційоване глибоке рихлення, за якого приріст урожайності культур сівозміни порівняно з дискуванням на 6–8 см та нульовими технологіями склав: сорго – 0,38 т/га, гірчиці – 0,27 т/га та пшениці ярої – 0,52 т/га. Застосування дискування важкою дисковою бороною на 12–14 см забезпечило врожайність гороху на рівні

1,74 т/га, що на 12,2% перевищує цей показник за нульового обробітку ґрунту. Проведені дослідження дозволили виявити позитивний вплив технології No-till на ґрунтове середовище (збереження гумусу та продуктивної вологи у верхньому шарі ґрунту, зменшення можливостей прояву вітрової та водної ерозії). Перевагою запровадження системи No-till є також економія паливно-мастильних матеріалів та грошових ресурсів.

**Ключові слова:** сівозміна, обробіток ґрунту, системи удобрення, водно-фізичні властивості ґрунту, врожайність, якість.

**Молдован В.Г., Молдован Ж.А. Вплив допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на формування показників індивідуальної продуктивності кукурудзи у Західному Лісостепу України**

**Мета.** Дослідити вплив допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення на ріст і розвиток рослин, формування показників індивідуальної продуктивності та врожайності гібридів кукурудзи скоростиглих груп.

**Методи.** Під час досліджень використовували такі методи: польовий дослід (для вивчення дії та взаємодії організованих факторів), морфо-фізіологічний (для визначення біометричних параметрів рослин), підрахунково-ваговий (для встановлення параметрів показників структури врожаю і визначення врожайності), математичної статистики (для визначення вірогідності результатів польових дослідів).

**Результати.** Викладено результати польових досліджень і спостережень, що проводилися на чорноземах опідзолених середньосуглинкових Західного Лісостепу. Встановлено, що погодні умови у взаємодії з досліджуваними факторами значно впливають на ріст і розвиток рослин, формування показників індивідуальної продуктивності. Так, допосівна обробка насіння та проведення позакореневих підживлень у фазах 3–5 та 7–9 листків сприяли збільшенню кількості продуктивних качанів у ранньостиглого гібрида ДН Меотида на 3,1–10,2%, середньораннього гібрида ДБ Хотин – на 1,1–5,4% (порівняно з контролем). Водночас покращення живлення рослин кукурудзи позитивно впливало і на морфологічні ознаки: довжину, кількість рядів та зерен у ряді.

Важливою ознакою зернової продуктивності кукурудзи є маса качана, маса зерна у качані та % виходу зерна з качана. Допосівна обробка насіння та позакореневі підживлення кукурудзи на ранніх етапах росту забезпечили зростання маси зерна з 1 качана ранньостиглого гібрида ДН Меотида на 7,1–27,2%, а середньораннього гібрида ДБ Хотин – на 5,5–32,0% (порівняно з контролем). Зростання маси 1000 зерен склало 6,9–12,3% та 10,5–18,0% відповідно.

**Висновки.** Досліджувані способи допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин кукурудзи стимуляторами росту та комплексними мікродобривами на ранніх фазах розвитку значно впливають на формування показників індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи: кількість качанів, рядів та зерен у качані, масу качана, масу 1000 зерен та % виходу зерна з качана.

**Ключові слова:** погодні умови, гібрид, мікродобрива, стимулятор росту, качан, маса зерна, вихід зерна.

### Недільська У.І. Продуктивність садивного матеріалу міскантусу залежно від агротехнічних заходів

**Мета.** У роботі наведені результати наукових досліджень з обґрунтування доцільності використання енергетичної культури міскантусу гігантського з метою отримання сировини для виробництва біопалива. Це злакова культура, прямостояча і теплолюбна рослина.

**Методи.** На прикладі аналізу кореневищ експериментальним способом встановлено, що строки садіння і глибина загорання ризом впливають на ріст і розвиток садивного матеріалу, що пов'язано з температурним режимом і вологістю ґрунту.

**Результати.** Міскантус гігантський розмножують вегетативно за допомогою поділу кореневищ (ризом). Під час розділення маточних кореневищ міскантусу гігантського отримують ризоми. Головною вимогою до садивного матеріалу є кількість потенційних бруньок, які мають здатність до проростання. Садивний матеріал характеризується на прикладі ризом із кількістю бруньок не менше 4–5 шт., довжиною в межах 5–15 см, масою до 30 г. У процесі проведених досліджень проаналізовано показники садивного матеріалу, які змінювалися для різних варіантів дослідів. Встановлено, що для посадки доцільно використовувати ризоми лінійної форми порівняно з ризомами розгалуженої форми. Такий результат пояснюється наявністю бруньок і поживних речовин. Відмічено найбільшу масу кореневищ (1648,4 г) під час спостережень на варіанті першого строку садіння на другу декаду квітня за глибини загорання ризом на 9 см. Кількість бруньок на вказаному варіанті виявилася найвищою і становила 185,2 шт. За проведеними спостереженнями перший строк садіння міскантусу гігантського характеризується найбільшим значенням великих ризом із кількістю 4–8 бруньок, що складала 34,9 шт., а малих ризом із 1–3 бруньками становила 54,8 шт. Якісні показники садивного матеріалу міскантусу гігантського пізніших строків садіння та інших варіантів глибини загорання ризом виявилися нижчими.

**Висновки.** Експериментально встановлено, що для умов Лісостепу Західного оптимальними елементами технології вирощування міскантусу гігантського для сорту Осінній Зорецвіт є садіння у другій декаді квітня з глибиною загорання ризом на 9 см. Це дає змогу отримати високоякісний садивний матеріал для подальшого садіння на плантаціях біоенергетичних культур.

**Ключові слова:** міскантус, строки садіння, глибина загорання, ризоми, маса, бруньки.

### Онопрієнко Д.М. Ефективність удобрювального зрошення кукурудзи з використанням рідких і твердих форм мінеральних добрив

**Мета.** Визначення впливу різних способів внесення твердих і рідких мінеральних добрив на ефективність агротехнології виробництва зерна кукурудзи в умовах зрошення північного Степу України.

**Методи.** Польові досліді проводили на полях у селянському фермерському господарстві «AIST» Синельниківського району Дніпропетровської області протягом 2016–2018 років. Вивчалися чорноземі звичайні малогумусні важкосуглинкові з такими основними характеристиками: об'ємна маса шару ґрунту 0–70 см складає 1,96 г/см<sup>3</sup>, найменша вологемкість (НВ) – 24,1 %, діапазон активної вологи в гумусованій частині профілю ґрунтів складає 25,79–30,41%, запаси продуктивної вологи в шарі 0–50 та 0–70 см

відповідно – 2420 та 3550 м<sup>3</sup>/га (за найменшої вологемкості ґрунту). Потужність гумусованого шару становить 70–75 см, а вміст органічної речовини в орному шарі ґрунту за Тюрніним – 2,6–3,0%. Нитратного азоту N-NO<sub>3</sub> (за Кравковим) в 1 кг сухого ґрунту містилось 8,2–20,6, рухомих сполук P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> та K<sub>2</sub>O (за Чириковим) – 134–145 і 175–188 мг/кг ґрунту. У досліді вивчали середньостиглий гібрид кукурудзи ДКС 4351 (ФАО 350) густотою 80 тис. рослин на гектарі. Вивчали норми мінеральних добрив, розраховані балансовим методом для одержання врожаю зерна 12 т/га (N<sub>200</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub>). Досліди були проведені за такими технологічними схемами внесення мінеральних добрив: I – під культивування перед сівбою (карбамід) врозкид повною нормою N<sub>200</sub> і під осінню оранку (амофос) нормою P<sub>90</sub> при зрошенні; II – під культивування перед сівбою (КАС-32) нормою N<sub>200</sub> самохідним оприскувачем і під осінню оранку (амофос) нормою P<sub>90</sub> під час зрошення; III – роздрібно з поливною водою повною нормою N<sub>200</sub> (карбамід) під час проведення вегетаційних поливів (фертигація); IV – роздрібно з поливною водою повною нормою N<sub>200</sub> (КАС-32) під час проведення вегетаційних поливів (фертигація). Також у досліді передбачали контрольний варіант без добрив. За всіма наведеними технологічними схемами рідкі калійні добрива нормою K<sub>60</sub> вносили самохідним оприскувачем під передпосівну культивування.

**Результати.** У таблиці 1 наведені дані з визначення вмісту нітратів (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) у 0–60-сантиметровому шарі ґрунту залежно від способів внесення азотних добрив під час програмування врожаю на 12 т/га зерна кукурудзи. Наведені дані вказують на те, що вміст азоту, який відіграє важливу роль у продуктивності рослин в умовах зрошення залежить від способів та строків внесення добрив (табл. 1). На всіх удобрених фонах кількість продуктивних качанів кукурудзи виявилася майже однаковою, але абсолютна маса зернин у них відрізнялася (від 332,1 до 370,1 г) (табл. 2). Значно більшою вона була за внесення мінеральних добрив разом з поливною водою. Наведені в таблиці 3 дані однозначно вказують на те, що фактична врожайність зерна гібрида кукурудзи ДКС 4351 за внесення мінеральних добрив із поливною водою була вищою, ніж за традиційної технології їх внесення. Максимальну врожайність зерна кукурудзи (в середньому за три роки) одержали за внесення карбаміду нормою N<sub>200</sub> з поливною водою під час вегетаційних поливів – 12,9 т/га, а за внесення КАС-32 нормою N<sub>200</sub> з поливною водою під час вегетаційних поливів урожайність зерна була меншою всього на 0,2 т/га (табл. 3). Під час зрошення разом зі збільшенням урожаю, часто спостерігається погіршення якості зерна, а саме зменшення білка. У таблиці 4 наводяться результати визначення білка, жирів, крохмалю і клітковини, які показали, що під час внесення різними способами розрахункових доз мінеральних добрив уміст білка у зерні кукурудзи зростає, але суттєво не впливає на вміст крохмалю, жиру і клітковини в зерні.

**Висновки.** Установлено високу ефективність удобрювального зрошення (фертигація) на чорноземі звичайних під час виробництва зерна гібрида кукурудзи ДКС 4351 взамін традиційних енергоємних способів внесення мінеральних добрив. Найвищий рівень урожайності зерна кукурудзи одержали за внесення карбаміду нормою N<sub>200</sub> з поливною водою під час вегетаційних поливів (12,9 т/га), а за внесення КАС-32 тією ж нормою з поливною водою урожайність зерна становила 12,7 т/га.

**Ключові слова:** гібрид кукурудзи, фертигація, зрошення, мінеральні добрива, якість зерна, агротехнологія, спосіб удобрення.

**Рожко І.І., Кулик М.І. Урожайність насіння проса прутоподібного залежно від елементів сортової технології вирощування**

Вивчення особливостей формування насіння проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) і забезпечення сільськогосподарських виробників достатньою кількістю насіннєвого матеріалу для закладки нових енергетичних посівів нині має актуальне значення. Це важливо також для вдосконалення елементів сортової технології нових і зареєстрованих сортів цієї культури. У статті обґрунтовані особливості формування насіння та наведено шляхи оптимізації агротехнології за вирощування насіннєвих посівів проса прутоподібного.

**Метою** досліджень було вдосконалення елементів сортової технології вирощування проса прутоподібного для збільшення насіннєвої врожайності в умовах центрального Лісостепу України. У польових дослідженнях вирощували сортозразки проса прутоподібного: Зоряне, Морозко, Кейв-ін-рок та Лінію 1307 за різних технологій вирощування (звичайної та оптимізованої). В експерименті використали методику наукових досліджень в агрономії, спеціальні методи та рекомендації до вирощування проса прутоподібного. Сівбу проса прутоподібного здійснювали розрахунковою нормою висіву насіння з урахуванням заходів передпосівної підготовки насіння (варіант 1 – без обробки насіння (контроль), варіант 2 – обробка насіння препаратом Гуміам за різної ширини міжряддя становила 30 см, 45 см (контроль), 60 і 75 см.

Результати досліджень обраховано з використанням математичної статистики з урахуванням  $NP_{05}$  та рівня значущості.

За результатами досліджень визначено, що з-поміж досліджуваного сортименту проса прутоподібного найменший рівень врожайності насіння формує сорт Морозко, а найбільший – сорт Зоряне і Лінія 1307, сорт Кейв-ін-рок – мав середнє значення. За роки дослідження найбільш оптимальною шириною міжряддя для проса прутоподібного сортів Кейв-ін-рок і Зоряне та Лінії 1307 була ширина міжряддя 60 см, а для сорту Морозко – 75 см. Установлено, що застосування комплексу агрозаходів за оптимізованої технології вирощування проса прутоподібного, порівняно зі звичайною технологією дозволяє суттєво збільшити врожайність насіння сорту Зоряне до 0,71 т/га, Кейв-ін-рок – до 0,45 т/га, Морозко – до 0,33 т/га, і Лінії 1307 – до 0,69 т/га.

**Ключові слова:** просо прутоподібне, сорти, елементи технології вирощування, врожайність, насіння.

**Собко М.Г., Бутенко А.О., Данильченко О.М. Агроєкологічна адаптивність та придатність вирощування сої сортів різних груп стиглості**

**Мета.** В умовах Північно-східного Лісостепу України на чорноземах типових малогумусних провести агроєкологічне випробування сортів сої. Встановити адаптивність та придатність вирощування сої сортів різних груп стиглості в умовах зони нестійкого зволоження.

**Методи.** Планування, проведення польових дослідів, спостереження та обліки здійснювали за Доспеховим. Для обробки отриманих даних використовували методи математичної статистики. Статистична обробка врожайних даних проводилась методом дисперсійного аналізу з використанням пакета прикладних програм Statistica for Windows, Microsoft Excel. Супутні спостереження, обліки та аналізи проводили за «Методикою Державного сортовипробування сільськогосподарських культур».

**Результати.** Для більшості сортів із подовженим вегетаційним періодом не було характерне досягнення бобів за достатньо вологого стебла та наявності

листіків. Усе це не дало змоги повноцінно проводити збирання врожаю сої (значно збільшується вологість зерна). В середньому за роки досліджень серед сортів сої, які всі роки були у випробуванні, найвищу врожайність забезпечили: Денні – 2,44 т/га, Галі – 2,37 т/га, Авантюрин – 2,34 т/га, Шарм – 2,26 т/га, Авантюрин – 2,19 т/га, Антрацит – 2,16 т/га, Спритна – 2,10 т/га і Діона – 2,09 т/га.

В умовах 2018 року результати розрахунків економічної ефективності показали перевагу вирощування сої сортів Златослава, Спритна, Перлина, Самородок, Діона, Султана, Сінара, Авантюрин, Антрацит, Денні, Галі, Ранок, Шарм, Алмаз і Сіверка, які з урожайністю 2,09–2,68 т/га забезпечили найвищий рівень рентабельності 79,4–130,1%.

**Висновки.** Проведені дослідження із сортами сої різних за походженням та групою стиглості засвідчили істотну відмінність за агроєкологічною адаптивністю та придатністю щодо ефективного вирощування в умовах Північно-східного Лісостепу України.

**Ключові слова:** сорти, адаптивність, урожайність, група стиглості, біометричні показники.

**Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Куц Г.М., Гальченко Н.М. Адаптивна здатність – важлива ознака у селекції рослин**

**Мета.** У статті оцінено значення адаптивної селекції, яка забезпечує пристосувальні можливості сорту за постійних змін погодних умов. Головними пристосувальними властивостями рослин є пластичність, стабільність і гомеостатичність, які характеризують потенціал модифікованої та генотипової мінливості окремих сортових ознак, головними з яких є врожайність. Методи. Використання різних провокаційних фонів дозволяють виділити генотипи з певними ознаками та властивостями. Це сівба в пізньолітні строки, скошування в ранні фази розвитку рослин люцерни, сівба в рисові чеки з близьким рівнем залягання ґрунтових вод та високим вмістом солей, дефіцит вологозабезпечення. **Результати.** Сівба в пізньолітні строки показала ступінь реакції генотипів люцерни за насіннєвою продуктивністю на зміну умов середовища. Варіабельність насіннєвої продуктивності, що вивчалась протягом одинадцяти років у всіх середовищах екологічного градієнта, дає досить об'єктивну оцінку адаптивності. Високою пластичністю характеризувалися гібридні популяції: ЦП-11, ВН /02, НС/02, у яких коефіцієнт регресії ( $b_1$ ) коливався від 0,903 до 1,077. Гібридна популяція ЦП-11 менше за інших реагувала на погіршення умов середовища і добре відгукувалася на її поліпшення, відрізнялася високою азотофіксуючою активністю. Для визначення параметрів мінливості та адаптивності нового селекційного матеріалу люцерни за врожайністю зеленої маси залежно від вологозабезпеченості та погодних умов років дослідження провели у разі зрошення та в умовах природного зволоження. Виділені популяції: 1) стабільні ( $b_1 < 1$ ) М.agr./С, Ram. d та М.g./М.agr, які характеризуються слабкою реакцією на зміни умов вирощування і забезпечують стабільні врожаї у разі погіршення умов; 2) високопластичні ( $b_1 > 1$ ) М.g./П.п., М.g./ЦП-11, Унітро, Приморка, AN.d-114 та Елегія – популяції з високим генетичним потенціалом, проте з низькою стабільністю прояву врожайності. Ці популяції мають високу потенційну врожайність, але вимагають своєчасних поливів, їх порушення або погодні негаразди знижують урожайність, іноді до повної втрати; 3) стабільно-пластичні ( $b_1 = 1$ ) – це популяція Ем/Т з адекватною нормою реакції на поліпшення умов вирощування, стримано реагують на нестійкі погодні умови. **Висновки.** Таким чином, для створення адаптивних (пластичних)

сортів люцерни з високою потенційною продуктивністю використовувалися різні провокативні фони для прояву цінних ознак та властивостей люцерни у разі кормового та насінневого використання. За результатами досліджень та доборів елітних генотипів на провокативних фонах створені сорти, які мають адаптивний потенціал за певних агроекологічних умов.

**Ключові слова:** адаптація, селекція, сорти рослин, пластичність, продуктивність.

**Джахангіров М.М. Результати досліджень фізико-хімічних показників чайного екстракту для підвищення біологічної цінності готової продукції**

**Мета** – дослідити фізико-хімічні показники чайного екстракту для підвищення біологічної цінності готової продукції та використання у виробництві алкогольних, безалкогольних та слабоалкогольних напоїв, хлібобулочних та кондитерських виробів.

**Методи.** Як об'єкт дослідження використовувався свіжий лист зеленого чаю, вирощене в Лянкаранско-Астарінській зоні Азербайджанської Республіки, відходи і формувальний матеріал чайного виробництва, сушений зелений і чорний чай, рідкий і сухий екстракт на їх основі. У зразках визначали органолептичні показники, масову частку вологи, загальний вміст золи, концентрацію сухих речовин у водному екстракті за масою висушеного екстракту, кількість

екстрактивних і дубильних речовин, кофеїну і мінеральних речовин стандартними лабораторними методами, вміст водорозчинних поліфенолів визначали методом калориметрії, вдосконалений автором даної публікації. **Результати.** Показано, що при первинній переробки зеленого чайного листа утворюється різні відходи і їх можна використовувати як додатковий ресурс біологічно активних речовин. Експериментальним питвом встановлений, що їх можна використовувати як додатковий ресурс біологічно активних речовин. Встановлено, що оптимальними умовами для переходу максимальної кількості екстрактивних речовини в розчинник при екстракції чорного і зеленого чаю з водою є температура 363,15 К, тривалість екстракції 180-200 хв і співвідношення сировина з екстрагентом (гідромодуль) 1:20. **Висновки.** Отримані чайні екстракти можуть бути використані у виробництві алкогольних, безалкогольних та слабоалкогольних напоїв, хлібобулочних, кондитерських виробів і т. Д. В кількості 5-15% від вихідної сировини. Це засновано на органолептичні показники і підвищенні біологічної цінності готової продукції, частково її дешевої вартості і доступності для більшості верств населення. Проведені дослідження дозволяють отримати натуральний і функціональний екстракт чаю з чорного і зеленого чаю.

**Ключові слова:** чайний лист, відходи, екстракція, температура, гідромодуль.

## Summary

**Vinyukov O.O., Chuhrii H.A. The influence of biological products on the determination of drought resistance of spring barley plants in the conditions of the eastern part of the Northern Steppe**

**The purpose of research.** The aim of the study is the organic combination of high-quality pesticides in a complex crop protection technology and careful control.

**Research methodology.** The research was carried out according to the method of field work by B. A. Dospikhov, the method of state variety testing of agricultural crops, as well as methodological recommendations developed at the Donetsk State Agricultural Experimental Station of the National Academy of Sciences of Ukraine.

The scheme of experiments provided for the introduction of research preparations of the company LLC "SUMMIT-AGRO UKRAINE" for seed treatment and foliar feeding in the phase VVSN 23-27 of the development of spring barley. To protect plants during the growing season, the crops were sprayed with the following pesticides: end of tillering phase, tank mixture Prima Forte 0.7 l / ha + Amistar Extra 0.5 l / ha + Connect 0.5 l / ha; heading phase tank mix: Alto Super 0.5 l / ha + Engio 0.18 l / ha.

**Results.** The preparations that were studied were introduced at the beginning of the tillering phase, and the selection of plants for analysis was carried out on the 14th day after the treatments. According to the data obtained, it was proved about the positive effect of the studied intensive feeding systems on the formation of a larger number of productive stems. It was proved that in all variants an increase was obtained from 14.3 to 22.1%. The coefficient of productive tillering was the largest on options 2 and 5, option 1 (control) was the worst in this indicator.

A balanced approach to the introduction of biological products has an undeniable advantage in the productivity of grain production of spring barley in the steppe zone. All research options demonstrate an increase in yield from 1.0 t / ha to 2.0 t / ha.

**Findings.** Studies have shown that the use of drugs that have been studied contributes to the enhancement of adaptive processes in spring barley plants. The effectiveness of the impact of these drugs is proven by an increase in biometric indicators, indicators of the structure of the crop and, as a result, the yield of spring barley plants. However, the results for the year do not allow us to draw definitive conclusions, therefore it is recommended to continue the research in the next growing year.

**Key words:** spring barley, variety, preparation, technology, plant protection, yield structure, yield.

**Vozhehova R.A., Balashova H.S., Boiarkina L.V. Influence of soil moisture and fertilizer level on water consumption and productivity of summer potatoes planted with freshly harvested tubers**

**The purpose of the article.** Present the results of research on cultivation of seed potatoes during the summer planting with freshly harvested tubers using drip irrigation. **Materials and methods.** The research

was conducted in the fields of the Institute of Irrigated Agriculture NAAS on dark-chestnut soil under irrigation conditions during 2011–2013. The first irrigation regime provided for maintaining soil moisture in the period from planting to budding at least 70% LMC; during budding – the end of flowering – 80% LMC. The second irrigation regime provided for maintaining soil moisture of at least 80% LMC throughout the growing season. Mineral fertilizers were applied locally to the ridge directly during potato planting in doses  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$  and  $N_{120}P_{120}K_{120}$ . Fertilizers with irrigation water were applied in the period from germination to budding in doses  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{90}K_{90}$  and  $N_{120}P_{120}K_{120}$ . Freshly Picked tubers (SE) from spring planting of the early-maturing Kobza variety were treated 4-component solution of stimulants to interrupt the dormant period and planted in the field in the first decade of July.

**Research results.** Water consumption of potatoes of the summer planting period was formed by 51.1 and 52.6% due to irrigation, respectively, while maintaining soil moisture of 70–80 and 80% LMC. Precipitation was 32.6–29.5%, 16.2 and 17.9% of moisture were directed to replenish the final moisture reserves in the soil. The average yield while maintaining soil moisture 70–80% LMC was 16.37 t/ha, raising the pre-irrigation threshold to 80% LMC increased the yield by almost one ton (17.36 t/ha). **Conclusion.** Water consumption of potatoes of the summer planting was formed by 63.1 and 69.3% due to irrigation, respectively, while maintaining soil moisture 70–80 and 80% LMC, precipitation formed 35.8–34.6%, and excess moisture was directed to replenish the final soil moisture reserves. When maintaining soil moisture of 70–80% LMC, plants formed a yield of 12.76 t/ha under the control, and at 80% LMC 8.4% more – 13.91 t/ha.

**Key words:** potato water consumption, seed potatoes, drip irrigation, tuber yield formation, summer plantings, soil moisture reserves.

**Vozhehova R.A., Kozlenko Ye.V., Morozov O.V., Bidnyina I.O. Ways to implement the Irrigation and Drainage Strategy in Ukraine until 2030 on the Ingulets irrigation system**

Ingulets irrigation system, despite its 65 years of age, has a high potential, development prospects and is quite suitable for the restoration of projected irrigation areas (60 thousand hectares) by implementing the measures provided by the Irrigation and Drainage Strategy in Ukraine until 2030.

Modernization of the main pumping station – replacement of pumping and power equipment, as well as modernization of the main and distribution channels of Ingulets irrigation system are appropriate and necessary for further operation and restoration of the system, taking into account modern innovative technologies of system management and introduction of modern sprinklers.

When restoring irrigation areas on the Ingulets irrigated massif to the projected 60 thousand hectares, it is necessary to apply scientifically based crop rotations, irrigation regimes and technologies on irrigated lands, as well as recommendations developed by sci-



entists from NAAS, IVPiM NAAS, NSC "Institute of Soil Science and Soil Science N. Sokolovsky" NAAS and Kherson DAEU just for IZS.

When restoring irrigation areas at the IZS to the design level (60 thousand hectares and more, taking into account the functioning of Yavka and Spasska irrigation systems), it is proposed to apply a new "hybrid" version of irrigation water quality on the Ingulets irrigation system – "Flushing from above for the entire irrigation period in synergy with the option "Anti-river". The use of such a comprehensive option will ensure stable regulatory quality of irrigation water at the Institute of Irrigated Agriculture.

One of the current ways to implement the Irrigation and Drainage Strategy at the Ingulets Irrigation System is to create dynamic models of irrigation water quality management taking into account all conditions and factors of its formation during the year, as well as the formation of expert systems of ecological and agro-ameliorative monitoring and monitoring of irrigation and drainage efficiency.

Restoration of drainage systems in the irrigation area and supplementing them with the function of reuse of irrigation water (according to the Strategy) take place at the ISS, because most horizontal drainage systems do not work; the quality of drainage water allows to use it for irrigation.

**Key words:** irrigation, development strategy, irrigation systems, irrigated lands, drainage.

**Vozhehov S.G., Rudyi O.E., Kokovikhin S.V., Drobitko A.V., Kazanok O.O., Kerimov A.N. Yield, economic and energy efficiency of growing sunflower hybrids depending on the regimes of irrigation and tillage in the South of Ukraine**

The aim is to determine the levels of seed yield, economic and energy efficiency of growing sunflower hybrids on irrigated lands of the Southern Steppe of Ukraine. **Methods.** Field, economic, energy. **Results.** The method and depth of tillage, the share of which was 12.1%, also had a significant effect on plant productivity. The hybrid composition had the smallest effect on the yield of the studied crop - 5.8%. The effect and interaction of the studied factors was less than 5%, and the influence of unaccounted for factors was equal to 7.7%. The highest conditional net profit is UAH 7.6 thousand/ha, obtained under the biologically optimal irrigation regime, under the resource-saving irrigation regime it decreased to UAH 6.8 thousand/ha (by 11.8%), and in the non-irrigated version - to 2.2 thousand UAH/ha (3.8 times). The profitability of growing sunflower hybrid seeds was in the range of 52.9-53.9% under biologically optimal and resource-saving irrigation regimes, and in non-irrigation control - decreased to 31.6%. **Conclusions.** It is established that the maximum seed productivity at the level of 3.41 t/ha is provided by the hybrid Region for plowing to a depth of 28-30 cm and compliance with the biologically optimal irrigation regime. The minimum result was obtained on non-irrigated plots with the Souvenir hybrid without tillage, where the yield decreased to 0.91 t/ha or 3.7 times. According to the results of economic analysis, it is proved that the biologically optimal irrigation regime contributes to the increase of the value of gross output up to 21.9 thousand UAH/ha. The coefficient of energy efficiency in the cultivation of sunflower hybrid seeds primarily depended on the irrigation regime. It was formed the largest under the resource-saving irrigation regime - 2.32. Plowing to a depth of 28-30 cm also pro-

vided an increase in this figure by 7.2-8.1%. In terms of hybrid composition, the Region hybrid had an advantage in terms of energy efficiency coefficient - 2.12, while in other hybrids it decreased to 1.91-1.99. Energy intensity tended to increase in non-irrigated areas without tillage, where the hybrid Souvenir was sown.

**Key words:** sunflower, irrigation, tillage, yield, variability of performance traits, economic efficiency, energy assessment.

**Hranovska L.M., Morozov O.V., Ivanov V.I. Irrigation water quality evaluation and its impact on the fertility indices of soils under drip irrigation**

**The purpose is** evaluation of irrigation water quality and its impact on soil fertility under drip irrigation in the Dry Steppe of Ukraine. **Methods.** The methodological basis of scientific research consists of modern research methods: historical, systematic approach and analysis, economic and statistical methods. The Dnipro water is used for irrigation of the studied soils in Kherson region, which is supplied by Kakhovka, Krasnoznamenka and North-Crimean main canals. Evaluation of irrigation water quality was carried out with accordance to DSTU 2730:2015 "Quality of natural water for irrigation. Agronomic criteria", DSTU 7591:2014 "Water quality for drip irrigation systems. Agronomic, environmental, and technical criteria" and DSTU 3866-99 "Soils. Classification of soils by the degree of secondary salinity". **Results.** Evaluation of the quality of irrigation water with accordance to the state standards testifies that the Dnipro irrigation water, which is supplied for irrigation of agricultural lands in Skadovsk, Hola Prystan, Kalanchak and Chaplynka districts, by the indices of possible secondary salinization, heavy metal content, content of  $\text{Cl}^-$  ions and  $\text{Na}^+$  ions belong to the first class and is not toxic to plants. However, in terms of pH (7.9–8.8) and the content of the  $\text{CO}_3^{2-}$  ion (0.04–0.08), which is the most toxic among the ions, it belongs to the class II and is limited suitable for irrigation. This means that it will intensify the processes of alkalization of soils, and in the future, it will increase the level of their salinization, so it can be used only under the conditions of constant control and mandatory application of agro-ameliorative measures. **Conclusions.** The Dnipro irrigation water of Kakhovka, Krasnoznamenka and North-Crimean main canals belongs to the first class by most indices, but the pH index, which indicates possible processes of soil alkalization during irrigation with this water, refers the water to the second class, which means that the measures to reduce and prevent processes of soil alkalization are required.

**Key words:** irrigation water, water quality, criteria, state standards, salinization, alkalization, agro-ameliorative measures.

**Drozd O.M., Afanasiev Yu.O. Spatial variety of local occurrence of soil salinization under the drip irrigation**

**Purpose is** to investigate spatial variety of local occurrence of soil salinization under the drip irrigation. **Methods.** The experimental work carried out field research using appropriate techniques. Physicochemical and chemical analyzes were carried out using standardized and certified methods, followed by statistical data processing. Theoretical studies provided for a systematic approach to the problem using methods of analysis and synthesis. **Results.** It was found that in soils with groundwater up to 2 m under drip irrigation

the contours close and soils periodically flooded. It was not noted variety in vertical and horizontal directions into zones of greater or lesser salt contents, soils are slightly saline and moderately solonetzic. The ecological and agromeliorative state is unsatisfactory. The potential for the productive ecosystem service is satisfy to unsatisfactory level. In soils with a groundwater level of 3–5 m, after a long period of use in a vegetable crop rotation (5 years), there is an accumulation of water-soluble salts in a layer of 0–30 cm with a tendency of maximum content at the border of the moisture contour, soils are slightly saline and moderately solonetzic. The potential for productive ecosystem service is satisfy to satisfactory level. **Conclusions.** Evaluation of Spatial variety of local occurrence of soil salinization under the drip irrigation in a vegetable crop rotation has a specificity due to the technological features of crop cultivation. Leveling of linear occurrences of halogenesis during the inter-irrigation period is possible only for 0–25 cm soil layer; in lower soils horizons degradation changes are stable. It complicates the registration of areas of real distribution of halogen soils.

**Key words:** Chernozems Calcic, local soil moisture, salinization, solonetzic, production services.

**Zabolotna A.V., Zabolotnyi O.I., Datsenko A.A. Net photosynthetic productivity and yield of maize under the use of Stellar herbicide**

The article is focused on the study of changes in the formation of net photosynthetic and grain productivity of maize plants, as well as the establishment of correlation relationships between these indicators under the use of Stellar herbicide, (aq.sol.)

Studies were conducted in the field and laboratory conditions at the Department of Biology, Uman National University of Horticulture during 2018–2020. Stellar herbicide, (aq.sol.) was applied in the phase of 3–5 leaves of crop development. Indicators of photosynthetic and grain productivity of maize plants were determined in accordance with generally accepted methods.

It was found that the formation of the index of net photosynthetic productivity in different variants of the experiment occurred differently and depended on the application rate of herbicide and the phase of crop development. In particular, in the phase of the crop development of 8–10 leaves with the application of 1,0; 1,1; 1,2 and 1,3 l/ha of herbicide the index of net photosynthesis productivity exceeded the control variant by 6, 11, 18 and 11% respectively. The same pattern was observed when repeatedly determining the productivity of photosynthesis in the phase of tasseling. In accordance with the growth of the net photosynthetic productivity index, the maize grain yield also increased. The highest, as in the case of photosynthetic productivity, it was at the application of 1,2 l/ha Stellar herbicide, (aq.sol.), which was 28% higher than the control variant.

From the analysis of the experimental material we can conclude that the use of Stellar herbicide (aq.sol.), has a positive effect on the formation of productivity indicators of maize. The largest increases in net photosynthesis productivity and grain productivity are traced in the case of herbicide use at the rate of 1,2 l/ha. Regression analysis of the obtained results showed close correlation ( $r^2 = 0,99$ ) between the net photosynthetic productivity and grain productivity of maize.

**Key words:** agrotechnical measure, preparation, photosynthetic productivity, grain, efficiency, correlation relationship.

**Zaiets S.O., Netis I.T., Onufran L.I., Fundirat K.S. Features of water consumption of modern varieties of winter wheat and winter barley at different sowing dates under irrigation**

**Purpose.** To set the total water consumption of modern varieties of winter wheat and winter barley and define the charges of water on forming of 1 t grain depending on the terms of sowing in the conditions of irrigation of South Steppe of Ukraine. **Methods.** Researches were conducted at the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS in 2015–2020 after the methods of the field and laboratory researches on the irrigated earths (IIA NAAS, 2014). **Results.** It was found that the total water consumption of winter wheat and winter barley significantly depended on agrometeorological conditions in the years of research. In wet weather conditions in 2016 and 2019, the total water consumption of winter wheat and winter barley was 2896 and 2900 and 2660 and 2900 m<sup>3</sup>/ha and depended mainly on precipitation, the share of which was 66.8–71.8 and 78.9%, respectively. In arid conditions in 2017, 2018 and 2020, the total water consumption of winter wheat was 2756, 2936 and 2628 m<sup>3</sup>/ha, and winter barley – 2439, 2810 and 2310 m<sup>3</sup>/ha. In these years, the largest share in the total water consumption of winter cereals falls on the irrigation rate of 39.7–40.0%, and the smallest on soil moisture – 27.9–28.4%, precipitation is 31.9–32.1%. Water efficiency is determined by the size of the crop, and the shift of sowing dates from the optimal 30 days in winter wheat increases the water consumption by 9.77–13.1%, and by 20 days in winter barley – by 2.38–5.61%. **Conclusions.** Shifting the sowing dates from the recommended ones, having a negligible effect on the total water consumption, significantly affects the efficiency of water use by winter crops. The introduction of the variety for sowing both in the optimal and in the late period helps to increase the coefficient of water consumption. The difference in water consumption of winter wheat and winter barley is due to different levels of use of bulk moisture.

**Key words:** irrigation, winter wheat, winter barley, varieties, terms, water consumption.

**Klymyshena R.I. Dependence of beta-glucan content in spring malting barley wort on the effect of foliar fertilization with microfertilizers**

**The purpose of research** is to establish the dependence of the brewing quality of spring barley grain on the content of beta-glucan in the wort on the influence of foliar fertilization of plants during the growing season with microfertilizers «Wuxal» on different backgrounds of mineral fertilizers.

**Methods.** To summarize the results of the study and scientific substantiation of the purpose, the following methods were used: general scientific (to determine the direction of research, planning and bookmarking the experiment); special (laboratory – to determine biochemical parameters); mathematical and statistical (for processing experimental data).

**Results.** The effectiveness of the foliar fertilization effect of spring malting barley plants with «Wuxal» microfertilizers during the growing season on the biochemical quality of grain in terms of beta-glucan content in the wort was established.

**Conclusions.** The effectiveness of foliar fertilization of spring barley plants with microfertilizers «Wuxal» depends on the technological scheme of application, ie on the number of receptions of the conducted agricultural event during the growing season.

When growing barley on the background of mineral nutrition  $N_{30}P_{45}K_{45}$ , the best variants were double application of microfertilizers – «Wuxal P Max» 1.5 l/ha during tillering and «Wuxal Grain» 1.5 l/ha at the beginning of flowering (variant A5) and «Wuxal Grain» 1.5 l/ha during stem elongation and «Wuxal Grain» 1.5 l/ha at the beginning of flowering (variant A6), where the beta-glucan in the wort was 122.3 mg/l and 114.4 mg/l, respectively. Variant of three foliar fertilization of plants with microfertilizers – «Wuxal P Max» 1.5 l/ha during tillering, «Wuxal Grain» 1.5 l/ha during stem elongation and «Wuxal Grain» 1.5 l/ha at the beginning flowering (variant A7) provided the lowest value of beta-glucan 108.3 mg/l.

Against the background of mineral nutrition  $N_{60}P_{90}K_{90}$  variants for double application of microfertilizers were the best – «Wuxal P Max» 2.0 l/ha during tillering and «Wuxal Grain» 2.0 l/ha at the beginning of flowering (variant A5) and «Wuxal Grain» 2.0 l/ha during stem elongation and «Wuxal Grain» 2.0 l/ha at the beginning of flowering (variant A6), where beta-glucan in the wort was 158.5 mg/l and 152.9 mg/l, respectively. Variant of three foliar fertilization of plants with microfertilizers – «Wuxal P Max» 2.0 l/ha during tillering, «Wuxal Grain» 2.0 l/ha during stem elongation and «Wuxal Grain» 2.0 l/ha at the beginning flowering (variant A7) provided the lowest value of beta-glucan 143.3 mg/l.

**Key words:** spring malting barley, beta-glucan, mineral fertilizers, microfertilizers.

#### **Kovalenko O.A., Andriichenko L.V. The effectiveness of environmentally friendly methods of growing *Lavandula angustifolia* in South of Ukraine**

The aim of the research was the effectiveness of use of environmentally friendly preparations Biokompleks BTU and Azogran on productivity of narrow-leaved lavender plants under various irrigation regimes. **Materials and methods of research.** Field experience was carried out during 2019–2020. On the lands of Mykolaiv State Agricultural Research Station of the Institute of Irrigated Farming NAAS. The object of research was the mid-season variety 'Stepova', which has a light lilac color of the corolla. The control over pre-irrigation soil moisture according to periods of plant development was carried out using tensiometers, irrigation was stopped 14 days before harvesting. The experimental scheme included two factors: factor A (treatment of plants with biological products): control (without treatment), treatment of plants with Biokompleks BTU, treatment of plants with Azogran. By factor B (irrigation regimes), two levels of crop moisture were studied: 80–70–70% MHC and 90–80–70% MHC. Treatment with bacterial preparations Biokompleks BTU and Azogran (2 l/ha) was carried out twice with an interval of 14 days. **Results.** The potential possibility of obtaining ecologically safe raw materials of narrow-leaved lavender in conditions of Southern Steppe of Ukraine for production of pharmaceutical and cosmetic substances has been established. In particular, with drip irrigation and treatment with bacterial preparations, optimal conditions are created for growth and development of plants. When plants were treated with biological preparations, a better development of aboveground mass of lavender plants was observed, number of stems increased by 7–10 pcs. per plant, plant height – 3.8–5.9 cm, bush diameter – 2.3–5.5 cm compared to untreated control. The most developed plants were recorded during cultivation of lavender

under irrigation regime of 90–80–70% MHC with treatment of crops in budding phase Biokompleks BTU. In this variant, when plants were treated with the biological product BTU Biocomplex, there were 40 stems on one plant, the plant height was 41.1 cm, the diameter of the bush was 33 cm, the length of the inflorescence was 13.4 cm. This option provided a yield of absolutely dry biological raw materials of 22.2 c/ha and a collection of essential oil 35.19 kg/ha. **Conclusions.** Thus, the potential possibility of obtaining ecologically safe raw materials of lavender in the Southern Steppe of Ukraine for the production of pharmaceutical and cosmetic substances has been established. In particular, the drip method of irrigation and treatment with bacterial preparations creates optimal conditions for plant growth and development. The most developed plants were recorded during the cultivation of lavender under the irrigation regime of 90–80–70% HB with treatment of crops in the budding phase of the BTU Biocomplex.

**Key words:** lavender, moisture level, bacterial preparations, yield, essential oil content.

#### **Kovalov M.M. Growing microgreens of romaine lettuce in NFT systems depending on the influence of the substrate type**

The article presents experimental study and substantiations of the peculiarities of growing microgreens of romaine lettuce varieties Maximus and Carmesi in a film dome greenhouse on natural and artificial substrates in flowing hydroponic systems. **Purpose.** The study was conducted to increase productivity of romaine lettuce and improve elements of cultivation technology by identifying substrates for microgreens using natural and artificial substrates. **Results.** The expediency of the technology of growing the studied varieties of romaine lettuce on different types of substrates has been proved.

As a result of the analysis of experimental data of the processes of growth and development of microgreens of the studied varieties of romaine lettuce at different stages of organogenesis, Maximus and Carmesi varieties were distinguished by a set of biometric indicators. They were grown on linen mats, and the biggest average length of a leaf was  $5.9 \pm 3$  mm and  $6.1 \pm 3$  mm, which is 0.7 and 0.3 mm higher than the control. According to the germination rate of seeds of romaine lettuce varieties Maximus and Carmesi, for 2019–2020, the highest rate was recorded on linen mats –  $97 \pm 1.7\%$  and  $98 \pm 2.4$ , respectively, which was 3.1% higher than the control for Maximus and Carmesi by 2.8%, respectively. The variant of the experiment using linen mats, the length of the cotyledon leaf of the microgreen lettuce can reach up to 2.3 cm, on average it ranges from 1.9 to 2.2 cm. The number of roots on average over the years of research for the variety Maximus reached 30.5–34.8 pcs. At the same time for the variety Carmesi slightly lower values of this indicator were recorded, which amounted to 27.9 pcs. on linen mats and were by 3.6 pcs. larger than in the control version. **Conclusions.** The use of agrosplan as a substrate for growing microgreens is less appropriate because it has lower moisture content, and the biometric indicators of microgreens grown on it are inferior to the values of the control options (the number of roots 30.1 vs. 30.5 pieces in the control options).

Thus, it was found that the cultivation of romaine lettuce microgreens on agrosplan has the lowest vegetative mass in comparison with coconut-agroperlite substrate and linen mats.

**Key words:** microgreens, flowing hydroponics, romaine lettuce, natural and artificial substrates, dome film greenhouse.

**Kotelnikov D.I. Agrophysical properties of dark chestnut soil under different systems of basic cultivation and organo-mineral fertilizer in irrigated conditions of the South of Ukraine**

The article presents the results of research on the density of sowing at the beginning and end of the growing season, total water consumption and moisture utilization depending on the systems of basic tillage and further impact on corn productivity in crop rotations in irrigated conditions in southern Ukraine. The **aim** of the research was to determine the influence of the main tillage on the physical-mechanical and water indicators of dark chestnut soil and its further influence on the productivity of corn. **Methods.** During the experiment, field, quantitative-weight, visual, laboratory, calculation-comparative, mathematical-statistical methods and generally accepted in Ukraine methods and methodical recommendations were used. The research was conducted during 2016-2019 in the research fields of the Askani DSDS IZZ NAAS of Ukraine. **Results.** Studies have shown that the use of chisel tillage at 28-30 cm in the system of different depth shelfless loosening led to the lowest density in the experiment of 1.18 g/cm<sup>3</sup>, which was practically at the control level. Replacement of chisel loosening by disk tillage by 12-14 cm increased the density of folding to 1.25 g/cm<sup>3</sup>, or 5.1%, and the maximum values of 1.31 g/cm<sup>3</sup> were obtained at zero tillage, which is higher by 10.1% compared to control. The lowest water consumption coefficient of 422 without and 440 m<sup>3</sup>/t using green manure was obtained with chisel treatment by 28-30 cm, which is 5.0% more than in the control. The use of disk tillage by 12-14 cm in the shallow single-depth loosening system increased the coefficient to 435 without and 456 m<sup>3</sup>/t using greening, and the maximum water consumption was obtained at zero treatment of 555 and 605 m<sup>3</sup>/t using greening, which is more control 30.6 and 30.9%, respectively. **Conclusion.** The highest level of corn productivity was observed with shelf-free tillage of 10.93 t/ha, which is more than 0.52 t/ha, or 5.0%, and the use of zero tillage led to the lowest rates in the experiment of 8.71 t / ha, which is 19.5% less than the control. The use of N<sub>120</sub>P<sub>40</sub> + green manure formed a productivity of 9.50 t/ha, and the maximum level of productivity was obtained for fertilizer systems N<sub>180</sub>P<sub>40</sub> + green manure 10.68 t/ha, which is higher by 1.18 t/ha, or 12.4% compared with control. At the same time, the use of green manure increases the yield on average by factor B by 6.8%.

**Key words:** density of addition, total water consumption, water consumption coefficient productivity, corn, irrigation.

**Krychkovsky V.Yu. Digistat influence on harvest structure and corn productivity**

**Goal.** The goal of paper is to highlight the features of the influence of bioorganic fertilizer Effluent. The Effluent obtained on the basis of anaerobic fermentation of pig manure in a biogas plant on the productivity and yield structure of the hybrid corn Camponi KS. To substantiate effective norms of Effluent bioorganic fertilizer application in modern technologies of corn cultivation. **Methods.** Observation, comparison, analysis and synthesis, system analysis and forecast. Determination of yield structure and productivity was performed

according to generally accepted methods. **Results.** The analysis of production efficiency of bioorganic fertilizer Effluent usage at cultivation of grain corn is carried out. It was found that the application of bioorganic fertilizer Effluent has a positive effect on the element of crop structure, improving their value at that time. The results of two-year applied scientific researches on the influence of the fertilizer system on the grain productivity of the Camponi KS maize hybrid are analyzed. **Conclusions.** Improving the nutritional conditions of corn plants by applying fertilizers increases the number of cobs on the plant by 0.21–0.25 pcs. The number of grains in a row grows to 5.6–7.1 pcs. compared to the control version. The application of organic and mineral fertilizers to some extent improved the value of the number of rows of grains, but this increase was not significant by 0.3–0.5 units, compared with the control (without fertilizers and water application). Fertilization of maize crops of hybrid Camponi KS with bioorganic fertilizer Effluent at the rate of 55 t / ha in combination with mineral provides the highest growth of weight of 1000 grains on 12,5–58,8 g on the average for years of researches. According to the results of the research, preliminary conclusions can be made that the fertilization of crops of the hybrid corn Camponi KS with bioorganic fertilizer Effluent at the rate of 55 t / ha and complete mineral fertilizer at the rate of N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> showed improvement of plant nutrient supplement, which ultimately provided the highest yield. The use of organic and mineral fertilizers provides an increase in grain moisture by 1.6–5.4% of the hybrid corn Camponi KS, compared with the control.

**Key words:** hybrid, digistat, bioorganic fertilizer, corn, yield structure, yield, effluent.

**Manulyenko O.V., Konovalov V.O., Gribinyuk K.S., Karpenko O.I., Konovalova V.M. Effectiveness of the No-till system compared to the traditional systems of short-rotation soil cultivation under conditions of Southern Steppe of Ukraine**

**The aim of the study** was to investigate changes in soil fertility and phytosanitary condition of crops with different methods of tillage in short rotation in non-irrigated conditions, which will increase and stabilize soil fertility, increase crop yields while reducing production costs.

**Research methods** – field agronomic research on non-irrigated lands with laboratory analysis in a certified agrochemical laboratory, statistical processing of the results and economic evaluation of agronomic methods of growing crops.

**Results.** The article presents the results of research on the impact of basic tillage systems and elements of No-till technology on crop productivity. The dependence of soil fertility indicators, yield and quality of crop production of short-rotation crop rotation on the systems of basic tillage is revealed. The economic and energy efficiency of the No-till system in comparison with other systems of the main tillage in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine is determined.

**Conclusion.** It was found that the best option for basic tillage in non-irrigated conditions when growing sorghum, Sarepta mustard and spring wheat is differentiated deep loosening, in which the increase in crop yields compared to disking by 6-8 cm and zero technology was: sorghum – 0.38 t / ha, mustard – 0.27 t / ha and spring wheat – 0.52 t / ha. The use of 12–14 cm heavy disc harrowing ensured the yield of peas at the level of 1.74 t / ha, which is 12.2% higher than this indi-

cator at zero tillage. The conducted researches allowed to reveal the positive influence of No-till technology on the soil environment (preservation of humus and productive moisture in the upper layer of the soil, reduction of the possibilities of wind and water erosion). The advantage of implementing the No-till system is also savings on fuel and lubricants and financial resources.

**Key words:** crop rotation, tillage, fertilizer systems, water-physical properties of soil, yield, quality.

**Moldovan V.G., Moldovan Zh.A. Influence of pre-sowing seed treatment and foliar top dressing on the formation of indicators of individual corn productivity in the Western Forest-Steppe of Ukraine**

**Purpose.** To study the influence of pre-sowing seed treatment and foliar cultivation on the growth and development of plants, the formation of indicators of individual productivity and yield of corn hybrids of precocious groups.

**Methods.** The following methods were used in the research: field experiment – to study the action and interaction of organized factors; morpho-physiological – to determine the biometric parameters of plants, counting and weight – to establish the parameters of the structure of the crop and determine the yield, methods of mathematical statistics – to determine the probability of the results of field experiments.

**Results.** The results of field studies and observations conducted on the chernozems of podzolized medium loamy Western forest-steppe are presented. It is established that weather conditions in interaction with the studied factors have a significant impact on the growth and development of plants, the formation of indicators of individual productivity. In particular, pre-sowing seed treatment and foliar top dressing in phases 3–5 and 7–9 leaves contributed to an increase in the number of productive heads in the early – maturing hybrid of DN Meotida by 3,1–10,2%, the average early hybrid of DB Khotin – by 1,1–5,4% compared to the control. At the same time, improving the nutrition of maize plants also had a positive effect on their morphological characteristics: length, number of rows and grains in a row.

An important feature of the grain productivity of corn is the mass of the cob, the mass of grain in the cob and the % yield of grain from the cob. Pre-sowing seed treatment and foliar top dressing of corn at the early stages of growth provided an increase in grain weight from 1 cob of the early – maturing hybrid DN Meotida by 7,1–27,2 %, and the mid-early hybrid DB Khotin – by 5,5–32,0% compared to the control. The mass growth of 1000 grains, respectively, was 6,9–12,3% and 10,5–18,0 %.

**Conclusions.** The studied methods of pre-sowing seed treatment and foliar top dressing of corn plants with growth stimulants and complex microfertilizers in the early stages of development have a significant impact on the formation of indicators of individual productivity of corn plants: the number of cobs, rows and grains in the cob, the mass of the cob, the mass of 1000 grains and % of the grain yield from the cob.

**Key words:** weather conditions, hybrid, microfertilizers, growth stimulator, head, grain weight, grain yield.

**Nedilska U.I. Productivity of miscanthus planting material depending on agrotechnical measures**

**Purpose.** The paper presents the results of scientific research to substantiate the feasibility of using energy culture of giant miscanthus in order to obtain

raw materials for biofuel production. This is a cereal crop, an erect heat-loving plant.

**Methods.** On the example of rhizome analysis, it was found experimentally that the timing of planting and the depth of wrapping of rhizomes affect the growth and development of planting material, which is associated with the temperature and soil moisture.

**Results.** Miscanthus giant is propagated vegetative by dividing the rhizomes (rhizomes). During the division of the uterine rhizomes of the giant miscanthus receive rhizomes. The main requirement for planting material is the number of potential buds that have the ability to germinate. The planting material is characterized by the example of rhizomes with the number of buds not less than 4–5 pieces, length within 5–15 cm, weight up to 30 g. In the course of the research the indicators of planting material were analyzed, which changed for different variants of the experiment. It is established that for planting it is expedient to use rhizomes of linear form in comparison with rhizomes of branched form. This result is due to the presence of kidneys and nutrients. The highest mass of rhizome 1648,4 g was observed during observations on the variant of the first planting term for the second decade of April at the depth of rhizome wrapping 9 cm. The number of buds on this variant was the highest and amounted to 185,2 pcs. According to observations, the first term of planting giant miscanthus is characterized by the highest value of large rhizomes with 4-8 buds, which was 34,9 pieces, and small rhizomes with 1–3 buds was 54,8 pieces. Qualitative indicators of planting material of giant miscanthus of later planting dates and other variants of rhizome wrapping depth were lower.

**Findings.** It has been experimentally established that for the conditions of the Western Forest-Steppe, the optimal elements of giant miscanthus cultivation technology for the Autumn Zoretsvit variety are planting in the second decade of April with a rhizome wrapping depth of 9 cm.

**Key words:** miscanthus, planting dates, wrapping depth, rhizomes, mass, buds.

**Onopriienko D.M. Efficiency of fertilizer irrigation of corn using liquid and solid forms of mineral fertilizers**

**Purpose.** Determination of the influence of different methods of application of solid and liquid mineral fertilizers on the efficiency of agrotechnology of corn grain production in irrigation conditions of the northern Steppe of Ukraine.

**Methods.** Field experiments were conducted in the fields in the peasant farm "AIST" of the Sinelnikovsk district of the Dnipropetrovsk region during 2016–2018. Common low-humus heavy loamy chernozems were studied with the following main characteristics: the volume weight of the soil layer is 0–70 cm is 1.96 g/cm<sup>3</sup>, the lowest moisture capacity is 24.1%, the range of active moisture in the humusated part of the soil profile is 25.79–30.41%, the power of the humusated layer is 70–75 cm, and the organic matter content in the arable soil layer according to Tyurin is 2.6–3.0 %. Nitrate nitrogen (according to Kravkov) in 1 kg of dry soil contains 8.2–20.6, mobile compounds P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O (according to Chirikov) - 134–145 and 175–188 mg/kg of soil. In the experiments, we studied a medium-ripe corn hybrid DKS 4351 (FAO 350) with a sowing density of 80 yew plants per hectare. We studied mineral finishing standards, which were calculated by balance sheet method for grain yield

of 12 t/ha ( $N_{200}P_{90}K_{60}$ ). Experiments were carried out according to the following technological schemes of mineral fertilizer application: I – for cultivation before sowing (carbamide) scattering with the full norm  $N_{200}$  and for autumn ploughing (ammophos) with  $P_{90}$  for irrigation; II – for cultivation before sowing (CAS-32) with a  $N_{200}$  rate with a self-propelled sprayer and for autumn ploughing (ammophos) with a  $P_{90}$  rate for irrigation; III – fractionally with irrigation water with a full rate of  $N_{200}$  (carbamide) during vegetation irrigation (fertigation); IV – fractionally with irrigation water at full rate  $N_{200}$  (KAS-32) during vegetation irrigation (fertigation). Experiments also provided for a control option without fertilizers. In all these technological schemes, liquid potash fertilizers were applied by the  $K_{60}$  standard with a self-propelled sprayer for pre-sowing cultivation.

**Results.** Table 1 shows the data on determining the nitrate content in the 0–60-centimeter soil layer, depending on how nitrogen fertilizers are applied when programming the crop for 12 t/ha of corn grain. The data obtained indicate that the nitrogen content, which plays an important role in plant productivity in irrigation conditions, depends on the methods and lines of fertilizer application (Table 1). On all fertilized backgrounds, the number of productive corn cobs was almost the same, but the absolute mass of grains in them differed from 332.1 to 370.1 g (Table 2). It increased significantly when mineral fertilizers were applied together with irrigation water. The data shown in Table 3 clearly indicate that the actual yield of corn hybrid grain DKS 4351 when applying mineral fertilizers together with irrigation water was cherished than with traditional technology for their application. The maximum yield of corn grain, on average, in three years was obtained when carbamide was applied to  $N_{200}$  with irrigation water during vegetation irrigation – 12.9 t/ha, and when applying CAS-32 a norm of  $N_{200}$  with irrigation water during vegetation irrigation, grain yield was the least 0.2 t/ha (Table 3). When irrigated at the same time as the increase in yields, there is often a deterioration in quality, namely, a decrease in the amount of protein. Table 4 shows the results of determining protein, fat, starch and gluten, which showed that when calculating doses of mineral fertilizers were applied in different ways, the protein content of corn grain increased, but did not significantly affect the content of starch, fat and gluten in the grain.

**Conclusions.** High efficiency of fertilizer irrigation (fertigation) on common chernozems in the production of corn hybrid grain DKS 4351 has been established, instead of traditional energy-intensive methods of applying mineral fertilizers. The maximum yield level of corn grain was obtained when carbamide was applied to  $N_{200}$  with irrigation water during vegetation irrigation (12.9 t/ha), and when KAS-32 was applied under the same rate with irrigation water, the grain yield was 12.7 t/ha.

**Key words:** corn hybrid, fertigation, irrigation, mineral fertilizers, grain quality, agrotechnology, fertilizer method.

#### **Rozhko I.I., Kulyk M.I. Seed yield of switchgrass, depending on the elements of cultivation technology**

**The purpose** of the research was to improve the elements of varietal technology of switchgrass growing to increase seed yield in the central Forest-Steppe of Ukraine.

**Research methods.** Field research was conducted in the conditions of 2018–2020 on chernozems of nor-

mal medium humus conditions of the central Forest-Steppe of Ukraine. The experiment was set up and conducted in a two-factor field experiment. The following factors were included in the scheme of the experiment: factor A: variant 1 – control (sowing with untreated seeds), variant 2 – application of the proposed method of pre-sowing seed preparation (treatment of seeds with the Humiam), and factor B: row spacing: 30 cm, 45 cm, 60 cm and 75 cm.

The experiment was set up and conducted in accordance with the research methods in agronomy and taking into account methodological recommendations. The research results were calculated using mathematical statistics taking into account  $LSD_{05}$  (Least Significant Difference) and 5% significance level.

**Research results.** Conducting research during 2018–2020 made it possible to establish a different response of switchgrass varieties in terms of seed yield to the elements of cultivation technology. In the control variants, the highest seed yield was recorded when growing switchgrass of the Zoriane variety at row spacing of 60 cm. At the same level, this figure was at row spacing of 30 cm; 45 and 75 cm.

The application of the proposed method of pre-sowing seed preparation (treatment of seeds with the Humiam), compared with the control, with different row spacing allows to increase the seed yield of the Zoriane variety by 0.01–0.03 t/ha (up to 0.66–0.71 t/ha). The most optimal row spacing was the switchgrass cultivation with row spacing of 60 cm and pre-sowing seed treatment with the drug.

In the control variants, the row spacing did not have a significant effect on the seed yield of the Cave-in-Rock variety (0.35–0.38) with  $LSD_{05}$  0.05. In the variants, using the proposed method of pre-sowing seed preparation (treatment of seeds with the Humiam), compared with the variant 1, with different row spacing allows to increase the seed yield of the Cave-in-Rock variety by 0.07 t/ha (up to 0.3–0.45 t/ha). The highest switchgrass seed yield of the Cave-in-Rock variety was recorded for growing plants at row spacing of 60 cm (0.45 t/ha), the lowest one – at row spacing of 30 cm (0.39 t/ha).

When using pre-sowing treatment of seeds with the Humiam for row spacing of 60 and 75 cm, there is an increase in seed yield of the Morozko variety, respectively, 0.30 and 0.33 t/ha.

The optimal row spacing to increase the yield of the Linia 1307 variety was 60 cm on the variants for pre-sowing treatment of switchgrass.

Among the studied varieties, the lowest level of seed yield was formed by the Morozko variety, and the highest one – the Zoriane and Linia 1307 varieties; the Cave-in-Rock variety had an average value. In terms of seed yield, the annual dynamics of increase of this indicator was noted, which was characteristic of all varieties of switchgrass.

**Conclusions.** According to the results of the research, the tendency of increasing the seed yield of the assortment of switchgrass varieties with each year of the growing season (from the first to the third one) was determined. Among the studied varieties, the highest seed yield was formed by the Zoriane and Linia 1307 varieties, and the lowest one – by the Morozko variety; the Cave-in-Rock variety had an average value.

It was found that for the Cave-in-rock, Zoriane and Linia 1307 switchgrass varieties, the most optimal row spacing was one of 60 cm, and for the Morozko variety – 75 cm. It was established that the width of the row

spacing with the pre-sowing treatment of seeds with the Humiam, allowed to significantly increase the seed yield of the Zoriane variety to 0.71 t/ha, Cave-in-rock – up to 0.45 t/ha, Morozko – up to 0.33 t/ha, and Liniia 1307 – up to 0.69 t/ha. This was confirmed by the proportions of the influence of the studied factors on the switchgrass seed yield.

It was determined that the conditions of the year (25.3%), varietal characteristics (28.1%) and row spacing (25.7%) had the greatest influence on seed yield. To a lesser extent, this indicator was influenced by: pre-sowing seed preparation measures (1.6%), year-to-row interaction (9.4%), year-variety interaction (8.4%) and other factors – 1.5%.

**Key words:** switchgrass, varieties, elements of cultivation technology, yield, seeds.

**Sobko M.G., Butenko A.O., Danylchenko O.M. Agroecological adaptability and suitability of growing soybean varieties of different maturity groups**

**Purpose.** Under the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine, on typical low-humus chernozems, conduct agroecological tests of soybean varieties. Establish the adaptability and suitability of growing soybean varieties of different ripeness groups in a zone of unstable moisture.

**Methods.** Planning, field experiments, observations and counts were carried out according to Dospekhov. Methods of mathematical statistics were used to process the data obtained. Statistical processing of the yield data was carried out by the method of analysis of variance using the Statistica for Windows, Microsoft Excel software package. Accompanying observations, counts and analyzes were carried out according to the "Methodology of the State Variety Testing of Agricultural Crops".

**Results.** For most varieties with a long growing season, ripening of the beans was not typical with a sufficiently moist stem and the presence of leaves. All this did not allow to fully carry out the harvesting of soybeans (the moisture content of the grain increases significantly). On average, over the years of research among soybean varieties that have been tested all the years, the highest yield was provided by: Danny – 2.44 t/ha, Gali – 2.37 t/ha, Aventurine – 2.34 t/ha, Sharm – 2.26 t/ha, Aventurine – 2.19 t/ha, Anthracite – 2.16 t/ha, Sprytina – 2.10 t/ha and Diona – 2.09 t/ha.

In the conditions of 2018, the results of calculations of economic efficiency showed the advantage of growing soybean varieties: Zlatoslav, Sprytina, Perlyna, Nugget, Diona, Sultana, Sinara, Aventurin, Anthracite, Danny, Gali, Ranok, Sharm, Almaz and Siverka, which with a yield of 2.09-2.68 t / ha provided a high level of profitability – 79, 4–130.1 %.

**Conclusions.** The studies carried out with soybean varieties of different origin and ripeness group showed a significant difference in agroecological adaptability and suitability for effective cultivation in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine.

**Key words:** varieties, adaptability, productivity, ripeness group, biometric indicators.

**Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Piliar-ska O.O., Kuts G.M., Galchenko N.M. Adaptive ability is an important feature in plant breeding**

**Purpose.** The article evaluates the importance of adaptive selection, which provides adaptive capabilities of the variety under constant changes in weather conditions. The main adaptive properties of plants are

plasticity, stability and homeostaticity, which characterize the potential of modified and genotypic variability of individual varietal characteristics, the main of which is yield. **Methods.** The use of various provocative backgrounds allows you to identify genotypes with certain traits and properties. This sowing in late summer, mowing in the early stages of development of alfalfa plants, sowing in rice checks with a close level of groundwater and high salt content, lack of moisture. **Results.** Sowing in late years showed the degree of response of alfalfa genotypes in terms of seed productivity to changes in environmental conditions. Seed productivity variability, studied over eleven years in all ecological gradient environments, provides a fairly objective assessment of adaptability. High plasticity was characterized by hybrid populations: CP-11, VN/02, NS/02, in which the regression coefficient ( $b_i$ ) ranged from 0.903 to 1.077. The hybrid population of CP-11 was less responsive to environmental degradation and responded well to its improvement, with high nitrogen-fixing activity. To determine the parameters of variability and adaptability of the new selection material of alfalfa according to the yield of green mass depending on moisture and weather conditions, the years of research were conducted under irrigation and in conditions of natural moisture. Selected populations: 1) stable ( $b_i < 1$ ) M.agr./C, Ram. d and M.g./M.agr, which are characterized by a weak response to changes in growing conditions and provide stable yields when conditions deteriorate; 2) highly plastic ( $b_i > 1$ ) M.g./ P.p., M.g./CP-11, Uniro, Prymorka, AN.d-114 and Elegiya – populations with high genetic potential, but with low stability of yield. These populations have high potential yields, but require timely watering, disruption, or weather disturbances reduce yields, sometimes to complete loss; 3) stable-plastic ( $b_i = 1$ ) is a population of Em/T with an adequate rate of response to improved growing conditions, and restrained response to unstable weather conditions. **Conclusions.** Thus, to create adaptive (plastic) varieties of alfalfa with high potential productivity, various provocative backgrounds were used to show the valuable features and properties of alfalfa in fodder and seed use. According to the results of research and selection of elite genotypes on provocative backgrounds, varieties have been created that have adaptive potential under certain agroecological conditions.

**Key words:** adaptation, selection, plant varieties, plasticity, productivity.

**Jahangirov M.M. Results of research of physicochemical parameters of tea extract to increase the biological value of finished products**

**Purpose** – to study the physicochemical characteristics of tea extract to increase the biological value of finished products and use in the production of alcoholic, non-alcoholic and low-alcohol drinks, bakery and confectionery products. **Methods.** The object of the study was a fresh green tea leaf grown in the Lankaran-Astara zone of the Azerbaijan Republic, waste and molding material of tea production, dried green and black tea, liquid and dry extract based on them. In the samples, organoleptic indicators, mass fraction of moisture, total ash content, concentration of dry substances in an aqueous extract by mass of dried extract, the amount of extractive and tannins, caffeine and minerals were determined by standard laboratory methods, the content of water-soluble polyphenols was determined by calorimetry, improved by the author of this publication. **Results.** It is shown that during the primary processing of green tea leaves, various

wastes are formed and they can be used as an additional resource of biologically active substances. Experimental drinking has established that they can be used as an additional resource of biologically active substances. It was found that the optimal conditions for the transition of the maximum amount of extractives into the solvent during the extraction of black and green tea with water are a temperature of 363.15 K, the duration of the extraction is 180-200 min, and the ratio of raw materials to the extractant (hydromodule) is 1:20. **Conclusions.** The obtained

tea extracts can be used in the production of alcoholic, non-alcoholic and low-alcohol drinks, bakery, confectionery, etc. in the amount of 5-15% of the raw material. This is based on organoleptic characteristics and an increase in the biological value of the finished product, in part, its cheap cost and availability for the majority of the population. The research carried out allows us to obtain a natural and functional tea extract from black and green tea.

**Key words:** tea leaf, waste, extraction, temperature, hydronic module.



## ПРАВИЛА ПОДАННЯ МАТЕРІАЛІВ

Для опублікування приймаються оригінальні статті, в яких висвітлено результати наукових досліджень зі статистичною обробкою даних, що мають теоретичне та/чи практичне значення, є актуальними для сільськогосподарства та раніше не були опубліковані.

Статті оглядового характеру приймають за авторства провідних українських та зарубіжних учених, визнаних фахівців у своїй галузі, як правило, докторів наук. Статті подають українською, англійською або російською мовою.

Обсяг статті – від 8 до 20 сторінок формату А4, включаючи анотації, таблиці, рисунки та бібліографічні списки.

Якщо стаття містить вагомий науковий результат, за рішенням редакційної колегії її обсяг може бути збільшено.

Поля верхнє та нижнє, ліве і праве – 2,0 см; міжрядковий інтервал – 1,5; шрифт «Times New Roman» – 14; абзацний відступ – 0,5 см (не допускається створення абзацного відступу за допомогою клавіші Tab і знаків пропуску); текст вирівнюється по ширині. Обов'язковим є використання в тексті тире, а не дефіса між цифрами на означення кількісних меж від...до (наприклад, 10–15 тонн) або часового інтервалу (наприклад, 2010–2015 рр.). Між ініціалами, а також між ініціалами та прізвищем (наприклад, Іваненко І. І.), цифрами та одиницями виміру (наприклад, 10 кг, 23 °С), датами (наприклад, 2016 р., XX ст.), а також у назвах населених пунктів (наприклад, м. Київ) потрібно ставити нерозривний пробіл (Ctrl+Shift+Пробіл). У разі написання скорочень на зразок 90-ті рр., 2-го тощо ставлять нерозривний дефіс (Ctrl+Shift+дефіс). Таблиці та рисунки повинні мати заголовок і порядковий номер. Розміщують їх після першого посилання на них у тексті. Посилання на таблицю та рисунки наводять у дужках (табл. 1).

### СТРУКТУРА СТАТТІ:

– постановка проблеми (опис проблеми, яку аналізують, у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями);

– аналіз останніх досліджень і публікацій (в яких започатковано розв'язання проблеми і на які спирається автор, виділення нерозв'язаних раніше частин загальної проблеми, яким присвячена стаття);

– мета статті;

– матеріали та методика досліджень (у тексті оглядової статті цей розділ можна пропустити);

– результати досліджень (з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів);

– висновки (підсумки дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі; висновки мають відповідати меті).

### ПОРЯДОК СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СТАТТІ:

– тематична рубрика;

– індекс УДК (зліва без абзацного відступу);

– назва статті великими літерами (має бути стислою та інформативною);

– прізвища та ініціали всіх авторів (зазначають спочатку прізвище, а потім ініціали автора(-ів). Науковий ступінь, вчене звання авторів вказувати обов'язково. Шрифт – напівжирний, зліва без абзацного відступу);

– код ORCID ID автора. Якщо автор не зареєстрований в ORCID, необхідно обов'язково створити обліковий запис за посиланням <https://orcid.org/>;

– повна назва установи (установ), де працює(-ють) автор(-и);

– текст статті з виділеними обов'язковими розділами (структурою);

– список використаної літератури (Бібліографічний опис списку використаних джерел оформлюється з урахуванням розробленого в 2015 році Національного стандарту України ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання»);

– References (ті самі джерела, але англійською мовою, оформлені за міжнародним бібліографічним стандартом APA);

– анотація та ключові слова українською мовою;

– анотація та ключові слова російською мовою;

– анотація та ключові слова англійською мовою.

Авторські анотації (резюме) до наукових статей подають трьома мовами – українською, російською та англійською. Обсяг – до 1000 знаків з пробілами.

Обов'язковою є така структура анотації: Мета, Методи, Результати та Висновки (російською – Цель, Методы, Результаты, Выводы; англійською – Purpose, Methods, Results, Conclusions).

До анотації обов'язково додають 5–8 ключових слів чи словосполучень, жодне з яких не дублює слова з назви статті.

### КОНТАКТИ РЕДАКЦІЇ:

Адреса: 73483 м. Херсон, сел. Наддніпрянське

Тел.: +38 (066) 576 42 95

E-mail: [info@izpr.ks.ua](mailto:info@izpr.ks.ua)

Сайт: [www.izpr.ks.ua](http://www.izpr.ks.ua)

**Статті, які не відповідають Правилам для авторів, редакцію повертаються на доробку, або відхиляються**

## ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

АНДРІЙЧЕНКО Л.В.....	44	КОКОВІХІН С.В.....	114
АФАНАСЬЄВ Ю.О.....	24	КОНОВАЛОВА В.М.....	63
БАЛАШОВА Г.С.....	96	КОНОВАЛОВ В.О.....	63
БОЯРКІНА Л.В.....	96	КОТЕЛЬНИКОВ Д.І.....	52
БУТЕНКО А.О.....	89	КРИЧКОВСЬКИЙ В.Ю.....	57
ВІНЮКОВ О.О.....	5	КУЛИК М.І.....	81
ВОЖЕГОВ С.Г.....	114	КУЦ Г.М.....	101
ВОЖЕГОВА Р.А.....	10, 96	МАНУЙЛЕНКО О.В.....	63
ГАЛЬЧЕНКО Н.М.....	101	МОЛДОВАН В.Г.....	69
ГРАНОВСЬКА Л.М.....	16	МОЛДОВАН Ж.А.....	69
ГРІБІНЮК К.С.....	63	МОРОЗОВ В.В.....	10
ДАНИЛЬЧЕНКО О.М.....	89	МОРОЗОВ О.В.....	10, 16
ДАЦЕНКО А.А.....	29	МУХЕНДИС Мамедгусейн оглы Джахангиров.....	110
ДРОБІТЬКО А. В.....	114	НЕДІЛЬСЬКА У.І.....	73
ДРОЗД О.М.....	24	НЕТІС І.Т.....	34
ЗАБОЛОТНА А.В.....	29	ОНОПРІЄНКО Д.М.....	76
ЗАБОЛОТНИЙ О.І.....	29	ОНУФРАН Л.І.....	34
ЗАЄЦЬ С.О.....	34	ПІЛЯРСЬКА О.О.....	101
ІВАНОВ В.І.....	16	РОЖКО І.І.....	81
КАЗАНОК О. О.....	114	РУДИЙ О.Е.....	114
КАРПЕНКО О.І.....	63	СОБКО М.Г.....	89
КЕРІМОВ А. Н.....	114	ТИЩЕНКО А.В.....	101
КЛИМИШЕНА Р.І.....	39	ТИЩЕНКО О.Д.....	101
КОВАЛЕНКО О.А.....	44	ФУНДИРАТ К.С.....	34
КОВАЛЬОВ М.М.....	48	ЧУГРІЙ Г.А.....	5
КОЗЛЕНКО Є.В.....	10		

## НОТАТКИ

Наукове видання  
**ЗРОШУВАНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО**

Збірник наукових праць

Випуск 75

Відповідальний за випуск – Пілярська О.О.

Підписано до друку 17.05.2021 р. Формат 60x84 1/8.  
Папір офсетний. Гарнітура Arial. Цифровий друк.  
Умовно друк. арк. 14,88. Наклад 300. Зам. № 0721/219  
Віддруковано з готового оригінал-макета.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»  
73034, м. Херсон, вул. Паровозна, 46-а  
Телефони: +38 (0552) 39 95 80,  
+38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08  
E-mail: mailbox@helvetica.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 6424 від 04.10.2018 р.