

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ФОРМУВАННЯ НОВОЇ ПАРАДИГМИ
РОЗВИТКУ АГРОПРОМИСЛОВОГО
СЕКТОРУ В ХХІ СТОЛІТТІ**

Колективна монографія

Частина 1

 1256 1233
Львів-Торунь
Ліга-Прес
2021

УДК 338.436.33"20"
Ф79

Рецензенти:

Аверчев Олександр Володимирович, доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри землеробства, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності Херсонського державного аграрно-економічного університету (відповідальний за випуск);

Танклевська Наталія Станіславівна, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економіки та фінансів Херсонського державного аграрно-економічного університету;

Пічура Віталій Іванович, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю. В. Пилипенка Херсонського державного аграрно-економічного університету

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Херсонського державного аграрно-економічного університету
(протокол 3 від 03.11.2021 р.)*

Формування нової парадигми розвитку агропромислового сектору в XXI столітті : колективна монографія : у 2 ч. Ч. 1 / відп. за випуск О. В. Аверчев. – Львів-Торунь : Ліга-Прес, 2021. – 348 с.

ISBN 978-966-397-240-4

УДК 338.436.33"20"

ISBN 978-966-397-240-4 © Херсонський державний аграрно-економічний університет, 2021

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙ В АГРОПРОМИСЛОВУ ДІЯЛЬНІСТЬ

Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Коваленко О. А., Бакланова Т. В.

Залучення соргових й інших адаптованих до зони півдня України посухостійких рослин та основні засади підвищення їх продуктивності 1

Мищенко С. В.

Напрями селекційно-генетичних інновацій у коноплярстві, принципи їх формування та впровадження в агропромислову діяльність 30

Соколов В. М., Вишневский В. В., Ярмольська О. Є., Вишневська А. М., Феоктистов П. О.

Взаємодія аграрної науки, освіти та бізнесу з проблем інноваційного розвитку АПК в Південному міжрегіональному науковому центрі НААН..... 58

Sumska O., Novikova N., Riapolova I.

Preparations from St. John's wort (*Hypericum perforatum L.*) are a niche for the development of agro-industrial activity 92

РОЗДІЛ 2

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗРОШУВАННЯ, КАРАНТИНУ І ЗАХИСТУ РОСЛИН

Морозов О. В., Козленко Є. В., Морозов В. В., Морозов О. С.

Обґрунтування необхідного обсягу промивки р. Інгулець для забезпечення нормативної якості води в Інгулецькій зрошувальній системі 121

Онопрієнко Д. М.

Інноваційні агротехнології виробництва зерна кукурудзи на зрошуваних землях..... 160

РОЗДІЛ 3

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ. ЛІСОВЕ І САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

Берднікова О. Г.

Удосконалення елементів технології вирощування пшениці озимої різного сортового складу залежно від режимів живлення та зрошення в умовах південного степу України 188

Василенко Н. Є., Аверчев О. В. Новітні технології в рослинництві. Лісове і садово-паркове господарство.....	215
Мельник О. В. Використання антивірусних речовин в овочівництві і картоплярстві.....	243
Піньковський Г. В., Танчик С. П. Оптимізація елементів технології вирощування соняшника в Правобережному Степу України.....	275
Семенченко О. Л. Технологічні аспекти вирощування картоплі ранньої на зрошенні в зоні північного Степу України: за ущільнення посівів та у двоурожайній культурі	312

РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙ В АГРОПРОМИСЛОВУ ДІЯЛЬНІСТЬ

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-240-4-1>

Гамаюнова В. В.

*доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач кафедри землеробства, геодезії та землеустрою
Миколаївський національний аграрний університет
м. Миколаїв*

Хоненко Л. Г.

*кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри рослинництва та садово-паркового господарства
Миколаївський національний аграрний університет
м. Миколаїв*

Коваленко О. А.

*кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
завідувач кафедри рослинництва
та садово-паркового господарства
Миколаївський національний аграрний університет
м. Миколаїв*

Бакланова Т. В.

*кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри рослинництва та агроінженерії
Херсонський державний аграрно-економічний університет
м. Херсон*

ЗАЛУЧЕННЯ СОРГОВИХ Й ІНШИХ АДАПТОВАНИХ ДО ЗОНИ ПІВДНЯ УКРАЇНИ ПОСУХОСТІЙКИХ РОСЛИН ТА ОСНОВНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ПРОДУКТИВНОСТІ

Анотація. У розділі монографії наведено пропозиції щодо залучення посухостійких зернових і олійних культур до сівозмін у

зв'язку зі зміною кліматичних умов. Зокрема запропоновано баланс зернових забезпечувати за рахунок збільшення площ під сорговими культурами, тритикале, просом та іншими недостатньо поширеними. Частину надмірно великих площ, зайнятих і під соняшником, відводити під більш посухостійкі та менш вибагливі рижій ярий, сафлор красильний та інші.

Вступ

Активні кліматичні зміни останніх десятиліть зумовлюють науковців і виробників сільськогосподарських культур удосконалювати добре відомі та відпрацьовані елементи технології у напрямку їх адаптації до зазначених змін.

Останнім часом у світі й Україні кліматичні умови поступово змінюються. Зокрема, у зоні Південного Степу України упродовж останніх років істотно зростає температурний режим повітря і ґрунту, збільшується тривалість посушливих днів та бездошових періодів, що може в той же час в окремі періоди супроводжуватися при цьому одночасним випаданням значної кількості опадів. Останні, на жаль, за нинішнього стану родючості ґрунтів, та їх гранулометричного складу насамперед, недостатнього вмісту в них органічної речовини та значної ущільненості, не поглинаються, не утримуються ґрунтом і не зберігаються в ньому. За високих температур опади одразу ж випаровуються і непродуктивно втрачаються, а рослини через декілька днів після дощів (навіть сильних зливових) знову відчувають нестачу вологи [1–3]. Проявляється це не лише в зоні півдня, а і в інших регіонах України [4].

Це відбувається внаслідок відхилень від основних законів землеробства. Перш за все це стосується порушення чергування сільськогосподарських культур у сівозмінах та повернення поживних речовин у ґрунт. Несприятливі явища вже призвели і в подальшому призводять до загострення проблеми раціонального природокористування та зниження стійкості продуктивності землеробства.

У нинішніх умовах господарювання, коли застосування добрив і особливо органічних різко скоротилося, необхідно ширше використовувати всі наявні види органіки, за рахунок яких можна не лише позитивно впливати на родючість ґрунту, а й істотно зменшувати потребу в мінеральних добривах. При цьому найбільш доцільно використовувати сидеральні культури і солону зернових колосових. Адже основою сталого розвитку нашої держави є саме

родючі ґрунти. Нашими попередніми дослідженнями встановлено, що роль органічних добрив виключно важлива для збереження водно-фізичних властивостей ґрунту. За цих умов поліпшується водопоглинальна здатність і зростає кількість водотривких агрегатів [5]. Так, у середньому за три роки досліджень, неудобрюваним темно-каштановим ґрунтом поглиналося 14,72 мм/год води, по фоні заорювання зеленого добрива цей показник зростає на 16,3; і 20,6 %, а соломи – на 22,8 та 34,6 % у рік дії та післядії відповідно. В останній період, на жаль, переважна більшість ґрунтів досить ущільнилась. Це має негативні прояви на поглинання вологи і утримання її в ґрунті навіть після випадання значної кількості опадів. Вони надмірно швидко випаровуються, тобто втрачаються непродуктивно, рослини їх використовують не повною мірою.

До більш оптимальних умов водоспоживання та підвищення ефективності використання запасів ґрунтової вологи на період сівби культури і опадів вегетаційного періоду призводить оптимізація живлення рослин. Підтвердження цьому ми отримали за вирощування багатьох сільськогосподарських культур у зоні Південного Степу України.

Тобто такий стан зумовлює науковців і виробників розробляти нові підходи до господарювання, відпрацьовувати елементи технології, що посилюють стійкість рослин до несприятливих кліматичних умов, пристосовувати добре відомі заходи до кліматичних змін, а також добирати посухостійкі сільськогосподарські культури, які за будь-яких погодних умов здатні формувати сталу продуктивність. Причому добирати не лише культури, а й окремі найбільш адаптовані сорти і гібриди та визначати строки їх сівби. Адже зона Степу України відома в світі виробництвом високоякісного зерна, олійних, овочевих, баштанних та інших культур. Із різноманіття зазначених рослин на сучасному етапі господарювання слід добирати найбільш посухостійкі та адаптовані до погодних умов, що складаються в останні роки.

До таких рослин можна віднести перш за все соргові культури, які вважають найбільш посухостійкими. До того ж вони мають достатньо широкий спектр використання – на зерно, продукти харчування, корми для тваринництва, переробка на цукор, біодизель тощо. Окрім соргових рослин і соризу до посухостійких культур відносять просо, сафлор красильний, льон олійний, рижій, тритикале, гірчицю та інші поки що недостатньо поширені

рослини, площі під якими на нашу думку, слід збільшувати. До того ж усі зазначені культури не лише здатні значно економніше від достатньо відомих і поширених використовувати вологу, а є менш вибагливими до родючості ґрунтів. Попередньо проведеними дослідженнями у тому числі і нашими, встановлено, що різновиди соргових рослин і сориз можуть забезпечувати врожайність зерна залежно від погодно-кліматичних умов року вирощування на рівні 3–5 т/га, а на зрошенні формувати її ще вищою [6].

1. Продуктивність олійних культур, як альтернативи соняшнику та оптимізація їх живлення

Із олійних культур в Україні та південному її регіоні найбільші площі відводять соняшнику. Ця культура відома посухостійкістю, проте вона має свої певні вимоги до використання вологи, що пов'язано з біологічними особливостями.

З початкового періоду розвитку рослин до утворення кошиків соняшник витрачає вологи 20–30 % від загальної потреби, засвоюючи її, в основному, з шару ґрунту 0–60 см. Найбільше вологи (до 50 %) він засвоює у міжфазний період утворення кошиків – цвітіння, за нестачі її в цей проміжок вегетації кошики і насіння можуть бути недорозвиненими [7]. Пізніше від цвітіння до дозрівання насіння рослини цієї культури витрачають вологи ще 30–40 %. Тому заходи, які застосовують для накопичення вологи в ґрунті, є основою отримання високих урожаїв не лише соняшника, а й усіх інших культур. У той же час для землеробства й особливо в умовах Південного Степу України вологозабезпечення є основним лімітуючим фактором, який максимально впливає на продуктивність сільськогосподарських культур [8; 9].

Систематичне зростання площ під соняшником призвело до порушення науково обґрунтованого чергування сільськогосподарських культур, практичної відсутності сівозмін і навіть розміщення його впродовж декількох років поспіль на одному й тому ж самому полі.

Це в свою чергу призводить до негативних наслідків щодо впливу цієї культури на основні показники родючості ґрунтів, їх висушування, засмічення специфічними видами бур'янів, шкідників, збудників хвороб тощо. Такий стан землекористування в останні роки сприяє поступовому зниженню врожайності зерна соняшнику (табл. 1).

Таблиця 1

**Урожайність соняшнику за останні роки
в південних областях України, т/га**

Рік	Одеська область	Миколаївська область	Херсонська область	Запорізька область
2015	1,87	1,22	1,70	1,91
2016	2,13	2,11	1,65	1,70
2017	2,02	1,65	1,34	1,50
2018	2,16	1,96	1,64	1,19
2019	1,65	2,15	1,79	1,91
2020	1,24	1,39	1,30	1,47
Середнє за 6 років	1,85	1,75	1,57	1,61

За статистичними даними, які наведено в таблиці 1, врожай зерна формується не стабільним, внаслідок збіднення ґрунтів на елементи живлення і вологу. Отож урожайність цієї культури через зазначений стан ґрунтів поступово знижується, а в окремі роки деякі господарства отримують її на рівні лише 0,2–0,5 т/га, або ж і зовсім не збирають. Наприклад, з такими характеристиками був 2020 рік.

За оптимізації живлення та сівби адаптованих до зони вирощування гібридів урожайність насіння цієї культури зростає. Покажемо це на прикладі наших дослідів з гібридом соняшнику сербської селекції Драган.

За оптимізації живлення навіть на засадах ресурсозбереження, як це було проведено в наших дослідях, урожай соняшника зростає (табл. 2).

Зазначимо, що одночасно із ростом рівня врожайності насіння соняшнику, рослини за оптимізації живлення шляхом проведення позакореневих обробок посіву сучасними біопрепаратами набагато ефективніше використовували вологу (ґрунту і опадів вегетаційного періоду), що є виключно позитивним явищем для зони Південного Степу України (табл. 3).

Для цієї культури характерною є глибока й добре розвинена коренева система, жорстке опушене стебло й листки, які є ознакою посухостійких рослин. Проте соняшник може витримувати тривалу посуху (ґрунтову і атмосферну) лише до початку утворення кошиків. За відсутності вологи у цей період урожайність істотно знижується, хоча в окремі роки може сформуватися вищою порівняно з іншими ярими культурами. При цьому також відомо,

що соняшник на утворення одиниці сухої речовини витрачає значно більше вологи, ніж зернові культури, внаслідок чого сильно висушує ґрунт. Рівень водоспоживання соняшника як і більшості рослин, залежить від погодних умов, рівнів живлення і агротехніки, попередника, густоти посіву тощо, від впливу яких він може коливатись у широких межах.

Таблиця 2

Урожайність зерна соняшнику залежно від оптимізації живлення у роки досліджень, т/га

Варіант дослідю		2016 р.	2017 р.	2018 р.	Середнє за 2016–2018 рр.	
Фаза обробки	Препарати та дози				Урожайність, т/га	Приріст до контролю, %
1	2	3	4	5	6	7
у фазу 3–4 пар листків	контроль (обробка водою)	2,56	1,76	3,34	2,55	0,0
	Фреш Енергія 0,25	2,64	2,09	3,56	2,76	8,3
	Фреш Енергія 0,5	2,72	2,30	3,77	2,93	14,7
	Фреш Енергія 0,75	2,91	2,41	3,87	3,06	20,0
	Фреш Енергія 1,0	3,40	2,47	3,93	3,27	27,9
	Ретардин 0,25	2,65	1,94	3,75	2,78	8,9
	Ретардин 0,25 + Фреш Енергія 0,25	2,71	2,20	4,03	2,98	16,7
	Ретардин 0,25 + Фреш Енергія 0,5	3,06	2,41	4,06	3,18	24,4
	Ретардин 0,25 + Фреш Енергія 0,75	3,12	2,54	4,12	3,26	27,6
	Ретардин 0,25 + Фреш Енергія 1,0	3,18	2,70	4,18	3,35	31,3
у фазу бутонізації	Фреш Енергія 0,5	3,36	2,72	4,27	3,45	35,1
	Фреш Флорід 0,5	3,45	2,74	4,28	3,49	36,6
	Фреш Енергія 0,25 + Фреш Флорід 0,25	3,22	2,63	3,97	3,27	28,2

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7
у фази 3–4 пар листків та бутонізації	Фреш Енергія 0,5 (3–4 пари листків) + Фреш Енергія 0,5 (бутонізація)	3,46	2,88	4,21	3,52	37,8
	Фреш Енергія 0,5 (3–4 пари листків) + Фреш Флорід 0,5 (бутонізація)	3,54	2,80	4,33	3,56	39,3
	Фреш Енергія 0,5 (3–4 пари листків) + Фреш Енергія 0,25 + Фреш Флорід 0,25 (бутонізація)	3,33	2,74	4,28	3,45	35,2
НІР ₀₅ , т/га		0,31	0,28	0,37		

Таблиця 3

Коефіцієнт водоспоживання соняшнику залежно від оптимізації живлення у роки досліджень, м³/т

Варіант досліджу		2016 р.	2017 р.	2018 р.	Середнє за 2016–2018 рр.	Зменшення до контролю (середнє за 2016–2018 рр.)
Фаза обробки	Препарати та дози					
1	2	3	4	5	6	7
у фази 3–4 пар листків	контроль (обробка водою)	1330,5	1310,2	865,3	1168,7	0,0
	Фреш Енергія 0,25	1239,8	1103,3	826,0	1056,4	-112,3
	Фреш Енергія 0,5	1203,3	1002,6	784,4	996,8	-171,9
	Фреш Енергія 0,75	1124,7	956,8	764,1	948,5	-220,2
	Фреш Енергія 1,0	1076,6	933,6	752,4	920,9	-247,8
	Ретардин 0,25	1235,1	1188,7	788,5	1070,8	-97,9
	Ретардин 0,25 + + Фреш Енергія 0,25	1207,7	1048,2	733,7	996,5	-172,2
	Ретардин 0,25 + + Фреш Енергія 0,5	1069,6	956,8	728,3	918,2	-250,5
Ретардин 0,25 + + Фреш Енергія 0,75	1049,0	907,9	717,7	891,5	-277,2	

Закінчення таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7
	Ретардин 0,25 + + Фреш Енергія 1,0	1029,2	854,1	707,4	863,6	-305,1
у фазу бутонізації	Фреш Енергія 0,5	974,1	847,8	692,5	838,1	-330,6
	Фреш Флорід 0,5	948,7	841,6	690,9	826,7	-342,0
	Фреш Енергія 0,25 + + Фреш Флорід 0,25	1016,5	876,8	744,8	879,4	-289,3
у фази 3–4 пар листків та бутонізації	Фреш Енергія 0,5 (3–4 пари листків) + + Фреш Енергія 0,5 (бутонізація)	946,0	800,7	702,4	816,4	-352,3
	Фреш Енергія 0,5 (3–4 пари листків) + + Фреш Флорід 0,5 (бутонізація)	924,6	823,6	682,9	810,4	-358,3
	Фреш Енергія 0,5 (3–4 пари листків) + + Фреш Енергія 0,25 + + Фреш Флорід 0,25 (бутонізація)	982,9	841,6	690,9	838,5	-330,2

Ця культура дуже важлива, проте при вирощуванні соняшнику в різних зонах України перевагу слід надавати перш за все високоолеїновим гібридам, олія яких на відміну від звичайної, містить 70–80 % олеїнової кислоти, а також соєвій, ріпаковій, рижівій та лляній оліям. Відомо, що в Україні найбільше вирощують і виробляють соняшникової олії. Головним споживачем соняшникової олії підвищеної якості є населення Європи. Більше 10 років назад наукові установи Європи почали створювати нові сорти та гібриди соняшника із зміненим складом олії. Високоолеїновий соняшник поступово витісняє звичайні гібриди на полях Європи не лише внаслідок унікальних властивостей олії, але в першу чергу через більш високу закупівельну ціну на товарний соняшник завдяки підвищеному вмісту олеїнової кислоти [10]. Аграрії України упродовж останніх років разом з вирощуванням тради-

ційного соняшника опрацьовують елементи технології виробництва гібридів цієї культури високоолеїнового типу.

Нашими дослідженнями з двома гібридами високоолеїнового соняшнику визначено, що фони живлення, які взято на вивчення, істотно впливають на врожайність їх насіння. Цей найважливіший показник залежить від досліджуваних факторів та змінюється під впливом погодно-кліматичних умов (табл. 4).

Таблиця 4

Урожайність насіння гібридів соняшнику високоолеїнового типу залежно від фону живлення, т/га

Фон живлення (фактор В)	Гібрид (фактор А)					
	2016 р.		2017 р.		Середнє за 2 роки	
	Тутті	НК Ферті	Тутті	НК Ферті	Тутті	НК Ферті
Обробка водою (контроль)	1,89	1,72	1,32	1,30	1,61	1,56
Обробка насіння квантум-технічні + + рослин у фазу 2-3 листків	2,19	2,10	1,56	1,51	1,88	1,85
Обробка насіння квантум-технічні + + рослин у фазу 2-3 листків та 5-6 листків	2,38	2,30	1,78	1,72	2,08	2,05
Обробка насіння квантум-технічні + + рослин у фазу 2-3 листків та 5-6 листків + бор-актив	2,51	2,41	2,10	1,94	2,31	2,25
НІР ₀₅ , т/га Фактор А	0,17		0,02			
Фактор В	0,12		0,02			
Фактори АВ	0,19		0,05			

Більш урожайним в умовах проведення дослідів виявився гібрид високоолеїнового типу соняшнику Тутті. Урожайність його насіння

на 8,7 % перевищувала її рівень у гібриду НК Ферті, що, очевидно, пояснюється більш тривалим періодом вегетації.

За своїм складом і властивостями олія, отримана з високоолеїнового соняшника, є природним аналогом оливкової (за вмістом олеїнової кислоти), тому попит на такі олії зростає і у 2020 р. склав не менше 8 % на рік. У країнах європейської співдружності попит на неї також зростає з 690 тис. т у 2011 р. до 1346 тис. т у 2020 р., відповідно збільшуються і посівні площі під соняшником, необхідні для задоволення попиту на високоякісну олію. Так, за даними фірми «Сингента» у 2016 р. площа під високоолеїновим соняшником у світі склала біля 1,4 млн га + нові площі 0,5 млн га, а у 2020 р. вона досягла відповідно до 1,9 млн га + нові площі 1,0 млн га.

Питома вага високоолеїнових гібридів соняшника поки що складає лише біля 8 % від загальної площі. Збільшення її під цією культурою гальмувало два фактори: низький рівень інформованості про переваги «здорової» олії та нестійкість і низька врожайність новостворених гібридів соняшнику, з яких розпочали цей напрям.

Жодна з природних олій за жирнокислотним складом не відповідає сучасним уявленням про ідеальну олію [11]. Ідеальна олія, з одного боку, має бути збалансованою за вмістом ω -3, ω -6 та ω -9 жирних кислот, а з іншого – включати антиоксиданти, що захищають олію від окиснення. Важливим показником для олії є співвідношення ω -3/ ω -6 жирних кислот. Поліненасичені жирні кислоти можуть поступати в організм з харчуванням у будь-якій кількості, але реалізація їх біологічної дії можлива тільки за дотримання оптимального співвідношення ω -3/ ω -6 жирних кислот [12; 13].

Наведемо середній вміст окремих жирних кислот у рослинних оліях (табл. 5).

Ефективне використання поліненасичених жирних кислот у здоровому молодому організмі відбувається за співвідношенням ліноленової та лінолевої кислот 1:10, а у випадках порушення ліпідного обміну зазначене відношення може змінюватися від 1:5. Для пересічного українця, який практично не вживає лляну, рижієву, соєву, ріпакову олію, основною є соняшникова і продукти її переробки, співвідношення ω -3/ ω -6 жирних кислот в такій їжі складає 1:43,8 [14], що майже у 8 разів перевищує норму для ω -6 жирних кислот.

Таблиця 5

Жирно-кислотний склад деяких рослинних олій [12; 14]

Олія	Вміст жирних кислот в олії, %					Відношення ω -3/ ω -6 жирних кислот
	насичені		ненасичені			
	Пальмі- тинова	стеари- нова	олеїнова ω -9	лінолева ω -6	лінолено ва ω -3	
Соняшник	6,10	5,24	24,61	62,58	0,09	1:695
Соя	13,15	4,16	21,36	55,60	5,73	1:10
Ріпак	4,4	1,8	60,4	18,68	9,13	1:20
Оливкова	13,26	4,3	75	7,12	0,59	1:12
Ляна	5,14	5,1	17,30	14,31	57,26	1:0,25
Рижієва	6,4	1,5	17,0	19,3	50,2	1:0,38

Оптимальним співвідношенням ω -3/ ω -6 жирних кислот характеризується соєва олія, яка містить значну кількість лінолевої кислоти (55,6 %). Соя на сучасному етапі розвитку аграрного ринку є найбільш динамічною культурою за показниками приросту площ та валового виробництва порівняно з іншими олійними культурами. Споживання сої спрямовується за двома напрямками: 60 % від загального обсягу експортується, 40 % переробляється на олію. Якісна олія, на думку авторів [13] має відрізнитися підвищеним вмістом мононенасиченої олеїнової кислоти та зменшенням кількості насичених олій. На основі генної інженерії створено новий вид трансгенної сої, олія якої характеризується високим вмістом олеїнової кислоти (55–75 %) за низьких концентрацій лінолевої та насичених жирних олій [15]. Слід зазначити, що збільшення вмісту лінолевої кислоти у складі олії призводить до зростання окиснювальної здатності олії.

Нашими дослідженнями встановлено, що частину площ під соняшником доцільно замінити іншими олійними культурами, яких висівають зовсім мало, їх не враховують у загальному виробництві олійних за статистичними даними. Зокрема, високим рівнем рентабельності, виходом цінних олій вирізняються рижій, сафлор, льон, гірчиця тощо. Головне, вони значно меншою мірою висушують ґрунт і є менш вибагливими до його родючості.

Ці культури позитивно реагують на ресурсозберігаюче живлення, зокрема на передпосівну обробку насіння і посіву рослин в основні фази вегетації сучасними рідрегулюючими речовинами та біопрепаратами. Покажемо на прикладі рижюю ярого (рис. 1).

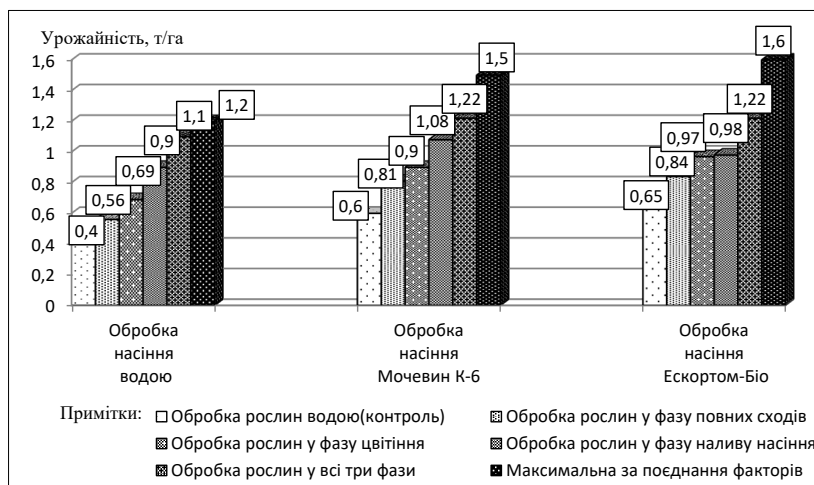


Рис. 1. Вплив обробки насіння та рослин рижюю ярого в основні фази вегетації на врожайність насіння (середнє по всіх досліджуваних біопрепаратах за 2014–2016 рр.), т/га

За оптимізації живлення рослин значно покращуються і основні показники якості насіння. Так, в насінні рижюю зростає вміст білка, жиру, збільшується на 28,2–33,6 % умовний вихід олії з гектару, а у жирнокислотному складі олії зростає вміст цінних олеїнової, ліноленої, стеаринової кислот, за одночасного зниження кількості ерукової кислоти.

Слід повідомити, що вирощування рижюю є мало витратним, ця культура не потребує хімічного захисту, вона не ушкоджується хворобами та шкідниками, залишає поле чистим від бур'янів, маловибаглива до живлення. Аналогічні результати отримано нами при вирощуванні льону олійного, сафлору красильного, гірчиці та інших посухостійких рослин в умовах Південного Степу України.

Так, нашими дослідженнями встановлено, що досить позитивно оптимізація живлення на засадах ресурсозбереження шляхом застосування біопрепаратів для обробки насіння перед сівбою та

посіву рослин у період вегетації по фоні невисоких і помірних (рекомендованих) доз удобрення вплинула і на продуктивність цінної олійної культури сафлору красильного. Дослідження з цією поки що також малопоширеною культурою (сортом Лагідний) ми провели впродовж 2017–2019 рр. За результатами дослідженнями визначено, що за оптимізації живлення врожайність залежно від варіанту живлення зростала до 64,6 %, тобто у кращих варіантах досліда досягала до середнього її рівня у культури соняшника (табл. 6).

Одночасно з ростом урожаю за оптимальних умов живлення істотно покращувалась якість насіння – у ньому зростала кількість білка і жиру та збільшувався їх умовний збір (вихід) з одиниці площі. Дані якості та визначень умовного збору цих складових якості насіння наведено в таблиці 7.

Близькі результати по рівнях урожаїв насіння та умовному виходу з гектару олії отримують за вирощування льону олійного, гірчиці тощо, з якими ми також провели дослідження в навчально-науково-практичному центрі Миколаївського НАУ.

Таблиця 6

**Урожайність зерна сафлору красильного у роки
вирощування залежно від оптимізації живлення, т/га**

Варіант живлення	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за три роки	Приріст урожаю до контролю	
					т/га	%
Контроль	1,20	0,84	0,93	0,99	0,00	0,00
Обробка насіння та посіву препаратом Органік Д-2М	1,25	0,97	1,08	1,10	0,11	11,1
N ₃₀ P ₃₀	1,54	1,14	1,26	1,31	0,32	32,3
N ₃₀ P ₃₀ + + Органік Д-2М	1,69	1,25	1,37	1,44	0,45	45,5
N ₆₀ P ₆₀	1,73	1,37	1,50	1,53	0,54	54,5
N ₆₀ P ₆₀ + + Органік Д-2М	1,79	1,47	1,63	1,63	0,64	64,6
НІР ₀₅ , т/га	0,12	0,11	0,12			

Таблиця 7

**Вплив оптимізації живлення сафлору красильного
на якість насіння (середнє за 2017–2019 рр.)**

Варіант живлення	Вміст білка, %	Вміст жиру, %	Умовний збір, т/га	
			білка	олії
Контроль	19,1	38,1	0,19	0,38
Обробка насіння і рослин Органік Д-2М	20,2	38,5	0,22	0,42
N ₃₀ P ₃₀	20,4	39,6	0,27	0,52
N ₃₀ P ₃₀ + Органік Д-2М	20,5	40,2	0,30	0,58
N ₆₀ P ₆₀	20,6	39,4	0,32	0,60
N ₆₀ P ₆₀ + Органік Д-2М	20,6	39,9	0,34	0,65
НІР ₀₅ у роки досліджень	0,2–0,3	0,3–0,6		

При цьому варто зазначити, що оптимізація живлення рослин упродовж усієї вегетації позитивно позначається на її ростових процесах. Покажемо це на прикладі культур сафлору красильного. Так, у середньому за 2017–2019 рр. вирощування на початку бутонізації однією рослиною, вирощеною у контрольному варіанті дослідів, надземної біомаси було сформовано 11,3 г, по фоні N₃₀P₃₀ – 22,3 г, а N₃₀P₃₀ + Органік Д-2М – 36,4 г. Маса коренів на рослині відповідно склала: 0,9; 1,98; 2,1 та 2,6 г.

Аналогічним чином за впливу оптимізації живлення у складі рослини зростала маса стебла, листків, суцвіть порівняно зі значеннями цих показників у неудобреному контролі, у якому насіння і рослини обробляли водою. Позитивну дію внесених добрив і біопрепаратів простежували у всі основні періоди вегетації. Наведемо зазначене за зміною асиміляційної поверхні рослин сафлору красильного. Вже за визначення цього показника у фазу розетки у рослин контрольного варіанту площа листків досягла рівня 0,08 тис. м²/га, а за оптимізації живлення рослин сафлору красильного зростає до значень від 0,10 до 0,17 тис. м²/га у середньому за три роки досліджень.

З аналогічною залежністю площа листової поверхні рослин змінювалася і в наступні періоди її визначення (рис. 2).

Зазначимо, що застосування біопрепарату Органік Д-2М по фоні основного внесення мінеральних добрив у помірних (рекомендованих) дозах позитивно позначалось на ростових процесах рослин сафлору красильного. Особливо такий вплив проявився у найбільш посушливому 2017 році досліджень.

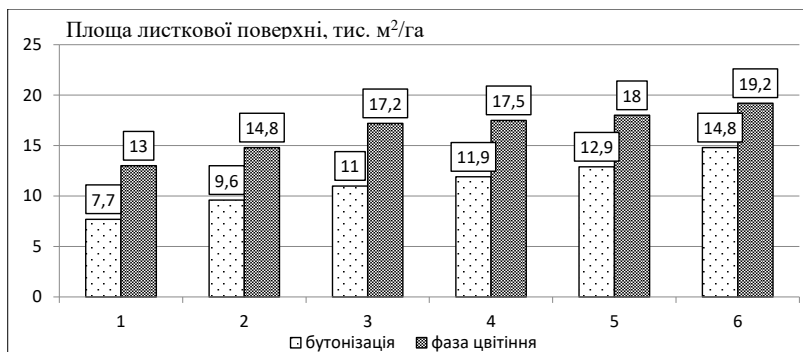


Рис. 2. Наростання площі листкової поверхні рослин сафлору красильного за оптимізації живлення (середнє за 2017–2019 рр.), тис. м²/га

За оптимізації живлення порівняно до контролю істотно збільшуються всі основні показники, що складають структуру врожаю (табл. 8).

Таблиця 8

Показники структури врожаю сафлору красильного залежно від оптимізації живлення (середнє за 2017–2019 рр.)

Фактор А (варіанти живлення)	Висота рослин, см	Маса однієї рослини, г	К-ть кошиків на 1 рослині, шт.	К-ть насінин в 1 кошику, шт.	Маса насіння з 1 рослини, г
Контроль*	83	46,65	7	12	3,1
Обробка насіння та посіву рослин Органік Д-2М	89	62,32	10	16	6,1
N ₃₀ P ₃₀	97	72,37	13	17	8,5
N ₃₀ P ₃₀ + Органік Д-2М	100	77,24	13	18	9,1
N ₆₀ P ₆₀	111	81,91	13	23	11,7
N ₆₀ P ₆₀ + Органік Д-2М	114	111,74	14	25	14,0
НІР ₀₅ у роки досліджень	3–8	2,7–5,3	1–2	3–4	1,3–1,7

*Контроль (без добрив, обробка насіння та посіву рослин водою)

2. Добір зернових та інших посухостійких рослин за зміни клімату

Окрім вирощування олійних культур зона Південного Степу України відома й виробництвом високоякісного зерна. Саме цей регіон чи не найбільшою мірою забезпечує виконання зернового балансу нашої держави та вносить вагомий вклад у цю важливу справу. До того ж раніше на півдні України до 80 % від загального обсягу вирощували сильного і цінного зерна. Нині відомі сорти пшениць, що володіють такими якостями і є адаптованими до посушливих умов. Разом з тим в останні роки слід окрім пшениці добирати інші зернові культури, які зокрема менш вибагливі до зміни кліматичних чинників і умов перезимівлі.

Згідно наших попередніх та досліджень інших авторів встановлено, що близьку, або ж значно вищу продуктивність здатні формувати інші посухостійкі рослини родини зернових: просо, різні види сорго, сориз та інші, а із озимих зернових – тритикале [16–19].

Фахівці зазначають ряд переваг тритикале порівняно з пшеницею: агрономічні витрати у вирощуванні; придатність до формування сталого врожаю на всіх типах ґрунтів, висока морозостійкість, посухостійкість, стійкість до фітозахворювань, вища врожайність зерна і соломи, доцільність використання як біоенергетичної культури. Так, в умовах Великобританії пшениця озима забезпечує максимальну врожайність зерна на рівні 10,9, а тритикале – 12,0 т/га [20].

Про наближені й аналогічні результати повідомляють і вчені Селекційно-генетичного інституту за проведення досліджень з 1996 р. За їх багаторічними результатами врожайність зерна пшениці озимої сорту стандарту Перлина Лісостепу в середньому склала 4,43, а лінії тритикале – 7,12 т/га, а окремі лінії забезпечили її рівень ще вищим [21].

Отже є всі підстави більш широко вирощувати цю культуру, тим більше, що вона має високі властивості зерна та за окремими показниками наближається до пшениці й кукурудзи, або і переважає деякі з них.

Наведемо результати, які підтверджують цінність тритикале порівняно з іншими зерновими культурами (табл. 9).

У дослідженнях, проведених нами в умовах Миколаївської області на чорноземі з цією культурою упродовж 2016–2020 рр., тритикале озиме (сорт Букет) у роки вирощування забезпечувало врожайність зерна від 3,0 до 5,1 т/га, а зеленої маси від 28,3 до 59,3 т/га залежно

від умов вегетаційного періоду та створеного фону живлення рослин.

Таблиця 9

Порівняння складу та енергетичної цінності зерна тритикале, пшениці і кукурудзи (за [22])

Показник		Тритикале	Кукурудза	Пшениця
Вміст, %				
	білка	12,0	8,5	11,5
	лізину	0,40	0,24	0,34
	сирої клітковини	2,8	2,2	2,4
Клітковини, розчинної в:				
	кислотах	3,8	2,8	3,5
	нейтральних розчинниках	12,7	9,6	11,0
	жиру	1,8	3,8	1,8
Кальцію		0,05	0,02	0,05
Фосфору		0,33	0,25	0,33
Метаболізована енергія, ккал/кг, у				
	свиней	3200	3350	3350
	великої рогатої худоби	3180	3180	3180
	птиці	3200	3400	3210
Загальна перетравлюваність для жуйних тварин, %		79	80	79

Це виключно важливо для господарств, які займаються тваринництвом. Вони можуть бути забезпечені високоякісними зеленими кормами, сіном, сінажем тощо.

До того ж у деяких країнах світу тритикале використовують і як високоефективну енергетичну культуру. Ми вже зазначали, що воно добре перезимовує порівняно з іншими озимими зерновими культурами та є значно менш вибагливим до умов вирощування. Разом з тим тритикале досить добре реагує на поліпшення умов живлення.

Багатьма дослідженнями з різними культурами, зокрема і нашими, в зоні Півдня України визначено, що їх урожайність істотно зростає, а також запаси ґрунтової вологи і опадів вегетаційного періоду використовуються значно ефективніше за

оптимізації живлення рослин навіть якщо її проводили з використанням лише біопрепаратів [23–25].

Враховуючи результати наших раніше проведених досліджень та даних літератури, а також необхідність добору й впровадження до сівозмін посухостійких зернових та інших рослин і удосконалення окремих елементів технології їх вирощування, ми поставили на вивчення ці питання. Дослідження розпочато у 2004 р. в умовах Навчального науково-практичного центру Миколаївського НАУ на чорноземі південному. У шарі ґрунту 0–30 см за роки вирощування сільськогосподарських культур містилось гумусу 2,96–3,21 %, забезпеченість рухомими сполуками фосфору і калію середня та підвищена, а рухомим азотом – низька або середня.

Усі роки досліджень за кліматичними умовами були типовими для зони Південного Степу України, проте вони різнилися за температурним режимом і особливо – за кількістю опадів, що випадали впродовж вегетації рослин.

Дослідженнями із посухостійкою культурою родини соргових соризом (гібрид Оксамит), який вирощували впродовж 2004–2006 рр. і вивчали строки сівби, дози мінеральних добрив та попередники, визначено, що врожайність зерна цієї культури за оптимізації основних факторів вирощування зростає на 37,6–39,2 % (рис. 3).

Найнижчою врожайність зерна соризу формується за розміщення цієї культури після соняшнику, що пов'язано з залишковою кількістю вологи після збирання цього попередника, який істотніше за інші культури висушує ґрунт і до того ж на більшу глибину.

Разом з тим за розміщення соризу після соняшнику, сориз істотніше реагує на мінеральні добрива, рівень урожаю від внесення яких та його прирости зростають більшою мірою.

Аналогічно на зернову продуктивність соризу впливали і строки сівби, які також важливо добирати, зважаючи на погодні умови та забезпеченість ґрунту вологою на період сівби – сходів культури (рис. 4).

Дані рисунка 4 свідчать, що кращим строком сівби для соризу в середньому за три роки виявився термін 5 травня. Саме за проведення сівби у цей період урожай формується найвищим. Найнижчу ж зернову продуктивність у досліді отримали за раннього терміну сівби – 15 квітня. Дослідженнями встановлено, що врожайність зерна соризу незалежно від строку сівби суттєво зростає за вирощування культури по фоні внесення $N_{60}P_{40}$, тобто за оптимізації живлення.

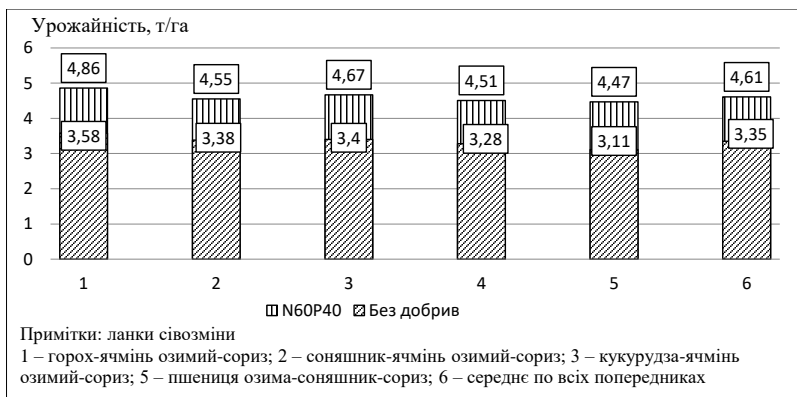


Рис. 3. Урожайність зерна соризу залежно від попередника та мінерального живлення (середнє за 2004–2006 рр.), т/га

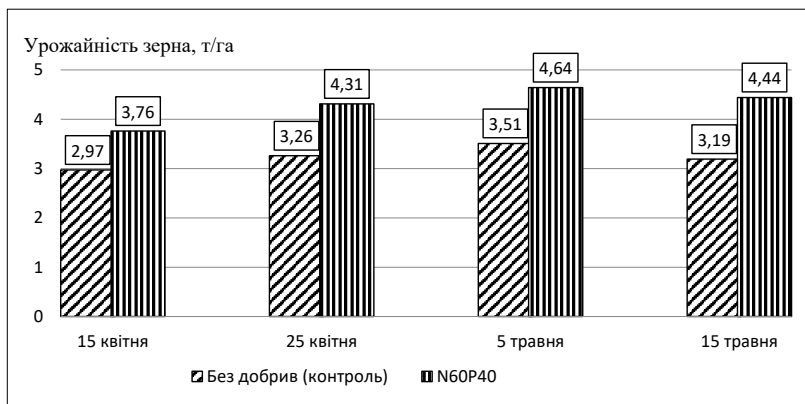


Рис. 4. Вплив фону живлення і строків сівби на врожайність зерна соризу (середнє за 2004–2006 рр.), т/га

Залежно від строку сівби це перевищення порівняно з неудобреним контролем склало в межах від 26,6 до 39,2 %, з максимальним значенням приросту врожаю за самого пізнього терміну сівби – 15 травня. У середньому ж за всіма строками сівби врожайність зерна у контролі склала 3,23 т/га, а в удобрених варіантах – 4,29 т/га або сформувалася на 32,8 % вищою.

У наступні роки ми провели дослід з посухостійкою зерновою (круп'яною) культурою – просом. Урожайність зерна проса в дослідженнях з трьома сортами (Таврійське, Костянтинівське, Східне) за вивчення впливу оптимізації живлення та добору строку сівби у середньому за три роки вирощування істотно збільшувалась (рис. 5).

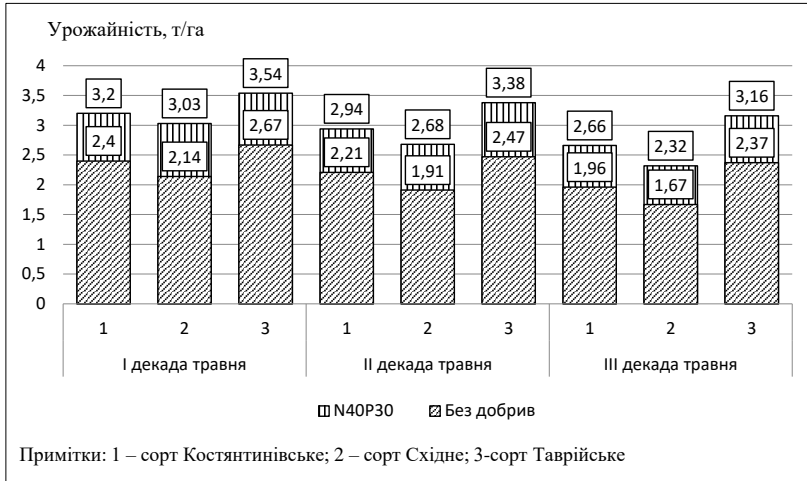


Рис. 5. Урожайність зерна сортів проса залежно від строку сівби та фону живлення (середнє за 2008–2010 рр.), т/га

За пізнішої сівби незважаючи на стрімке зростання температурного режиму, сходи з'являються не в усі роки дружними, так як в цей період може проявлятися гостра нестача вологи. Оптимізація живлення сприяє збільшенню врожайності зерна як у розрізі сортів, так і строків сівби в межах 32,6–40,3 %, що дуже позитивно позначається на поповненні зернового балансу за вирощування посухостійкої культури проса, яка у сприятливих за зволоженням роки може формувати до 5 т/га зерна і навіть більше.

З'ясовано, що окрім рівнів урожаю істотно покращувались основні показники якості зерна як соризу, так і проса та значно ефективніше використовувались початкові запаси вологи в ґрунті, накопичені на період сівби, та опади вегетаційного періоду. Для зони посушливого Південного Степу України це є виключно

важливим, адже саме забезпеченість рослин вологою та здатність ефективно їх використовувати, максимально позначається на продуктивності досліджуваних культур.

Встановлено це і на інших озимих та ярих культурах, які за оптимізації живлення істотно продуктивніше і без втрат витрачають вологу саме на формування врожаю, а не на надмірне її випаровування, а також за рахунок цього значною мірою підвищують урожайність [26–30].

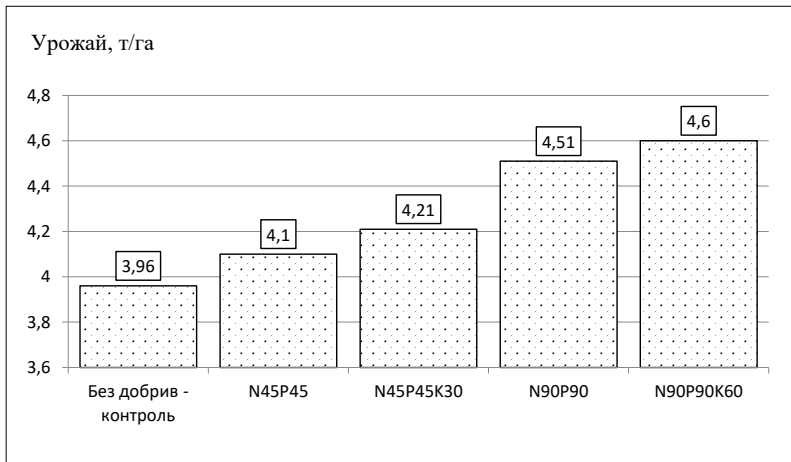


Рис. 6. Урожайність зерна сорго залежно від доз і співвідношень мінеральних добрив
(середнє за 2014–2016 рр.), т/га

У зв'язку з потребою та згідно результатів наших попередніх напрацювань, у наступні роки ми провели ряд дослідів з культурою сорго зернового і цукрового. Встановлено, що внесення мінеральних добрив під культуру сорго зернового, сприяло підвищенню врожайності зерна. Так, у середньому 2014–2016 рр. у контролі сформовано зерна на рівні біля 4,0 т/га, а застосування $N_{90}P_{90}K_{60}$ забезпечило продуктивність до 4,5–4,6 т/га, або на 13,9–16,2 % більше (рис. 6).

У посушливі роки врожайність зерна формується значно нижчою, ніж у сприятливі за зволоженням. Разом з тим за несприятливих умов вегетаційного періоду удобрені рослини значно ефективніше використовують вологу (запаси ґрунтової вологи на початок сівби і опадів, що випадають упродовж вегетації).

Нашими дослідженнями визначено, що за оптимізації живлення рослини сорго зернової групи використовують вологу в середньому до 41,2 % ефективніше, а в гостро посушливі роки вирощування – на 47,0–48,3 %, порівняно з контролем.

З аналогічною залежністю кращі умови живлення рослин забезпечували значно вищу продуктивність і сорго цукрового, дослідження з сортом і гібридами якого проведено нами упродовж 2013–2015 рр. (табл. 10).

Таблиця 10

Урожайність зеленої маси сорго цукрового залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2013–2015 рр.), т/га

Норма висіву, тис. шт./га	Варіант обробки (фактор С)	Сорт, гібрид (фактор А)				Середнє по фактору В
		Сило 700Д(St)	Фаворит	Медовий	Троїс-тий	
70	Контроль*	32,7	47,0	52,6	49,4	50,1
	БК*	36,2	52,3	57,1	54,1	
	КВ*	34,1	54,7	61,4	55,8	
	БК+КВ	35,6	56,9	63,7	58,6	
100	Контроль	36,2	56,7	60,9	56,0	58,0
	БК*	41,4	62,7	65,7	64,0	
	КВ*	42,5	65,2	67,5	64,7	
	БК+КВ	42,4	67,4	68,1	67,0	
130	Контроль	44,7	56,6	58,8	54,2	59,1
	БК*	46,8	62,5	65,5	60,2	
	КВ*	46,9	65,4	68,8	62,5	
	БК+КВ	48,3	67,4	71,8	65,3	
160	Контроль	35,5	49,6	54,2	49,4	52,7
	БК*	40,2	51,8	59,9	55,0	
	КВ*	42,9	56,1	65,2	56,3	
	БК+КВ	44,6	58,0	66,1	57,7	
Середнє по фактору А		40,7	58,1	63,0	58,1	
НІР ₀₅ фактор А		0,7–1,15				
фактор В		1,3–1,57				
фактор С		0,7–0,89				

Усі фактори, що взяті на вивчення, впливали на рівень урожайності зеленої маси сорго цукрового. Вона змінювалася залежно від норми висіву насіння (сформованої густоти рослин на одиниці площі), взятого для підживлень препарату, біологічних особливостей сорту чи гібриду, року вирощування, взаємодії досліджуваних факторів. Максимальною продуктивність сорго цукрового – 82,7 т/га сформувалася у 2014 році, який був сприятливим за погодно-кліматичними умовами, а мінімальною – 28,5 т/га зеленої маси, у стресовому 2013 р., що на 65,5 % менше порівняно з 2014 роком. Так істотно різняться рівні врожаю більшості культур у екстремальні та сприятливі роки вирощування. Це є характерним для зони Південного Степу України, коли у несприятливі й надмірно посушливі роки врожайність, як правило, формується дуже низькою й особливо на збіднених ґрунтах.

Найбільшою мірою її рівень визначає забезпеченість рослин вологою впродовж періоду вегетації. Адже саме волога виступає першим лімітуючим фактором. Незважаючи на істотну різницю умов років вирощування у середньому за період досліджень, урожайність зеленої маси сорго цукрового за оптимізації живлення зростала (рис. 7).

Як встановлено за отриманими результатами, взяті на вивчення сорт Сило 700Д(St) і три гібриди сорго цукрового позитивно реагували на покращення умов живлення приростами врожаю зеленої маси. Дані рисунка 6 також ілюструють значення добору гібриду. Так, найвищу врожайність у середньому за 2013–2015 рр. забезпечило вирощування гібриду Медовий – 65,1 т/га (у контролі 56,6 т/га). Дещо меншу кількість зеленої маси сформували гібриди Троїстий і Медовий відповідно 60,1 та 59,4 т/га в удобрених біопрепаратами варіантах за однакових рівнів урожаїв у контролях – по 52,5 т/га. Сорт стандарт сорго Сило 700Д(St) сформував найнижчу продуктивність – 41,8 та 37,3 т/га зеленої маси у контролі відповідно варіантів.

Таким чином, у середньому за 2013–2015 рр. досліджень оптимізація живлення рослин сорго цукрового, яку проводили на засадах ресурсозбереження шляхом використання біопрепаратів, забезпечила прирости врожаю зеленої маси на рівнях: сорт-стандарт – Сило 700Д(St) – 12,1 %, гібриди Фаворит 13,1 %, Медовий – 15,0, а Троїстий – 14,9 % порівняно до контролю.

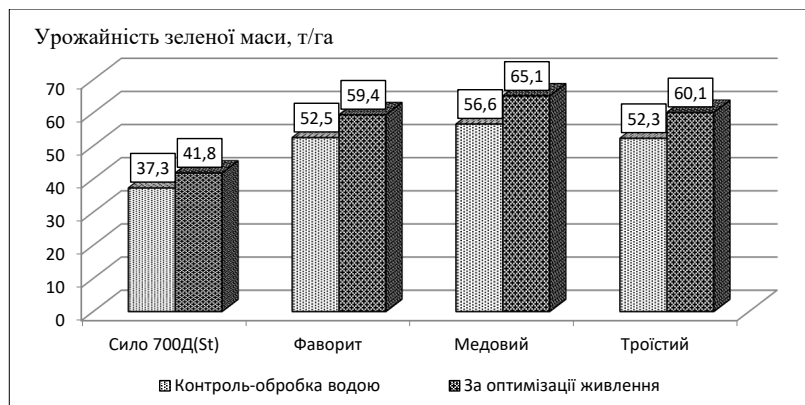


Рис. 7. Реакція досліджуваних сорту і гібридів сорго формуванням рівнів урожаю зеленої маси на оптимізацію живлення

(середнє за густотами і препаратами за 2013–2015 рр.), т/га

За вирощування сорго цукрового на різні цілі дуже важливо отримати відповідну якість вирощеної продукції. Дослідженнями встановлено, що вміст цукрів у зеленій масі сорго цукрового та їх умовний збір з 1 гектару посіву також залежав від особливостей сорту (гібриду), норми висіву насіння, проведення позакоренових підживлень та препаратів. Максимальний вихід умовних цукрів з одиниці площі у середньому за роки досліджень забезпечив гібрид Медовий за норми висіву насіння 100 тис. шт./га – 26,05 т/га. Проведення позакоренових підживлень біопрепаратами сприяло збільшенню цього показника на 32,5–36,1 %, що є виключно важливим.

Окрім рівня врожайності та виходу загальних цукрів, що є досить важливим і у разі вирощування сорго цукрового, за оптимізації живлення культури коефіцієнт водоспоживання на формування одиниці продукції зменшується.

Зазначені культури є менш вибагливими до родючості ґрунтів, менше потребують вологи, засобів захисту. За оптимізації живлення не поступаються рівням врожаю соняшнику.

Висновки

Таким чином, на Півдні України за зміни кліматичних умов доцільно добирати і збільшувати площі під посухостійкими

рослинами. Із зернової групи бажано вирощувати соргові, зокрема, сориз, високопродуктивні гібриди сорго високу продуктивність здатне забезпечити просо. Серед озимих зернових на увагу заслуговує тритикале, яке має широкий спектр використання, високу продуктивність, здатне добре перезимувати, є менш вибагливим до кліматичних умов та родючості ґрунту порівняно з іншими зерновими культурами.

Із олійних рослин окрім соняшнику радимо вирощувати рижій ярий, льон олійний, сафлор красильний та інші посухостійкі культури. Зазначимо, що дослідженнями визначена менша вибагливість цих рослин до стану родючості ґрунтів, вони менше потребують вологи, засобів захисту, меншою мірою засмічують поля і є значно сприятливішими попередниками порівняно з соняшником.

Встановлено, що за оптимізації живлення зазначені олійні культури практично не поступаються за рівнями врожаю соняшнику, мають високу цінність олії та високу рентабельність вирощування. Ними доцільно замінити частину площ із тих, що виділяють під соняшник.

Разом з тим у даний період однією з провідних і найбільш поширених олійних культур залишається соняшник. Проте для екологічної безпеки, збереження ґрунтів площі під ним необхідно поступово зменшувати та більше переваги надавати виділенню площ під гібриди високоолеїнового типу.

Враховуючи стан родючості ґрунтів, зокрема, істотне зменшення вмісту в них органічної речовини та значне ущільнення, у вирощуванні всіх сільськогосподарських культур слід запроваджувати оптимізацію живлення. Це доцільно робити на засадах ресурсозбереження, а саме: по фоні помірних доз мінеральних добрив, або ж і без них, якщо забезпеченість полів рухомими NPK є середньою і високою, проводити обробку насіння перед сівбою чи посіву рослин в основні періоди вегетації сучасними рістрегулюючими речовинами і біопрепаратами. За цього заходу врожайність сільськогосподарських культур зростає, покращується їх якість, а головне, за більш сприятливих процесів росту і розвитку рослин, вони значно ефективніше використовують вологу (початкові запаси її в ґрунті на період сівби і опади вегетаційного періоду).

Нашими дослідженнями з різними сільськогосподарськими культурами визначено, що коефіцієнти водоспоживання їх за

оптимізації живлення порівняно з контролем, у середньому знижуються на 30–40 %.

Застосування біопрепаратів і рістрегулюючих речовин посилює стійкість рослин до несприятливих умов вегетації, збільшує їх продуктивність та рентабельність вирощування.

Таким чином, для протистояння кліматичним змінам доцільно запроваджувати елементи сучасних технологічних заходів, зокрема оптимізувати живлення та добирати сорти і гібриди сільськогосподарських культур, найбільш адаптовані до умов зони Південного Степу України, встановлювати оптимальні строки сівби.

Список використаних джерел:

1. Гамаюнова В. В. Зміна родючості ґрунтів південного Степу України під впливом добрив та підходи до їх ефективного застосування у сучасному землеробстві. *Агрохімія і ґрунтознавство*: спец. випуск до IX з'їзду УТГА (30 червня – 4 липня 2014 р., м. Миколаїв). Харків, 2014. Книга 1. С. 38–47.

2. Балюк С. А., Носко Б. С., Воротинцева Л. І. Регулювання родючості ґрунтів та ефективності добрив в умовах змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 4. С. 5–12.

3. Gamajunova V. Sustainability of Soil fertility in Southern Steppe of Ukraine, Depending on fertilizers and irrigation. *Soil science Working for a Living Applications of Soil science to Present – Day Problems*. Springer International Publishing Switzerland, 2017. P. 159–166.

4. Gamajunova V., Panfilova A., Kovalenko O., Khonenko L., Baklanova T., Sydiakina O. Better Management of Soil Fertility in the Southern Steppe Zone of Ukraine. Springer International Publishing Switzerland, 2021. *Soils Under Stress*. P. 163–171.

5. Lopushniak V. Influence of Fertilizing Schemes in the Crop Rotation System on the Organic Matter and Nitrogen Content in the Dark-Grey Podzolized Soil in the Western Forest-Steppe of the Ukraine. *Polish journal of soil science*. Polish academy of sciences. 2011. Vol. XLIV/1. P. 19–25.

6. Гамаюнова В. В., Каращук Г. В. Вплив мінеральних добрив на деякі біометричні показники та урожай сорізу при вирощуванні його в умовах зрошення півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2001. Вип. 18. С. 39–44.

7. Анащенко А. В. Реакция растений подсолнечника на изменение условий влагообеспеченности в разные этапы онтогенеза. Вопросы физиологии: сб. науч. работ. Краснодар, 1975. С. 77–82.

8. Тоцький В. М. Водоспоживання та урожайність гібридів соняшнику. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України, 2012. № 2. С. 145–147.

9. Мельник А. В., Говорун С. А. Водоспоживання та урожайність соняшнику залежно від сортових особливостей та попередників в умовах північно-східного Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2014. Вип. 3 (27). С. 173–175.

10. Толмачев В. В., Медведева Е. В. Новое направление развития культуры подсолнечника в Украине. *Агроном*. 2010. № 3. С. 159–161.

11. Левицкий А. П. Идеальная формула жирового питания. Одесская биотехнология. Одесса : НПА, 2004. 63 с.

12. Шеманская Е. И., Осейко Н. И. Фосфолипидные жировые продукты функционального назначения. *Харчова наука і технологія*. 2012. № 1(18). С. 28–31.

13. Петибская В.С. Соя: химический состав и использование / под ред. академика РАСХНВ В. М. Лукомца. Майкоп : Полиграф. Юг, 2012. 432 с.

14. О'Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства применение / пер. с англ. 2-го изд. В. Д. Широкова, Д. А. Бабейкиной, Н. С. Селивановой, Н. В. Магды. СПб: Профессия, 2007. 752 с.

15. Лукин А.А., Пирожинский С.Г. Перспективы создания растительных масел функционального назначения. *Молодой ученый*, 2013. № 9. С. 57–59.

16. Федорович Г. Т. Урожайність і якість соризу залежно від ланки сівозміни, строку сівби та системи живлення в умовах півдня України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 / ДВНЗ Херсонський держ. аграр. ун-т. Херсон, 2010. 20 с.

17. Коваленко О. А., Чернова А. В. Вплив норм висіву насіння, біопрепаратів і мікродобрих на формування висоти рослин сортів і гібридів сорго цукрового в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 101. С. 54–62.

1. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Федорчук М.І., Коваленко О. А. Добір посухостійких культур для Південного Степу України. *Науковий журнал: Зернові культури*. Том 5. № 1. Дніпро: Інститут зернових культур НААН України, 2021. С. 13–22. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0153>

2. Gamayunova V. V., Chaikina O. I. Optimization of nutrition and accumulation of aboveground biomass by triticale plants. Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and

agricultural sciences: Collective monograph. Riga, Latvia : «Baltija Publishing», 2021. 1163 p. P. 177–194. DOI [https://doi.org/10.30525/978-9934-2\(8239\)\(%\)\[\[0-9\]\]86-5-9](https://doi.org/10.30525/978-9934-2(8239)(%)[[0-9]]86-5-9)

18. Davis-Knight H., Weightman R. The potential of triticale as low input cereal for bioethanol production. ADAS UK Ltd, Centre for Sustainable Crop Management, Project Report № 434, November 2010.

19. Рибалка О. І., Моргун В. В., Моргун Б. В., Починок В. М. Агрономічний потенціал і перспективи тритикале. Физиология растений и генетика. 2015. Т. 47. № 2. С. 95–111.

20. Van Barneveld R.J., Cooper K.V. Nutritional quality of triticale for pigs and poultry Proc. 5th Int. Triticale Symp., Radzikow, Poland, 30 Junem – 5 July 2002. 1. P. 277.

21. Гамаюнова В. В., Дворецкий В. Ф., Сидякина Е. В. Изменение водопотребления яровых зерновых культур под влиянием фона питания и биопрепарата Эскаорт-био. Аэкономика: экономика и сельское хозяйство. 2017. № 8 (20). URL: <http://aeconomy.ru/science/agro/izmenenie-vodopotrebleniya-yarovykh/>

22. Gamajunova V. V., Kuvshinova A. O., Kudrina V. S., Sydiakina O. V. Influence of biologics on water consumption of winter barley and sunflower in conditions of Ukrainian Southern Steppe. *Innovative Solutions In Modern Science*. No 6 (42). New York, 2020. P. 149–176.

23. Домарацький О.О., Сидякіна О.В., Іванів М.О., Добровольський А.В. Біопрепарат нового покоління групи Хелафіт у технології вирощування гібридів соняшнику на півдні України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. Херсон, 2017. Вип. 98. С. 51–56.

24. Гамаюнова В.В. Ефективність зрошення та вплив добрив на використання вологи рослинами і підвищення стійкості землеробства зони Степу / Монографія «Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти (за науковою редакцією С.А. Балюка, В.В. Медведєва, Б.С. Носка) Харків : Стильна типографія, 2018. 364 с. С. 108–126.

25. Kovalenko O., Gamajunova V., Neroda R., Smirnova I., Khonenko L. Advances in Nutrition of Sunflower on the Southern Steppe of Ukraine. *Springer International Publishing Switzerland. Soils Under Stress*. 2021. P. 215–223.

26. Gamayunova V., Sydiakina O., Dvoretzkyi V., Markovska O. Productivity of Spring Triticale under Conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2021, 22(2), 104–112. URL: <https://doi.org/10.12912/27197050/133456>

27. Barczak B., Lopushniak V., Moskal M. Yield of spring barley in conditions of Sulphur fertilization. *Journal of Central European Agriculture*, 2019, 20(2). P. 636–646.

28. Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Глушко Т.В., Музика Н.М. Значення родючості ґрунтів та дотримання землеробства у збільшенні виробництва зерна та ефективного використанні вологи рослинами в умовах південного Степу України. Сборник научных трудов «Азербайджанского научно-произв. объединения Гидротехники и Мелиорации за 2019 год, XXXIX том, Баку: 2019 год, «Элм» 430 с. С. 192–198.

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-240-4-2>

Мищенко С. В.

*доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу селекції і насінництва конопель
Інститут луб'яних культур
Національної академії аграрних наук України
м. Глухів, Сумська область*

НАПРЯМИ СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИХ ІННОВАЦІЙ У КОНОПЛЯРСТВІ, ПРИНЦИПИ ЇХ ФОРМУВАННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ В АГРОПРОМИСЛОВУ ДІЯЛЬНІСТЬ

Анотація. *Формування нової парадигми розвитку агропромислового комплексу в 20 ст. можливе лише за умови активного та виваженого впровадження інновацій. Найбільш важливими з них є селекційно-генетичні. Разом з тим визначено наступні пріоритети сучасної селекції промислових конопель: волокнистий, енергетичний, насінневий, медичний і універсальний. Для створення сортів, спеціалізованих за напрямками господарського використання, розроблено методологію використання самозапилених ліній при отриманні гетерозисних гібридів і синтетичних популяцій. Запропоновано додаткові методи селекції: використання гаметоцидів, способи оцінки рослинних зразків за канабіноїдами, прийоми роботи в культурі in vitro. За останнє десятиріччя створено конкурентоздатні сорти промислових конопель як селекційно-генетичні інновації та складові моделі інноваційного провайдингу в агропромисловій сфері. До них належать сорти Вікторія, Глесія, Миколайчик, Артеміда, Гармонія, Вік 2020, Глухівські 51, Глухівські 85.*

Вступ

Значні зрушення в аграрному секторі економіки, зміна економічно-маркетингового, правового та інформаційного середовища на фоні процесів глобалізації на сучасному рівні вже вимагають реального та практичного впровадження інноваційних напрямів [1]. Не зважаючи на весь свій масштабний потенціал, сучасний український агропромисловий комплекс зможе ефективно розвиватися лише за умов активного інноваційного розвитку підприємств, що його формують. Для ефективного

інноваційно-інвестиційного існування агропромислового сектору України необхідним є впровадження такої моделі інноваційного розвитку, яка б забезпечувала баланс між модернізацію виробництва і впровадженням результатів наукових розробок, нових продуктів і технологій виробництва. Для підвищення рівня інноваційної діяльності та інвестиційної привабливості вітчизняних агропромислових підприємств запропоновано модель їх модернізації на засадах інноваційного провайдингу [2].

Сфері аграрної науки у моделі інноваційного провайдингу належить важливе місце, адже вона є генератором наукових ідей та інноваційних розробок. Разом з тим, у сфері підприємницького середовища агропромислового комплексу, згідно з запропонованою моделлю, існує три напрями впровадження інновацій:

- селекційно-генетичні;
- екологічні та виробничо-технологічні;
- організаційно-управлінські [2].

Основними напрямками селекційно-генетичних інновацій за сучасних умов у аграрному секторі є наступні: нові сорти культур з високою потенційною продуктивністю; відновлювана та екологічно безпечна біопродукція; нові сорти і гібриди культур з покращеними якісними параметрами; адаптаційні культури (створення сортів, що більш пристосовані до несприятливих погодних умов) тощо [2].

Особливості й етапність формування селекційно-генетичних інновацій на прикладі створення нових сортів рослин наступна. На основі потреб ринку визначають напрями і теоретичні моделі сортів, потім йде розробка інноваційних методів, прийомів і способів селекції, в результаті застосування яких створюються нові сорти із заданим рівнем продуктивності, принципово відмінними ознаками і властивостями. Перед впровадженням сорту в агропромислове виробництво обов'язково розробляють сортову технологію вирощування або хоча б її елементи. У разі виникнення нових потреб ринку описаний цикл повторюється (рис. 1).

Зазначені напрями інновацій характерні й для селекції промислових конопель (*Cannabis sativa* L.). Процес створення нових сортів з високою потенційною продуктивністю, кращими якісними показниками продукції, стійкістю до абіо- та біотичних чинників носить перманентний характер, оскільки всім сортам властива генетично обумовлена здатність до виродження (наприклад, через накопичення у генофонді популяції негативних мутацій, кліматичні флуктуації

тощо). Потреба у нових сортах конопель посівних викликана і змінними потребами виробництва та ринку коноплепродукції.



Рис. 1. Циклічність формування селекційно-генетичних інновацій на прикладі сорту рослин

1. Напрями селекційно-генетичних інновацій у коноплярстві

Традиційно коноплі – це волокниста культура універсального використання (для отримання стебел, волокна чи насіння), але останнім часом вона стає затребуваною як харчова й олійна, біоенергетична й лікарська рослина. Спостерігається спеціалізація у створенні і впровадженні сортів за напрямками господарського використання, що сприяє створенню сировинної бази для ефективної організації різновекторних виробництв, зокрема, біоенергетичних і текстильних виробів, продуктів збалансованого харчування, гігієнічних та косметичних засобів, ліків тощо. Водночас виникає необхідність розробки нової методології селекції конопель, яка б прискорювала процес формотворення нових генотипів.

У результаті вирощування даної культури (хоча б як нішевої) отримують відновлювальну екологічно-безпечну біопродукцію (ще один напрям селекційно-генетичних інновацій). Саме в умовах раціонального природокористування культивування промислових конопель потенційно сприятиме розвитку сільських територій на засадах екологічності, енергонезалежності й енергоефективності. Актуальність, соціальна та економічна значимість створення і впровадження у сільськогосподарське виробництво конкурентоздатних сортів конопель також визначається задекларованими цілями сталого розвитку України [3], зокрема в частині досягнення продовольчої безпеки, поліпшення харчування і сприяння розвитку

сільського господарства та інновацій, забезпечення здорового способу життя, доступу до недорогих, надійних, стійких і сучасних джерел енергії, забезпечення екологічної стійкості населених пунктів, забезпечення переходу до раціональних моделей споживання і виробництва, вжиття невідкладних заходів щодо боротьби зі зміною клімату та її наслідками, захисту та відновлення екосистем і сприяння їх раціональному використанню, припинення і повернення назад процесу деградації земель [3] тощо.

У зв'язку з глобальною енергетичною кризою, потребою у збереженні частки лісів у структурі екологічно стабільних територій і оптимізації відношення екологічно нестабільних земель до площ стабільних сільськогосподарських угідь перспективним став напрям використання біомаси конопель як енергетичної сировини, оскільки за теплотворною здатністю стебла конопель (3760) дещо поступається кам'яному вугіллю (4800), але перевищують аналогічний показник для м'яких порід дерев (2700) і торфу (2030 ккал/кг) [4]. Використання стебел конопель на енергетичні цілі є перспективним напрямом ще й тому, що існує можливість використовувати на паливо як усе стебло (але це є менш рентабельним), так і його окремі складові [4], наприклад, кострицю, яка утворюється в процесі переробки, чи рослинні рештки, що залишаються після збирання насінневих посівів (це є більш економічно вигідно). Останнім часом виникло питання про заміну целюлози, одержаної з деревини лісових порід, на конопляну, адже 1 га лісу в Україні дає річний приріст деревини в залежності від породи та погодних умов 2,0–2,4 т, тоді як окремі сорти конопель мають урожайність сухих стебел вище 14 т [4].

Коноплі здатні накопичувати загальну біомасу до 20 т і більше, яка може бути використаною для виробництва енергії у таких напрямках:

- спалювання для обігрівання приміщень чи вироблення електричної енергії;
- виробництво з біомаси синтетичного газу, що має вміст енергії біля 40 % від дизельного пального і може бути використаним для вироблення тепла або електричної енергії;
- отримання з олії конопель дизельного пального;
- виробництво гідролізного (ферментного) спирту з целюлози;
- отримання біогазу (під час анаеробних процесів виділяється метан, який використовують для вироблення тепла і електроенергії) та збагаченого Нітрогеном органічного добрива [4].

Коноплі є конкурентоздатними, порівняно з іншими біоенергетичними культурами, наприклад кукурудзою і цукровими буряками саме при виробництві біогазу і багаторічними рослинами при виробництві твердого біопалива, оскільки дають високі урожаї біомаси і добрий питомий вихід метану з потенціалом збільшення за умови попередньої обробки сировини [5–9]. Найбільше метану з гектара посіву можна отримати при збиранні конопель восени, коли найбільший урожай біомаси. Виробництво біогазу з конопель більш витратне, але в результаті можна отримати більш якісне паливо [9]. Вихід енергії з одиниці площі конопель при використанні на тверде біопаливо також найбільший восени, але біомаса даної культури демонструє відмінності у властивостях палива (теплотворна здатність, теплота згорання, зольність тощо) залежно від сезону: ліпшими вони є при збиранні взимку і весною. Наприклад, теплота згорання біомаси конопель, зібраної у серпні – грудні складала 18,4, а у січні – квітні – 19,1 МДж · кг⁻¹ [9–12], перевищуючи аналогічні показники топінамбура (16,5) і незначним чином поступаючись міскантусу (19,8 МДж · кг⁻¹) [13].

Можна виділити наступні агроекологічні переваги культивування конопель на енергетичні цілі в умовах раціонального природокористування:

- коноплі – добрий попередник для інших культур у сівозмінах, вони здатні зменшувати забур'яненість полів, а відтак – хімічне навантаження на довкілля;
- мають високу ґрунтозахисну здатність від водної ерозії;
- біоремедіаційна культура (придатні для вирощування на забруднених землях важкими металами і радіонуклідами);
- культура безвідходного виробництва, бо виключно усі частини рослин придатні для переробки і виготовлення широкого асортименту продукції (рис. 2).

У конопель відсутня несумісність з іншими сільськогосподарськими культурами, майже немає спільних шкідників та хвороб, тому вони можуть входити до будь-яких сівозмін і значно урізноманітнювати їх. Крім того, вони є добрим попередником для багатьох культур в ланках сівозмін, оскільки поліпшують структуру ґрунту, не знижують вміст гумусу, і значно зменшують забур'яненість полів – під пологом густого стеблостою до кінця вегетаційного періоду бур'яни гинуть, а відтак – сприяють зменшенню хімічного навантаження на довкілля, тому що в наступній ланці сівозміни часто відпадає потреба у застосуванні

засобів захисту від бур'янів, шкідників чи хвороб. Коноплі потребують внесення порівняно високих доз добрив (відповідно на сірих лісових і темно-сірих опідзолених ґрунтах вносять $N_{90-120} P_{60-90} K_{60-90}$, на чорноземах – $N_{45-60} P_{45-60} K_{45-60}$), але їх післядія добре помітна на наступний рік.



Рис. 2. Позитивні аспекти культивування конопель в умовах раціонального природокористування

Практичні заходи щодо захисту ґрунтів від ерозії полягають у зменшенні або ж повному припиненні поверхневого стоку збільшенням водопроникності ґрунтів, створенням штучного мікрорельєфу, поліпшенням структурного стану, безпечним відведенням стікаючих вод, зменшенням концентрації водних потоків та їхньої швидкості, захистом поверхні ґрунтів від руйнівної енергії крапель дощу [14]. Коноплі мають ґрунтозахисну здатність 50, 46 і 41 % за крутизни схилу 3, 6 і 9° відповідно, яка знаходиться приблизно на одному рівні зі стернею озимих культур, ячменем, просом і вівсом, поступаючись лише багаторічним травам і озимим зерновим [14], тобто включення конопель у сівозміни досить позитивно сприяє охороні ґрунтів і від водної ерозії.

Відновлення техногенно забруднених важкими металами ґрунтів за використання біологічних методів (біоремедіації) є перспективним

напрямом в науці та виробництві, що динамічно розвивається [15]. Активно досліджуються фітомеліоративні властивості рослин конопель – їх здатність до накопичення важких металів [16; 17]. При розробці заходів відновлення забруднених радіонуклідами і/або важкими металами ґрунтів актуальною постає проблема вибору серед великого біорізноманіття виду дикорослих чи культурних рослин, які можна запропонувати для вирощування на таких площах (насамперед вони повинні в процесі росту і розвитку мати низький рівень накопичення радіонуклідів). Саме коноплі є одним з небагатьох видів рослин, що здатні рекультивувати забруднені та виведені з обороту землі і таким чином поліпшувати екологічний стан довкілля, зокрема встановлено, що саме коноплі досить толерантні до токсичності Cd і придатні для вирощування на Cd-забрудненому ґрунті [18], інших важких металів (As, Pb, Ni, Hg) [19], внаслідок чого можуть бути використані як потенційна культура для очищення від них ґрунту [20].

Також обґрунтовано доцільність вирощування конопель на радіоактивно забруднених ґрунтах як один з методів відновлення цих територій і з точки зору можливостей їх раціонального сільсько-господарського використання [21; 22]. Встановлено, що коефіцієнт накопичення ^{137}Cs в рослинах зменшується зі збільшенням вмісту радіонуклідів у ґрунті, причому протягом всього вегетаційного періоду. Винесення радіоактивного забруднення при вирощуванні даної культури незначне – коефіцієнт виносу K становив 0,0430–0,2477 %. Відносний розподіл ^{137}Cs (вміст від загального) у рослинах конопель наступний: у листках і суцвітті – 32,7–54,2, коренях – 16,2–38,6, стеблах, які, власне, і мають технічне значення, – 26,3–35,4 % (у середньому близько 30 %). Після переробки стебел забруднення приблизно порівну розподіляється між волокном і кострицею. Незначні рівні забруднення рослин конопель обумовлюють невеликі рівні радіоактивного забруднення у повітрі та на поверхні машин в процесі збирання урожаю [21], що є дуже важливим.

Порівняно з насінням і зеленою масою сої й амаранту, виявлено найнижчі показники питомої активності ^{137}Cs саме у волокні конопель – 155 Бк/кг сорту ЮСО 11 і 107 Бк/кг сорту ЮСО 31, це свідчить про можливість вирощування цієї культури на радіоактивно забруднених територіях і використання в технічних цілях. Результати проведених досліджень свідчать, що внаслідок внесення неорганічних добрив підвищується урожайність конопель, а питома активність ^{137}Cs зменшується [22].

Коефіцієнт накопичення радіонуклідів у рослинах обернено пропорційний величині повної біомаси рослин, тобто на радіоактивно забруднених територіях з метою їх реабілітації доцільно вирощувати культури із малим співвідношенням біомаси кореневої системи до повної біомаси рослин [21]. До таких рослин і належать коноплі, у яких маса кореневої системи відносно маси надземної частини у період стиглості жіночих рослин складає для північного еколого-географічного типу 8,0, середньоєвропейського – 9,7 і південного – 11,5–13,2 % [23].

Інша селекційно-генетична інновація – розробка технології вирощування сільськогосподарських культур в умовах органічного землеробства. Для конопель даний напрям є відносно новим, тому поряд з технологіями культивування [24] розробляються прийоми селекції, спрямовані на створення сортів, більшою мірою придатних до органічного землеробства [25].

Невпинно підвищується інтерес до переорієнтації промислових конопель як культури медичного напрямку використання, оскільки неспсихотропні канабіноїди мають низку лікувальних властивостей проти тяжких хвороб чи подолання їх симптомів. Сорти такого типу повинні мати високий уміст канабідіолу, канабігеролу, канабіхромену чи інших неспсихотропних канабіноїдів, і одночасно не містити (чи містити не вище 0,08 %) тетрагідроканабінолу. Відповідно з цим у вітчизняній науці уточнюються методи селекції [26–28].

Таким чином, у сучасній селекції промислових конопель можна виділити наступні напрями: 1) волокнистий; 2) енергетичний; 3) насіннєвий; 4) медичний; 5) універсальний.

2. Нові методи, прийоми і способи селекції промислових однодомних конопель

У світовій селекційній практиці сформувались наступні мета й основні завдання сучасної селекції конопель: підвищення урожайності волокна і його якості, стебел, насіння, контроль за ознаками однодомності і вмістом канабіноїдних сполук, стабілізація тривалості вегетаційного періоду і створення стійкого до шкідників і хвороб вихідного матеріалу. Основними класичними методами селекції даної культури є масовий та індивідуальний добір, кросбридинг, інбридинг і гібридизація, штучно індукований мутагенез. Додатково розробляються біотехнологічні методи селекції і молекулярні технології, зокрема використання генетичних маркерів для маркування селекційних ознак і добору,

однак розробка останніх ще розвивається і знаходиться на початкових етапах впровадження. Зважаючи на окреслені напрями селекційно-генетичних інновацій та виділені напрями селекції, перед вченими постає важливе завдання розширення сортової різноманітності культури конопель, оптимізуючи та прискорюючи при цьому селекційний процес. За останнє десятиріччя розроблено методологію використання самозапилених ліній в селекції однодомних конопель [29].

Обґрунтована наступна теоретична модель самозапиленої лінії як компонента схрещувань:

- повна відсутність канабіноїдних сполук у родоводі сім'ї, що стабільно проявляється протягом декількох інбредних поколінь, тобто відсутність мутаційного тиску за цією ознакою;
- відсутність у статевій структурі плосконі однодомних конопель, перезаплення з яким веде до дводомності;
- статева структура, яка майже на 100 % складається з однодомної фемінізованої матірки – основного статевого типу сучасних конопель, частка чоловічих квіток у суцвітті якого не перевищує 30 %;
- висока продуктивність за однією чи комплексом ознак;
- низький ступінь прояву інбредної депресії;
- добра комбінаційна здатність [29].

У результаті багаторічних досліджень доведено ефективність створення сортолінійних, лінійносортових і міжлінійних гібридів конопель, компонентами яких були самозапилені лінії сортів Глухівські 58, Глесія і Золотоніські 15, з наявністю гетерозисного ефекту при одночасній відсутності канабіноїдів і стабільній однодомності для урізноманітнення вихідного матеріалу, розширення його генетичної основи та прискорення селекційного процесу [29–34; 35]. При цьому серед схрещувань в межах середньоевропейського еколого-географічного типу найбільшу цінність мали міжлінійні гібриди, а в межах середньоевропейського і південного – сортолінійні і лінійносортові. Зважаючи на встановлені особливості успадкування вмісту канабіноїдів та статі, при гібридизації віддалених генотипів доцільно використовувати сорт середньоевропейського еколого-географічного типу, а самозапилену лінію – південного типу [29].

Експериментально встановлено, що в селекції конопель доцільним є використання конвергентних схрещувань, особливо для отримання вихідного матеріалу з високими показниками біомаси рослин, волокнистості і насінневої продуктивності, зокрема:

- першого і третього поколінь простих лінійносортових гібридів різних еколого-географічних типів, споріднених з однією з батьківських форм ($F_1 // F_3$);
- схрещування простих міжлінійних гібридів різних еколого-географічних типів з інбредною лінією середньоєвропейського типу більш пізнього покоління від самозапилення (міжлінійний гібрид // самозапилена лінія);
- реципрокні схрещування простих міжлінійних гібридів різних еколого-географічних типів з вихідним сортом самозапиленої лінії середньоєвропейського типу (міжлінійний гібрид // сорт і сорт // міжлінійний гібрид);
- схрещування простих лінійносортових і міжсортових гібридів першого покоління, споріднених за однією з батьківських форм [29; 36; 37].

При проведенні гібридизації зразків, представлених однодомною фемінізованою матір'ю з малою часткою чоловічих квіток у суцвітті і середньоєвропейським еколого-географічним типом, крім ручної кастрації чоловічих квіток, запропоновано використання в ролі гаметоциду дибутилфталату у концентрації 2,0 (або 1,0 % за умови двохразової обробки) у фазу 5 пар листків і початку цвітіння (видалення чоловічох фертильних рослин протягом усього періоду цвітіння є обов'язковим заходом) [38]. На відміну від попередніх досліджень і рекомендацій [39] доведено, що майже для 100,0 % хімічної кастрації чоловічих квіток достатньо використовувати одноразову обробку конопель 0,3–0,6 % розчином етефону (етрелу), тобто зі зниженою концентрацією 2-хлоретилфосфонові кислоти (1440–2880 мг/л і дозою 30 мл робочого розчину на 1 м²), у фазі від п'яти пар листків до початку бутонізації, тобто до диференціації тканин статевих органів у меристематичних зонах (при цьому коноплі формують достатню кількість гібридного насіння на одній рослині для подальшого вивчення і розмноження) [38].

З метою створення високогетерозиготного продуктивного вихідного матеріалу, прискорення селекційного процесу і уникнення трудомісткої кастрації чоловічих квіток [29; 40–42] самозапилені лінії однодомних конопель успішно використані як компоненти синтетичних популяцій. Можна виділити два напрями їх створення: 1) об'єднання в єдину синтетичну популяцію однорідних самозапилених ліній одного і того ж сорту з метою стабілізації (вирівнювання) на цій основі певних селекційних ознак; 2) об'єднання в синтетичну популяцію інбредних ліній (які характеризуються низькою здатністю до самозапилення) різних

сортів і їх вільне перезапилення з метою створення селекційного матеріалу, який завдяки високому ступеню гетерозиготності зберігатиме високу продуктивність у низці послідовних генерацій (принаймі до s_{n-3}) при стабільній однодомності і відсутності канабіноїдів [29]. Слід зазначити, що як компонент різних синтетичних популяцій одна і та ж самозапилена лінія у потомстві проявляла різний рівень продуктивності [29].

На основі проведених селекційних досліджень був розроблений «Спосіб створення синтетичних популяцій конопель» [43], згідно якого для схрещування рослин самозапилених ліній в умовах штучної ізоляції у вегетаційному будинку відбирають 5 рівних кількостей насіння, що отримані від рослин 5-ти самозапилених ліній $I_4 - I_6$, кожна з яких відповідає наступним вимогам: належить до насінневого, універсального та волокнистого напрямку господарського використання; характеризується відсутністю канабіноїдних сполук за результатами тонкошарової хроматографії (за умови екстрагування хлороформом, хроматографування у системі розчинників «циклогексан – хлороформ» (20 : 15) і застосування барвника тривкого синього Б); характеризується бажаним рівнем прояву селекційних і біологічних ознак та меншою мірою здатна до самозапилення (тобто рослини якої в результаті самозапилення утворюють найменшу кількість насіння, а за даними розсадника оцінки за умови відсутності просторової ізоляції і вільного запилення пилом різного походження характеризуються високою насінневою продуктивністю). Потім проводять сівбу відібраного насіння під груповий тканинно-плівковий ізолятор, за результатами оцінки отриманого s_{n-1} добирають потомство 1–3 кращих ліній, змішують їх насіння у рівній кількості і розмножують до s_{n-3} , проводячи дворазову обробку рослин у фазу бутонізації і цвітіння водним розчином аскорбінової кислоти як антистресовим агентом у дозі 400 мг/м² (рис. 3) [29; 43].

Наведена методологія селекції промислових конопель однодомної форми на основі самозапилених ліній прогнозовано забезпечує створення стабільного матеріалу (сорту) за більш короткий проміжок часу, порівняно з використанням міжсорткових схрещувань за типом дводомні коноплі / однодомні й однодомні коноплі / однодомні, строкатість потомства яких за переважною більшістю цінних господарських і біологічних ознак вимагає проведення багаторазових поліпшувачих чи стабілізуючих доборів.

Також розроблено низку допоміжних методичних прийомів і способів, які сприяють інтенсифікації селекційного процесу,

доповнюючи описану вище методологію, зокрема проведено методичні розробки щодо зниження рівня психотропного тетрагідроканабінолу і підвищення вмісту непсихотропних канабіноїдів, які характеризуються лікувальними властивостями. Теоретично обґрунтована і доведена практикою значна ефективність зниження і стабілізації ознаки вмісту канабіноїдних сполук у послідовності «окрема рослина → селекційна сім'я → популяція сорту» (а не у зворотному напрямі як при стабілізації ознаки однодомності) [44].

Досліджено особливості динаміки накопичення канабіноїдних сполук у промислових сортів конопель [44] та сімей з підвищеним вмістом канабідіолу [45], у результаті чого встановлено, що оптимальним періодом для збирання біомаси конопель медичного напрямку використання з подальшим виділенням з неї канабідіолу та відбору зразків для аналізу вмісту канабіноїдних сполук є період від повного цвітіння до фази біологічної стиглості.

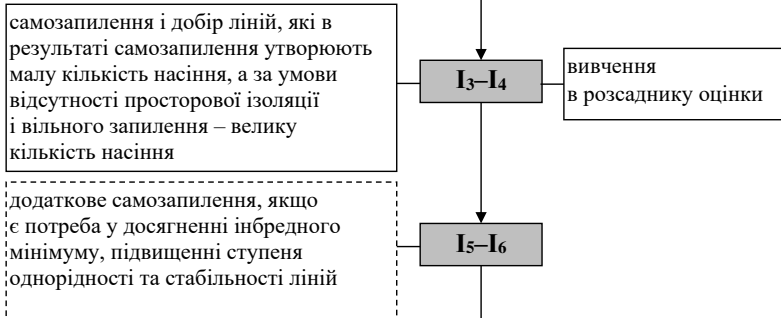
При цьому визначено, що якісну, напівкількісну і кількісну оцінку канабіноїдів за діаметрально протилежних напрямів селекції – першого на зниження до повної елімінації цих речовин і другого на підвищення вмісту непсихотропних канабіноїдів при одночасному зниженні тетрагідроканабінолу – доцільно використовувати на різних етапах селекційного процесу (рис. 4) [29].

У процесі створення сортів конопель з відсутністю усіх компонентів канабіноїдних сполук на початкових етапах селекції використовують тонкошарову хроматографію, яка дає змогу зробити напівкількісну оцінку (в балах) селекційного матеріалу загалом і окремих рослин, порівняти їх між собою за принципом «більше» чи «менше» та здійснити добір генотипів з бажаним, тобто меншим проявом канабіноїдних сполук, особливо тетрагідроканабінолу (до повної відсутності). На завершальних етапах селекції, коли вміст канабіноїдів знизиться до повної або майже повної відсутності, селекційний матеріал аналізується експрес-методом (якісна оцінка), який дозволяє у польових умовах у фазі бутонізації (до цвітіння) здійснити аналіз великої кількості (десятки тисяч) рослин і видалити нетипові особини з наявністю канабіноїдів, що сприяє як підвищенню ступеня непсихотропності, так і стабілізації ознаки відсутності канабіноїдних речовин на більш високому рівні. Кількісна оцінка методом газорідинної хроматографії потрібна на завершальних етапах селекції лише для контролю за вмістом тетрагідроканабінолу, щоб він не перевищував дозволеної законодавством норми, яка на даний час становить 0,08 % [29].

1-й етап



2-й етап



3-й етап



Рис. 3 Селекційна схема створення синтетичних популяцій конопель [29; 43]

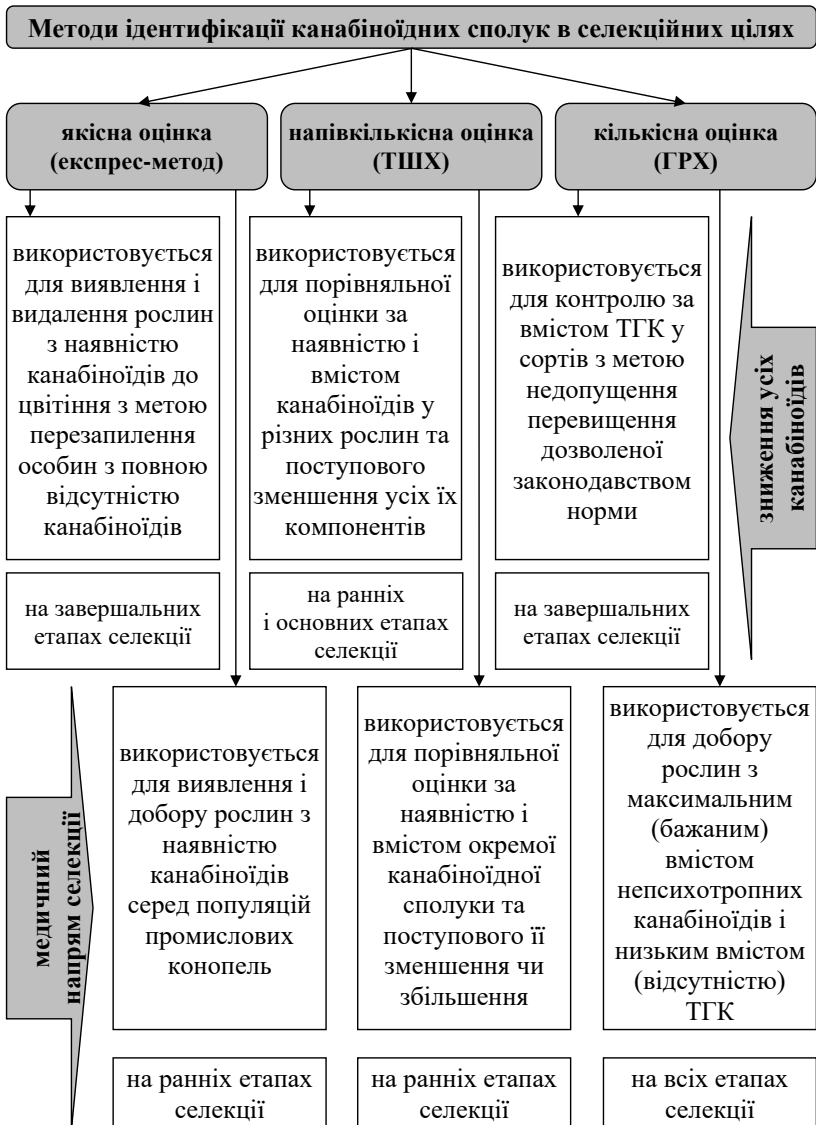


Рис. 4. Порівняльна характеристика методів ідентифікації канабіноїдних сполук за метою використання при різних напрямках селекції [29]

У процесі створення сортів медичного напрямку використання з підвищеним вмістом неспсихотропних канабіноїдів експрес-метод використовують виключно на початкових етапах селекційного процесу з метою виявлення рослин з позитивною реакцією на канабіноїди. У подальшому серед відібраних за результатами експрес-методу рослин залишають лише ті, які за даними тонкошарової хроматографії містять потрібні неспсихотропні канабіноїди за принципом «більше» і тетрагідроканабінол за принципом «менше» аж до повної відсутності. Таким способом проводять 1–3 добори, а у подальшому використовують кількісну оцінку методом газорідинної хроматографії. Не зважаючи на витратність її проведення і можливості аналізу порівняно обмеженої кількості зразків, на сьогодні це єдиний метод, який є найбільш ефективним для добору генотипів з підвищеним вмістом неспсихотропних канабіноїдів і зниженим вмістом тетрагідроканабінолу [29].

У зв'язку з розвитком нового напрямку селекції конопель – медичного – удосконалено «Спосіб оцінки рослин конопель на наявність канабіноїдних сполук» [46]. Він включає проведення якісної реакції зі спиртовим розчином барвника тривкого синього Б і оцінку рослин конопель на наявність канабіноїдів за зміною інтенсивності забарвлення в зоні дифузії екстракту, при цьому використовують 5 мл 0,04 % розчину барвника тривкого синього Б в етанолі (чітко визначеної концентрації), для приготування якого наважки заздалегідь готують в лабораторії з використання аналітичних ваг, і порівняння з попередньо нанесеними екстрактами етанолу-свідка із заданим вмістом канабіноїдних сполук на пластини з фільтрувального паперу без просочування натрій карбонатом.

Також останнім часом розроблено окремі способи і прийоми культивування промислових неспсихотропних конопель середньоевропейського еколого-географічного типу в культурі *in vitro*, зокрема:

– спосіб розмноження рослин з насіння з низькою схожістю та життєздатністю (для стерилізації насіння застосовують розчин гіпохлориту натрію у зниженій концентрації до 1,5 % з експозицією 12,5 хв, насіння висаджують на живильне середовище Мурасіге і Скуга з макро- і мікроелементами у повній дозі, до складу якого входить 5,0 мг/л тіаміну, 1,0 мг/л піридоксину, 5,0 мг/л аскорбінової кислоти, 0,4 мг/л гіберелової кислоти, 4,0 мг/л бурштинової

кислоти, 15,0 г/л сахарози і яке не містить нікотинової кислоти, культивують за замінної температури: 3–4 доби при температурі 20–22 °С і надалі при температурі 24–26 °С [47; 48];

– спосіб індукції калюсогенезу (сегменти гіпокотила довжиною 4–8 мм зі стерильних пагонів віком 7–14 діб культивують на середовищі Мурасіге і Скуга з макро- і мікроелементами у повній дозі, до складу якого входять 5,0 мг/л тіаміну, 1,0 мг/л піридоксину, 7,5 мг/л аскорбінової кислоти, 2,0 мг/л гліцину, 100,0 мг/л мезоінозиту, 0,5 мг/л 2,4-дихлорофеноксіоцтової кислоти, 0,3 мг/л кінетину, 0,5 мг/л гібереллової кислоти, 30,0 г/л сахарози і яке не містить нікотинової кислоти) [49; 50];

– додавання до середовища аскорбінової кислоти як антиоксиданта, що поліпшує виживання та ріст експлантів [51; 52];

– модифіковане живильне середовище для культивування Мурасіге і Скуга, до якого внесено наступні зміни складових: 2400 мг/л (30 мМ) NH_4NO_3 , 1768 мг/л (17,5 мМ) KNO_3 , 136 мг/л (1 мМ) KH_2PO_4 , 34,72 мг/л (125 мкМ) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, комплексованого (хелатованого) EDTA-Na_2 , 12,36 мг/л (200 мкМ) H_3BO_3 , комплексованого (хелатованого) $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$, 0,05 мг/л (0,2 мкМ) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0,05 мг/л (0,2 мкМ) $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 5 мг/л аскорбінової кислоти (вітамін С), 1 г/л активованого вугілля, 10–30 г/л глюкози, 8 г/л агару і вилучено нікотинову кислоту (вітамін РР) [52; 53].

3. Сорти промислових конопель як селекційно-генетичні інновації та складові моделі інноваційного провайдингу в агропромисловій сфері

Селекція відіграє визначальну роль у забезпеченні людства продуктами харчування і промисловості сільськогосподарською сировиною. Специфічною функцією селекції є створення нових сортів і гібридів сільськогосподарських культур для збільшення обсягів виробництва та поліпшення якості продукції. Впливаючи безпосередньо на підвищення рівня продуктивності та рентабельності сільського господарства, селекція перетворюється в ефективний засіб виробництва [54]. У сучасних умовах селекційні дослідження спрямовані на поглиблення генетичних знань про успадкування кількісних і якісних ознак, про стійкість до стресових факторів довкілля і використання цих знань для створення вихідного матеріалу, для селекції високопродуктивних сортів рослин, адаптованих до зональних умов вирощування. Все більшого значення набуває впровадження досягнень

біотехнології в генетико-селекційний процес, що сприяє пошуку нових перспективних напрямів [54].

У результаті впровадження як класичних схем селекційного процесу, так і описаної новітньої методології разом з додатковими способами і прийомами, за останнє десятиріччя в Інституті луб'яних культур НААН створено низку перспективних сортів промислових конопель універсального та спеціалізованого напрямів господарського використання – Вікторія, Глесія, Миколайчик, Артеміда, Гармонія, Вік 2020, Глухівські 51, Глухівські 85 (рис. 5) [55–60].

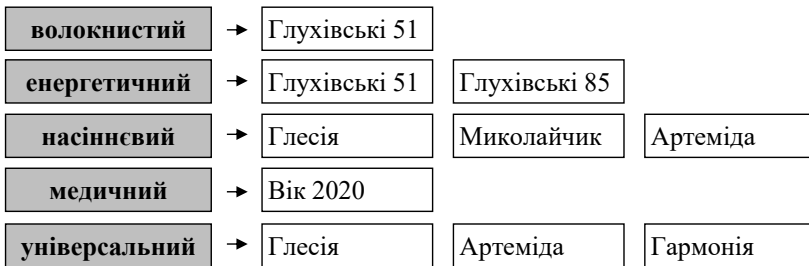


Рис. 5. Розподіл сучасних сортів конопель за напрямками господарського використання

Сорт Вікторія (автори – Лайко І. М., Вировець В. Г., Кириченко Г. І., Щербань І. І.) – перший стабільний сорт з відсутністю канабіноїдних сполук, який одночасно поєднує урожайність на рівні сорту-стандарту. Отриманий методом добору із сорту ЮСО 31 на зниження вмісту тетрагідрокабінолу та зближення початку цвітіння чоловічих і жіночих квіток у суцвітті. Урожайність стебел – 7,9 т/га, загального волокна – 2,7 т/га (за умови вирощування на зеленець), вихід загального волокна 34,9 %, урожайність насіння – 1,2 т/га (за умови вирощування на двобічне використання) [44]. З 2011 р. занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Сорт Глесія (автори – Лайко І. М., Вировець В. Г., Кириченко Г. І., Щербань І. І., Міщенко С. В., Мигаль М. Д.) отримано методом сімейно-групового добору із сорту конопель Глера у напрямках підвищення насіннєвої продуктивності, зближення строків початку цвітіння чоловічих і жіночих квіток, повної відсутності канабіноїдних сполук. Належить до середньостиглої групи.

Тривалість вегетаційного періоду до технічної стиглості становить 87–95, до біологічної стиглості – 119–125 діб. За даними конкурсного сортовипробування при вирощуванні з метою отримання волокна (на зеленець) урожай стебел становить 7,5–9,0 т/га, волокна – 2,0–2,9 т/га (зокрема довгого 2,1–2,8 т/га), вихід волокна – 29,3–33,3 % (зокрема довгого 27,0–31,4 %). Сорт Глесія – чемпіон серед однодомних промислових конопель за насінневою продуктивністю. При вирощуванні з метою отримання волокна і насіння (на двобічне використання) урожай насіння становить 1,6–2,2 т/га, що на 49,1 % вище за сорт-стандарт Гляна, урожай стебел – 6,5–8,5 т/га, волокна – 2,2–3,1 т/га (зокрема довгого 2,0–3,0 т/га), вихід волокна – 31,0–34,5 % (зокрема довгого 29,0–32,8 %). Статева структура популяції сорту Глесія складається з 91,0–98,0 % рослин однодомної фемінізованої матірки, яка має компактне суцвіття (здебільшого ромбоподібне) і переважну більшість жіночих квіток. Рослини плосконі однодомних конопель (дестабілізатора однодомності) відсутні. Має середню стійкість до пошкодження шкідниками і ураження хворобами [61]. З 2016 р. занесений до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні.

Сорт Миколайчик (автори – Лайко І. М., Вировець В. Г., Кириченко Г. І., Міщенко С. В., Кмець І. Л.) отримано методом складної гібридизації (ЮСО 31 // Глера / Fasamo /// Глухівські 18) з наступним сімейно-груповим добором у напрямках скоростиглості, підвищення насінневої продуктивності, стабілізації однодомності та зниження вмісту канабіноїдних сполук. Сорт Миколайчик – сорт нового покоління насінневого напрямку використання, характеризується високою урожайністю насіння, підвищеним вмістом олії, поліпшеним її жирнокислотним складом шляхом збалансування оптимального співвідношення ω -3 і ω -6, нижчою висотою рослин на 10–15 см, порівняно з іншими сортами, поширеними у виробництві, що полегшує процес збирання насінневих посівів конопель зернозбиральним комбайном. Чудово реагує на збільшення площі живлення рослин формуванням ромбоподібних фемінізованих суцвіть, які більш продуктивні за масою насіння. Належить до середньостиглої групи. Тривалість вегетаційного періоду до технічної стиглості у середньому становить 94, до біологічної стиглості – 124 доби. За даними конкурсного сортовипробування з метою отримання волокна урожай стебел у середньому становить 8,7 т/га, волокна – 2,6 т/га,

вміст волокна – 29,3 %; з метою отримання волокна і насіння урожай насіння у середньому становить 1,45 т/га, що істотно перевищує сорт-стандарт Гляна (за інтенсивної технології вирощування і сприятливих агрокліматичних умов потенційні можливості сорту у формуванні насінневої продуктивності ще вищі), вміст олії в насінні – 35,2 %. Статева структура популяції сорту Миколайчик складається більш ніж з 95,0 % рослин однодомної фемінізованої матірки, яка має компактне суцвіття (здебільшого ромбоподібне) і переважну більшість жіночих квіток (близько 70 %). Рослини плосконі однодомних конопель, яка є дестабілізатором ознаки однодомності, відсутні. Має середню стійкість до пошкодження шкідниками і ураження хворобами [62]. З 2019 р. занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Сорт Артеміда (автори – Лайко І. М., Міщенко С. В., Вировець В. Г., Кириченко Г. І.) маючи проміжне успадкування ознаки тривалості вегетаційного періоду батьківських форм, що належать до різних еколого-географічних типів – середньоевропейського і південного (94 доби до технологічної стиглості і 118 діб до біологічної), вдало поєднав рівень вираження цінних господарських ознак більш ранньостиглого сорту і більш пізньостиглого: при вирощуванні на зеленець дає істотно вищий урожай волокна – 2,56 т/га, вихід всього волокна – 30,4 %, зокрема довгого волокна – 27,6 %. При вирощуванні на волокно і насіння, поступаючись за висотою рослин, що позитивно для збирання насіння зернозбиральним комбайном, має істотно вищий урожай насіння (1,29 т/га), вміст олії (36,8 %) та урожай волокна (2,01 т/га) за сорт-стандарт. Примітною ознакою сорту є здатність давати дружні сходи та інтенсивний ріст на початку вегетації, що сприяє зменшенню забур'яненості посіву [63]. З 2020 р. занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Сорт Гармонія (автори – Міщенко С. В., Лайко І. М., Вировець В. Г., Кириченко Г. І., Лайко Г. М.) створений за інноваційною методикою на основі самозапилених ліній і гетерозисної селекції. При вирощуванні для отримання волокна суттєво перевищує сорт-стандарт за виходом волокна (30,9 %), зокрема і довгого волокна (27,8 %), від якого безпосередньо залежить його висока якість. При вирощуванні для отримання волокна і насіння суттєво перевищує за урожаєм насіння (1,23 т/га), вмістом олії в насінні (36,5 %) і виходом всього волокна (32,1 т/га), що також робить його

універсального напрямку використання [60]. З 2021 р. занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Сорт Вік 2020 (автори – Лайко І. М., Міщенко С. В., Кириченко Г. І., Вировець В. Г.) – перший на теренах України сорт з підвищеним вмістом канабігеролу (близько 1%), який не належить до психотропних сполук і характеризується низкою лікувальних властивостей. Характеризується урожайністю за основними господарськими показниками не нижче сорту-стандарту Гляна [60]. З 2021 р. занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Сорт Глухівські 51 (автори – Лайко І. М., Вировець В. Г., Кириченко Г. І., Міщенко С. В.) отримано методом гібридизації дводомних і однодомних конопель (ЮС 8 / ЮСО 46 // ЮС 22 / ЮСО 45) з наступним сімейно-груповим добором у напрямках підвищення вмісту волокна в стеблах та формування біомаси, стабілізації однодомності та повної відсутності канабіноїдних сполук. Сорт є унікальним і неперевершеним у світовій селекції конопель за вмістом волокна при добрій його якості. Належить до середньостиглої групи. Тривалість вегетаційного періоду до технічної стиглості становить 95–100, до біологічної стиглості – 120–125 діб. За даними конкурсного селекційного сортовипробування при вирощуванні на зеленець урожай стебел становить 9,5–10,5 т/га (за інтенсивної технології вирощування сорт здатен формувати ще вищий урожай стебел), волокна – 3,3–3,6 т/га (зокрема довгого 2,8–3,1 т/га), вміст волокна – до 38,9%, вихід довгого волокна – до 35,8%, що суттєво перевищує сорт-стандарт Гляна. Якісні показники волокна наступні: середній номер довгого волокна – 6,3, розривне навантаження – 38,0 даН, лінійна щільність – 37 текс. При вирощуванні на двобічне використання урожай насіння становить 0,9–1,0 т/га. Статева структура популяції сорту Глухівські 51 складається з 90,0–95,0% рослин однодомної фемінізованої матірки, яка має компактне суцвіття і переважну більшість жіночих квіток. Рослини плосконі однодомних конопель (дестабілізатора однодомності) відсутні. Має середню стійкість до пошкодження шкідниками і ураження хворобами. Стійкий до осипання насіння [64]. З 2018 року занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Сорт Глухівські 85 (автори Лайко І. М., Вировець В. Г., Кириченко Г. І., Міщенко С. В., Щербань І. І., Кмець І. Л.) – яскраво

виражений сорт біоенергетичного і волокнистого напрямів господарського використання. Порівняно з сортом-стандартом він має більш тривалий період вегетації, а саме – 104 доби до технічної стиглості 127 діб до настання фази біологічної стиглості. Сорт має нижчу насінневу продуктивність і вміст олії, але за ознаками волокнистості істотно перевищує сорт Гляна та переважну більшість поширених у виробництві сортів конопель, зокрема висота рослин складає за середніми багаторічними даними 235,3 см, урожайність стебел – 9,41 т/га (за інтенсивної технології вирощування – 10,5–12,5 т/га), урожайність всього волокна – 3,05 т/га, зокрема довгого волокна – 2,67 т/га, вихід всього волокна – 32,4 %, зокрема довгого волокна – 29,3 % при вирощуванні на зеленець; висота стебел – 275,6 см, урожайність всього волокна – 3,12 т/га, зокрема довгого волокна – 2,50 т/га, вихід всього волокна – 33,0 %, зокрема довгого волокна – 27,9 % при вирощуванні на двобічне використання. Відмінною рисою сорту є досягнення елітними рослинами на селекційному розсаднику висоти 4–5 м [65]. З 2019 р. занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Сучасні сорти конопель характеризуються мінорними кількостями тетрагідроканабінолу, які межують з повною відсутністю (від 0 до 0,0073 %, тобто в десятки разів менше дозволеної чинним законодавством норми). Такий вміст тетрагідроканабінолу забезпечує відсутність психотропності у низці послідовних генерацій в процесі репродукування (системі насінництва).

Спеціалізація окремих сортів промислових конопель за основними господарськими показниками з одного боку та універсальність використання з другого боку цілком здатні задовольняти вимоги виробництва, які ставляться до них.

Висновки

Формування нової парадигми розвитку агропромислового комплексу в 20 ст. можливе лише за умови активного та виваженого впровадження інновацій, зокрема селекційно-генетичних. Для створення сортів промислових конопель розроблено методологію використання самозапилених ліній при отриманні гетерозисних гібридів і синтетичних популяцій. Запропоновано додаткові методи селекції: використання гаметоцидів, способи оцінки рослинних зразків за канабіноїдами, прийоми роботи в культурі *in vitro*. Створено конкурентоздатні сорти промислових конопель як

селекційно-генетичні інновації та складові моделі інноваційного провайдингу в агропромисловій сфері: Вікторія, Глесія, Миколайчик, Артеміда, Гармонія, Вік 2020, Глухівські 51, Глухівські 85.

Селекція динамічно розвивається, створюються нові сорти та розробляються нові методології. Це пов'язано з тим, що сорт не може існувати вічно, він вироджується через появу мутацій, втрачає адаптацію до умов довкілля через кліматичні зміни, поширення нових шкідників та появи нових штамів збудників хвороб, стає незатребуваним через зміну вимог виробництва до сільсько-господарської культури; це пов'язано з тим, що робляться нові відкриття в біології загалом та генетиці зокрема.

Наразі вітчизняні досягнення в селекції конопель досить вагомі, але вже через деякий час можуть виникнути зовсім інші проблемні моменти і задачі, постати нові вимоги виробництва, як, наприклад, сталося з напрямом селекції на зниження вмісту канабіноїдів. Спочатку дану ознаку взагалі не враховували, починаючи з 80-х рр. 20 ст. було докладено надзвичайно багато зусиль на зниження усіх компонентів канабіноїдів, а зараз є необхідність підвищення вмісту неспсихотропних сполук і одночасне зниження вмісту тетрагідроканабінолу, що пов'язано з розвитком нового напрямку в селекції промислових конопель – медичного. Згодом виникнуть інші селекційно-генетичні інновації у коноплярстві.

Список використаних джерел:

1. Кириченко В. В., Тимчук В. М. Методологія трансферу інновацій в агропромислове виробництво. Харків, 2009. 230 с.
2. Акуленко К. В. Формування моделі модернізації вітчизняних агропромислових підприємств на засадах інноваційного провайдингу. *Соціальна економіка*. 2018. Вип. 56. С. 9–17.
3. Указ Президента України № 722/2019 від 30.09.2019 «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text> (дата звернення: 21.07.2021)
4. Коноплі / за ред. М. Д. Мигаля, В. М. Кабанця. Суми, 2011. 384 с.
5. Adamovics A. M., Ivanovs S. A., Dubrovskis V. S. Methane production from industrial hemp. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2019. Vol. 13, Iss. 2. P. 20–26. DOI: 10.22314/2073-7599-2018-13-2-20-26
6. Asquer C., Melis E., Scano E.A. et al. Opportunities for green energy through emerging crops: biogas valorization of *Cannabis sativa* L.

residues. *Climate*. 2019. Vol. 7, Iss. 12, 142. P. 1–20. DOI: 10.3390/cli7120142

7. Kraszkievicz A., Kachel M., Parafiniuk S. et al. Assessment of the possibility of using hemp biomass (*Cannabis sativa* L.) for energy purposes: a case study. *Applied Sciences*. 2019, Vol. 9, 4437. P. 1–12. DOI: 10.3390/app9204437

8. Rehman M. S. U., Saif A., Mahmood T. et al. Potential of bioenergy production from industrial hemp (*Cannabis sativa*): Pakistan perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2013. Vol. 18. P. 154–164. DOI: 10.1016/j.rser.2012.10.019

9. Prade T. Industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) – a high-yielding energy crop: doctoral thesis. Alnarp, 2011. 93 p.

10. Prade T., Svensson S. E., Andersson A. et al. Biomass and energy yield of industrial hemp for biogas and solid fuel. *Biomass and Bioenergy*. 2011. Vol. 35, Iss. 7. P. 3040–3049. DOI: 10.1016/j.biombioe.2011.04.006

11. Prade T., Finell M., Svensson S. E. et al. Effect of harvest date on combustion related fuel properties of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). *Fuel*. 2012. Vol. 102. P. 592–604. DOI: 10.1016/j.fuel.2012.05.045

12. Prade T., Svensson S. E., Mattsson J. E. Energy balances for biogas and solid biofuel production from industrial hemp. *Biomass and Bioenergy*. 2012. Vol. 40. P. 36–52. DOI: 10.1016/j.biombioe.2012.01.045

13. Kołodziej J., Władyka-Przybylak M., Mankowski J. et al. Heat of combustion of hemp and briquettes made of hemp shives. *Renewable Energy and Energy Efficiency: proceedings of the international scientific conference (Jelgava, May 28th–30th, 2012)*. Jelgava, 2012. P. 163–166.

14. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / редкол.: М. В. Зубець та ін. Київ, 2010. 986 с.

15. Самохвалова В. Л. Біологічні методи ремедіації ґрунтів, забруднених важкими металами. *Біологічні Студії*. 2014. Т. 8, № 1. С. 217–236.

16. Кабанець В. М., Рудник-Іващенко О. І. Коноплі посівні – фітомеліоративна культура. *Агробіологія*. 2017. № 2. С. 141–148.

17. Кабанець В. М., Михальська Л. М., Швартау В. В. та ін. Фітомеліоративні властивості рослин *Cannabis sativa* L. залежно від сортових особливостей культури. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2017. Vol. 13, No 4. P. 423–428. DOI: 10.21498/2518-1017.13.4.2017.117752

18. Shi G., Cai Q. Cadmium tolerance and accumulation in eight potential energy crops. *Biotechnology Advances*. 2009. Vol. 27 Iss. 5. P. 555–561. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2009.04.006

19. Husain R., Weeden H., Bogush D. et al. Enhanced tolerance of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) plants on abandoned mine land soil leads to overexpression of cannabinoids. *PLoS ONE*. 2019. Vol. 14, Iss. 8, e0221570. P. 1–14. DOI: 10.1371/journal.pone.0221570

20. Angelova V., Ivanova R., Delibaltova V. et al. Bio-accumulation and distribution of heavy metals in fibre crops (flax, cotton and hemp). *Industrial Crops and Products*. 2004. Vol. 19, Iss. 3. P. 197–205. DOI: 10.1016/j.indcrop.2003.10.001

21. Протас Н. М. Моделювання міграції мікроелементів в системі ґрунт–рослина: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 03.00.16 «Екологія». Київ, 2004. 20 с.

22. Тетерук О. О., Ковальов В. Б., Ландін В. П. та ін. Перспективи вирощування конопель, сої та амаранту на радіоактивно забруднених територіях. *Збалансоване природокористування*. 2018. № 4. С. 37–45. DOI: 10.33730/2310-4678.4.2018.166428

23. Конопля / под ред. Г. И. Сенченко, М. А. Тимонина. Москва, 1978. С. 9–27.

24. Пісковий М. Б., Пилипченко А. В. Особливості розвитку біоти ґрунту в посівах конопель за технологіями органічного землеробства та її вплив на продуктивність. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 3. С. 35–42. DOI: 10.31210/visnyk2019.03.04

25. Пилипченко А. В., Пісковий М. Б. Особливості селекції нових сортів конопель посівних у ТОВ «Інститут органічного землеробства». *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 1. С. 13–24. DOI: 10.31210/visnyk2020.01.01

26. Лайко І. М., Міщенко С. В., Орлов М. М. та ін. Перспективи переорієнтації селекції конопель для створення сортів медичного напрямку використання. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2015. Вип. 23. С. 107–111.

27. Шкурдода С. В., Пасічник В. В., Орлов М. М. та ін. Селекція конопель для створення сортів з підвищеним вмістом канабідіолу. *Вісник ХНАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодово-овочівництво і зберігання»*. 2015. Вип. 2. С. 210–220.

28. Пилипченко А. В., Орлов М. М., Шкурдода С. В. та ін. Результати селекції технічних конопель щодо збільшення вмісту канабігеролу. *Вісник ХНАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодово-овочівництво і зберігання»*. 2018. Вип. 1. С. 126–134.

29. Міщенко С. В. Теоретичні і практичні основи використання інбридингу і гібридизації в селекції конопель : дис. ... докт. с.-г. наук : 06.01.05. Харків, 2020. 525 с.

30. Мигаль М. Д., Міщенко С. В., Лайко І. М. Індукт і гетерозис конопель. Суми, 2020. 146 с.

31. Спосіб створення гібридного селекційного матеріалу однодомних конопель без психотропних властивостей : пат. 107427 UA / Міщенко С. В., Лайко І. М. № у 2015 10708; заявл. 03.11.15; опубл. 10.06.16, Бюл. № 11.

32. Міщенко С. В. Рівень прояву та успадкування селекційних ознак у сортолінійних, лінійносортових і міжлінійних гібридів F₁ різних еколого-географічних типів. *Селекція і насінництво*. 2016. Вип. 109. С. 101–110. DOI: 10.30835/2413-7510.2016.74205

33. Mishchenko S. Oil content in the seeds of variety×line, line×variety and interline hemp (*Cannabis sativa* L.) hybrids. *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality: the scientific proceedings of the international network AgroBioNet*. Nitra, 2016. P. 325–329.

34. Міщенко С. В. Вміст канабіноїдів у сортолінійних, лінійносортових і міжлінійних гібридів конопель F₁–F₃ та методичні аспекти їх створення. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2016. Вип. 21. С. 186–194.

35. Міщенко С. В. Ефекти загальної та варіанси специфічної комбінаційної здатності самозапилених ліній і сортів конопель у системі топкросів. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Т. 21. С. 62–67. DOI: 10.7124/FEEO.v21.808

36. Міщенко С. В., Лайко І. М., Ткаченко С. М. Перспективи створення і впровадження сортів промислових конопель на основі конвергентних схрещувань в аспекті сталого розвитку сільських територій. *Стійкий розвиток сільських територій у контексті реалізації державної екологічної політики та енергозбереження / за заг. ред. Т. О. Чайки*. Полтава, 2021. С. 78–89.

37. Міщенко С. В. Статеві структура конвергентних гібридів конопель. *Агробіологія*. 2021. № 1. С. 93–103. DOI: 10.33245/2310-9270-2021-163-1-93-103

38. Міщенко С. В., Лайко І. М. Вплив гаметоцидів на формування чоловічої стерильності та селекційних ознак однодомних конопель. *Селекція і насінництво*. 2017. Вип. 111. С. 88–97. DOI: 10.30835/2413-7510.2017.104890

39. Орлов Н. М. Использование этрела для получения исходного селекционного материала конопли. *Методические указания по качественной оценке конопли на содержание каннабиноидов, получению тетраплоидных форм и использованию этрела*. Москва, 1985. С. 12–15.

40. Міщенко С. В., Лайко І. М. Можливості використання самозапилених ліній для створення синтетичних популяцій конопель. *Луб'яні та технічні культури*. 2018. Вип. 6 (11). С. 38–46. DOI: 10.48096/btc.2018.6(11).38–46

41. Міщенко С. В. Інбредні лінії конопель як компоненти синтетичних популяцій. *Вісник Степу* : матеріали XVII всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів «Стан та перспективи розвитку агропромислового виробництва України» (Созонівка, 25 березня 2021 р.). Вінниця, 2021. Вип. 18. С. 95–108.

42. Міщенко С. В. Селекційно-генетична концепція стабілізації однодомності у гібридів, самозапилених ліній і синтетичних популяцій конопель. *Вісник Степу* : матеріали XVI всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів «Стан та перспективи розвитку агропромислового виробництва України» (Созонівка, 22 березня 2018 р.). Кропивницький, 2018. Вип. 15. С. 78–86.

43. Спосіб створення синтетичних популяцій конопель: пат 141089 UA / Міщенко С. В., Лайко І. М. № u 2019 08216; заявл. 15.07.2019; опубл. 25.03.2020, Бюл. № 6.

44. Лайко І. М. Теоретичні і практичні основи селекції закріплення однодомності, елімінації канабіноїдів та підвищення продуктивності конопель : дис. ... доктора с.-г. наук : 06.01.05. Глухів, 2012. 423 с.

45. Міщенко С. В., Лайко І. М. Накопичення канабідіолу в онтогенезі рослин технічних (промислових) конопель. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 4. С. 390–399. DOI: 10.21498/2518-1017.14.4.2018.151902

46. Спосіб оцінки рослин конопель на наявність канабіноїдних сполук : пат. 107426 UA / Лайко І. М., Кмець І. Л., Міщенко С. В., Вировець В. Г., Кириченко Г. І. № u 2015 10707 ; заявл. 03.11.15; опубл. 10.06.16, Бюл. № 11.

47. Спосіб розмноження рослин конопель з насіння з низькою схожістю та життєздатністю : пат. 120489 UA / Міщенко С. В., Лайко І. М. № u 2017 02849; заявл. 27.03.2017 ; опубл. 10.11.2017, Бюл. № 21.

48. Міщенко С. В. Ефективність розмноження *Cannabis sativa* L. з насіння з низькою схожістю та життєздатністю в умовах *in vitro*. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 100. Т. 2. С. 3–8.

49. Спосіб одержання калусної тканини однодомних ненаркотичних конопель посівних (*Cannabis sativa* L.) середньоросійського еколого-географічного типу в культурі *in vitro*: пат. 132944 UA /

Міщенко С. В. № у 2018 05574 ; заявл. 21.05.2018 ; опубл. 25.03.2019, Бюл. № 6.

50. Міщенко С. В. Індукція калусогенезу в технічних (промислових) конопель в умовах *in vitro*. *Луб'яні та технічні культури*. 2018. Вип. 6 (11). С. 21–28. DOI: 10.48096/btc.2018.6(11).21–28.

51. Міщенко С. В. Вплив аскорбінової кислоти екзогенного походження на *Cannabis sativa* L. в умовах *in vitro* та *in vivo*. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2019. Вип. 26. С. 67–74.

52. Живильне середовище для культивування однодомних ненаркотичних конопель (*Cannabis sativa* L.) середньоросійського еколого-географічного типу в умовах *in vitro* : пат. 139471 UA / Міщенко С. В. № у 2019 06014 ; заявл. 31.05.2019 ; опубл. 10.01.2020, Бюл. № 1.

53. Міщенко С. В. Модифікація живильного середовища для культивування непсихотропних конопель (*Cannabis sativa* L.) середньоевропейського еколого-географічного типу *in vitro*. *Луб'яні та технічні культури*. 2019. Вип. 7 (12). С. 15–23. DOI: 10.48096/btc.2019.7(12).15–23

54. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур. Миронівка, 2016. 376 с.

55. Кириченко Г. І., Лайко І. М., Вировець В. Г., Міщенко С. В. Результати конкурсного сортовипробування нових сортів конопель. *Луб'яні та технічні культури*. 2018. Вип. 6 (11). С. 14–20. DOI: 10.48096/btc.2018.6(11).14–20

56. Міщенко С. В., Кириченко Г. І., Лайко І. М. Новий сорт промислових конопель 'Артеміда' універсального напрямку господарського використання з підвищеним умістом олії та поліпшеною якістю волокна. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. Т. 17, № 1. С. 43–50. DOI: 10.21498/2518-1017.17.1.2021.228208

57. Міщенко С. В., Кириченко Г. І. Створення нових сортів промислових конопель для розвитку сільських територій на засадах раціонального використання природноресурсного потенціалу. *Розвиток сільських територій на засадах екологічності, енерго-незалежності й енергоефективності* : матеріали І міжнар. наук.-практ. конф. (Полтава, 5 травня 2021 р.). Полтава, 2021. С. 38–41.

58. Міщенко С. В. Сорт промислових конопель Гармонія як приклад ефективного використання лінійносортової гібридизації в селекції. *Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф.,

присвяченій ювілейним датам від дня народження видатних вчених-рослинників Л. М. Делоне, С. М. Фріденталь (Харків, 1–2 липня 2021 р.). Харків, 2021. С. 218–222.

59. Mishchenko S. V., Laiko I. M., Kyrychenko H. I. Breeding of industrial hemp with a high content of cannabigerol by the case of 'Vik 2020' cultivar. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. Vol. 17, No 2. P. 105–112. DOI: 10.21498/2518-1017.17.2.2021.236514

60. Лайко І. М., Кириченко Г. І., Ткаченко С. М., Міщенко С. В., Лайко Г. М., Срібний М. В. Створення і впровадження нових сортів промислових конопель як складова провайдингу екоінновацій в аграрній і суміжній сферах. *Наукове забезпечення соціально-економічних і управлінських засад розвитку, правового регулювання, провайдингу екоінновацій та енергоефективних технологій в умовах глобалізації в аграрній і суміжній сферах* / за ред. Ю. В. Самойлик. Полтава, 2021. С. 142–151.

61. Глесія – сорт промислових конопель насінневого напрямку використання. *Аграрна наука – виробництво*. Київ, 2016. № 3 (77). С. 18.

62. Миколайчик – перспективний сорт конопель насінневого напрямку використання. *Аграрна наука – виробництво*. Київ, 2020. № 3 (93). С. 23.

63. Новий сорт промислових конопель Артеміда. *Аграрна наука – виробництво*. Київ, 2021. № 2 (96). С. 17.

64. Глухівські 51 – сорт промислових конопель волокнистого і біоенергетичного напрямку використання. *Аграрна наука – виробництво*. Київ, 2019. № 1 (87). С. 12.

65. Сорт промислових конопель біоенергетичного напрямку використання Глухівські 85. *Аграрна наука – виробництво*. Київ, 2020. № 1 (91). С. 19.

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-240-4-3>

Соколов В. М.

*кандидат сільськогосподарських наук, директор
Селекційно-генетичний інститут Національний центр
насіннезнавства та сортовивчення
м. Одеса*

Вишне夫斯基 В. В.

*кандидат сільськогосподарських наук,
завідувач відділу насінництва
Селекційно-генетичний інститут
Національний центр насіннезнавства та сортовивчення
м. Одеса*

Ярмольська О. Є.

*кандидат географічних наук,
старший науковий співробітник відділу стійкості
до абіотичних факторів
Селекційно-генетичний інститут
Національний центр насіннезнавства та сортовивчення
м. Одеса*

Вишневська А. М.

*кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник відділу насінництва
Селекційно-генетичний інститут
Національний центр насіннезнавства та сортовивчення
м. Одеса*

Феоктистов П. О.

*кандидат біологічних наук,
завідувач відділу стійкості до абіотичних факторів
Селекційно-генетичний інститут
Національний центр насіннезнавства та сортовивчення
м. Одеса*

ВЗАЄМОДІЯ АГРАРНОЇ НАУКИ, ОСВІТИ ТА БІЗНЕСУ З ПРОБЛЕМ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ АПК В ПІВДЕННОМУ МІЖРЕГІОНАЛЬНОМУ НАУКОВОМУ ЦЕНТРІ НААН

***Анотація.** Представлено стратегією розвитку сільського господарства Півдня України. Визначені шляхи нарощування зерновиробництва, як основної бюджетонаповнюючої сфери АПК регіону. Розкрито технологічні, економічні та інноваційні проблеми, вирішення яких стане важливим етапом реалізації державної політики в реформуванні аграрного сектору економіки. Розроблені механізми взаємодії та перспективи діяльності Південного міжрегіонального наукового центру у сфері селекції та насінництва сільгоспкультур як інструменту інноваційного розвитку регіону. Теоретичною і методологічною основою досліджень є фундаментальні положення загальної економічної теорії, досягнення вітчизняних та закордонних вчених у галузі маркетингу та трансферу інновацій. Систематизовані теоретичні основи міжрегіональної взаємодії науки, освіти та бізнесу з проблем інноваційного розвитку АПК. Запропонована оптимальна модель і критерії інноваційного розвитку Південного міжрегіонального наукового центру НААН.*

Вступ

Основними викликами, на які спрямовується реформування аграрної науки сьогодні, є те, що в країні продовжуються стрімкі й складні процеси, пов'язані з ринковими відносинами та структурними змінами в аграрному секторі економіки. Все це вимагає розробки досконалих прогнозів, зміни пріоритетів діяльності аграрної науки та акцентів наукових досліджень. При цьому необхідно суттєво покращити науковий супровід процесів з удосконалення системи державного управління, зокрема, децентралізації влади і бюджетної політики в інтересах розвитку регіонів.

Інтеграція України до світового продовольчого ринку та насінневої спільноти потребує прискорення адаптування інституційного середовища розвитку аграрної сфери на принципах ЄС, СОТ, ОЕСР та інших міжнародних інституцій. З іншого боку, заходи з реформування науки вимагають усунення дисбалансів і протиріч у т.ч. стосовно фінансово-економічної спроможності до самоврядування аграрної науки, посилення мотивацій вчених-аграрників, збереження і розвиток наукового потенціалу аграрної сфери.

Державне регулювання зазначених процесів безумовно вимагає проведення системних і, що не менш важливо, виражених та своєчасних організаційних і функціональних змін у сфері аграрної науки та кадрового забезпечення. Це однаковою мірою стосується і аграрної освіти. Тому розширення сфери діяльності та удосконалення механізмів організації ділової співпраці науки і освіти із суб'єктами господарювання, органами влади і самоврядування на місцевому рівні – є важливим напрямом взаємопов'язаного вирішення проблем сільського розвитку, аграрної науки і освіти [1].

На ринку насіння гостро стоїть проблема просування нових сортів, ведення насінництва та отримання матеріальної віддачі від впровадження об'єктів інтелектуальної власності. На практиці основним засобом регулювання фінансових відносин між виробниками насіння та установою-власником сортів є формування детально опрацьованих договірних відносин між суб'єктами інноваційної діяльності і пошук взаємоприйнятних та взаємовигідних позицій, правил розрахунків і платежів. Від ступеню успішного вирішення цих проблем залежить реальна можливість досягнення кінцевих позитивних результатів інноваційної діяльності наукової установи [2].

1. Інноваційна діяльність ПМНЦ НААН

За роки економічних реформ в агропромисловому комплексі відбулись значні зміни: формується інфраструктура аграрного ринку, удосконалюються внутрішньогосподарські та міжгосподарські відносини на засадах приватної власності та ін. Але водночас застосовуються затратні технології, погіршилась культура землеробства, знижується родючість ґрунтів, незадовільно використовуються можливості інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. При реалізації проекту системи синергічної взаємодії наукових установ НААН Південного міжрегіонального наукового центру НААН та закладів вищої освіти Одеської, Миколаївської, Херсонської областей розробляється інноваційно-інвестиційний проект з впровадження сільськогосподарських інновацій в аграрні підприємства Південного міжрегіонального наукового центру НААН; основи науково-консультаційного супроводу трансферу інновацій в зоні діяльності Центру та поширення відповідної інформації; комплексну програму інноваційного розвитку науково-дослідних установ НААН та закладів вищої освіти.

За рахунок кооперації досягнень у різних галузях сільського господарства, технічної та переробної галузей створюється система взаємодії наукових установ, закладів вищої освіти з впровадження інноваційних розробок в агроформування зони дії Південного міжрегіонального наукового центру НААН. Цілісні технології забезпечать більш високий рівень адаптації до змінних факторів зовнішнього середовища та високий потенціал їх комерційної реалізації. Загальна технологія формується за модульним принципом з більш високим організаційним рівнем і характеризується підвищеним потенціалом комерційної реалізації та її наукового супроводження як специфічного продукту. Розробка методологічних підходів має бути структуроутворюючою організаційною інновацією з потенціалом формування на її основі спеціалізованих агропереробних кластерів [3; 4].

Актуальність проекту полягає у визначенні форм та методів ефективного використання моделі взаємовідносин аграрної науки та бізнесу Південного міжрегіонального наукового центру НААН, як інструменту інноваційного розвитку регіонів (Одеська, Миколаївська, Херсонська обл.).

Основними завданнями Південного міжрегіонального наукового центру НААН (далі – Центр) є: 1) удосконалення наукового забезпечення для вирішення актуальних регіональних проблем інноваційного розвитку аграрного сектору; 2) організація маркетингових досліджень та трансферу інноваційних проектів в агропромислове виробництво Півдня України; 3) організація випробування завершених науково-дослідних робіт та адаптація їх до зональних ґрунтово-кліматичних, екологічних, соціально-економічних та інших умов; 4) сприяння широкому використанню високоефективних наукових розробок у зоні діяльності Центру; 5) науково-консультаційний супровід трансферу інновацій та поширення відповідної інформації.

До складу Центру входять 34 установи, зокрема: 15 установ НААН; 16 вищих навчальних закладів та їх підрозділів; 13 середніх навчальних закладів (коледжів, технікумів).

Головною науковою установою Центру є Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення (СГІ-НЦНС, м. Одеса), який разом з Науково-координаційною Радою Центру (Миколаївський НАУ) намагаються забезпечити організацію співпраці установ Академії, а також закладів аграрної освіти та інших установ і організацій, які виявили бажання разом

розбудовувати систему співробітництва з органами регіональної влади і самоврядування та аграрними підприємствами Одеської, Кіровоградської, Миколаївської, Херсонської областей.

Тут сконцентрована вся організаційна робота та координація співпраці всіх учасників Центру з регіонами, а саме: планування, контроль, звітність, формування спільних робочих груп, договірні відносини, системи зв'язку і таке інше. Разом з тим іде напрацювання механізмів та сприяння розширення ділового науково-інноваційного співробітництва в регіоні, що забезпечує діяльність Центру з дотриманням вимог господарського та інших видів законодавства.

Особлива увага при цьому приділяється розвитку спільної науково-господарської діяльності на принципах державно-приватного партнерства, перспективам створенню наукових і науково-індустріальних парків, інших суб'єктів інноваційного типу, що загалом дозволить покращити фінансове забезпечення розвитку аграрної науки і освіти та підвищенню рівня наукового обґрунтування з регулювання важливих соціально-економічних та екологічних процесів на регіональному рівні.

Провідна роль належить науковцям СГІ-НЦНС в реалізації програми «Зерно України» і те, що сорти зернових культур, створені в інституті, займають основну частку посівних площ у державі. Високі адаптивні властивості та якісні показники цих сортів забезпечують їх поширення в різних регіонах, обумовлюють зацікавленість виробників у співпраці з вченими щодо впровадження селекційних інновацій.

Вкрай посушливий 2020 рік для Півдня дозволив продемонструвати виключну посухостійкість сортів основних зернових культур селекції інституту.

Показові демонстраційні ділянки також були закладені в кожному з дослідних господарств мережі СГІ-НЦНС, а в ДП «ЕБ» Дачна», ДП «ДГ «Покровське», ДП «ДГ «Жеребківське» в Одеській обл. та в ДП «ДГ «Реконструкція», ДП «ДГ «Зелені кошари» Миколаївської області – розширені демополігони.

Крім того, впродовж року в рамках роботи Центру та метою пропаганди власних селекційних досягнень, традиційно було організовано близько 50 демонстраційних полігонів з сортами озимих та понад 40 полігонів з ярими культурами практично в усіх областях України у суб'єктів, з якими відбувається найтісніше співробітництво сфери насінництва (табл. 1).

Таблиця 1

Розміщення в Україні демонстраційних полігонів сортів зернових колосових культур селекції СГІ-НЦНС у 2020 р.

№ з/п	Область	Кількість полігонів по культурам, шт.			
		пшениця озима		Ячмінь	
		м'яка	тверда	озимий	Ярий
1	Вінницька	2	2	1	1
2	Волинська	2	2	1	1
3	Дніпропетровська	2	2	2	2
4	Донецька	1	1	2	3
5	Житомирська	2	1	1	1
6	Запорізька	3	3	1	1
7	Київська	1	0	1	1
8	Кіровоградська	2	2	2	2
9	Львівська	1	0	1	1
10	Луганська	1	1	1	1
11	Миколаївська	3	3	3	3
12	Одеська	9	6	6	6
13	Полтавська	4	3	4	3
14	Рівненська	1	0	1	1
15	Сумська	2	2	2	2
16	Тернопільська	2	2	2	2
17	Харківська	2	2	2	2
18	Херсонська	6	3	6	3
19	Хмельницька	3	3	3	3
20	Черкаська	2	1	2	2
21	Чернівецька	2	2	1	1
Разом		53	41	45	42

Окремі з них розміщені вздовж міжрегіональних та міжнародних доріг, що дозволяє знайомитись з вітчизняними інноваціями широкій аудиторії зацікавлених осіб.

Складність аналізу відношень інноваційної діяльності обумовлюється тим, що на практиці проблеми комерціалізації сортів

рослин проявляються у вигляді єдиного складного комплексу технічних, економіко-фінансових і соціально-правових відношень, що виникають між суб'єктами насінництва, які мають іноді протилежні інтереси.

В більшості випадків на базі господарств, де були закладені ці полігони, СГІ-НЦНС надсилав своїх спеціалістів для представлення сортів і пояснень. Серед основних – це участь у постійній роботі Виставково-інноваційного центру НААН. У 2020 році було укладено більше 10 міжнародних договорів про науково-технічне співробітництво в частині селекції, насінництва та сортовивчення, а також близько 400 ліцензійних угод на використання прав інтелектуальної власності на сорти селекції СГІ-НЦНС і 10 угод про співпрацю з базовими (опорними) господарствами, що не є господарствами НААН, у сфері насінництва та впровадження.

Щороку понад 300 консультацій, випускається 1–2 методичні рекомендації, близько 30 інформаційних листків, 1 каталог, робиться від 10 до 20 виступів у засобах масової інформації.

Апробація та впровадження наукових розробок здійснюються в господарствах мережі СГІ-НЦНС, інших господарствах системи НААН та в господарствах недержавної форми власності, розміщених в регіоні.

Так, в 2020 р. мережею СГІ-НЦНС було вироблено близько 6100 т насіння високих генерацій (з них: ДН – 440 т; БН – 5660 т), а також понад 4800 т сертифікованого насіння (СН-1). Зокрема, насіння ярих культур вироблено понад 660 т, озимих – 6040 т, що разом склало понад 6700 т.

Середня реалізація насіння становила 57 % по базовому насінню і 63 % по базовому. По ярим культурам цей відсоток був нижчим: 32 та 40 %, а по озимим, відповідно, 50 та 66 %.

2. Ліцензійна діяльність

Український ринок ліцензій знаходиться в стадії формування, тому метою наших досліджень було поєднати власний досвід у сфері ліцензійної діяльності стосовно такого об'єкту інтелектуальної власності, як сорти рослин, з досвідом інших компаній і розробити рекомендації, які б дозволили врегулювати взаємовідносини між науковими установами і виробниками насіння, а також підвищити за допомогою цілеспрямованої ліцензійної діяльності ефективність насінництва сільськогосподарських культур.

Дослідження показали, що ліцензійна діяльність, особливо у сфері насінництва повинна бути спланована на перспективу діяльності суб'єкта господарської діяльності і направлена на одержання максимального прибутку від використання сортів рослин. Розробка та реалізація стратегії ліцензійної діяльності Селекційно-генетичного інституту – НЦНС базується на інформації, що відбирається за допомогою патентно-кон'юктурних досліджень.

Детальний аналіз розповсюдження сортів селекції інституту як в цілому по Україні, так і всередині кожної області, дав можливість виявити потенційних партнерів у сфері насінництва, за допомогою яких можна значно розширити посівні площі під сортами селекції Селекційно-генетичного інституту, що в свою чергу повинно позитивно відобразитися на економічній ситуації установи.

В таких областях, як Вінницька, Кіровоградська, Хмельницька, Черкаська та Київська потенціал розповсюдження сортів Інституту використаний не в повній мірі. За даними екологічного сорто випробування, що проводяться нашими партнерами в різних регіонах, саме в цих областях сорти колосової групи селекції Інституту є лідерами за продуктивністю та якістю насіння.

У 2019–2021 рр. було проведено аналіз Реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні та Реєстру виробників насіння, що дозволило оцінити сортовий склад тієї чи іншої культури, а також виявити основні та появу нових селекційних установ, які можуть скласти в майбутньому конкуренцію на ринку сортів рослин України.

Як показав такий аналіз, кількість сортів у реєстрі постійно зростає, а разом з тим зростає і конкуренція. Але в сегменті зернових колосових культур (табл. 2) серед усього розмаїття сортів Селекційно-генетичний інститут поки-що залишається лідером. Сорти СГІ-НЦНС досить широко популяризуються в наукових установах НААН.

Пошук нових ідей для створення сортів має досить специфічний характер: необхідно прогнозувати можливі напрями розвитку НТП, технологічні і технічні прориви, соціальні, демографічні і екологічні зміни, аналізувати нові запити споживачів, прогнозувати їх можливі зміни і виявляти причини цих змін.

На підставі цього слід прогнозувати можливий попит на сорти певної категорії у майбутньому, у тому числі потенційні чи приховані потреби. Щорічно та протягом 2020–2021 рр. державне

сортовипробування проходять близько 25 сортів і гібридів (табл. 3).

Таблиця 2

Аналіз Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в частині зернових колосових культур (2016–2020 рр.)

Культура	Рік	Всього сортів у Реєстрі	З них селекції:			
			установ НААН		інших українських заявників	закордонних заявників
			всього	в т. ч. СГІ		
Пшениця м'яка озима	2016	346	223	77	53	70
	2017	400	166	72	126	108
	2018	453	179	71	150	124
	2019	483	201	71	165	117
	2020	506	206	70	169	131
Ячмінь озимий	2016	55	23	12	2	30
	2017	58	21	10	2	35
	2018	63	25	11	2	35
	2019	67	25	10	7	35
	2020	69	23	7	2	44
Ячмінь Ярий	2016	146	70	17	13	63
	2017	155	78	15	12	65
	2018	163	81	16	11	71
	2019	177	94	18	10	73
	2020	179	98	16	8	73

Створення якісно нових сортів та активне впровадження їх у виробництво з урахуванням розвитку НТП, запиту споживачів, соціальних, демографічних і екологічних змін – один із шляхів підвищення конкурентоспроможності наукової установи.

Частка сортів по пшениці озимій м'якій по рокам становить від 14 % до 22 %, озимій твердій – близько 85 %, ячменю озимому – від 10 % до 22 %, ярому – на рівні 10 %. Серед установ НААН така частка відповідно становить: 34–43 % – по м'якій пшениці, 85–90 % – по твердій, 31–52 % – по ячменю озимому і 16–24 % – по ячменю ярому.

Зокрема, пшениці озимої м'якої 7–8 сортів, пшениці озимої твердої 2–3 сорти, ячменю озимого 1–2 сорти, ячменю ярого 1–2 сорти, соняшнику – по 2 гібридів і б.к., кукурудзи – до 10 гібридів і лійні, сої – 1 сорт, гороху і нуту – по 1 сорту, люцерни – 1–2 сорти, соргових культур – по 2–3 сорти, гібриди, б.к.

Таблиця 3

**Сорти та гібриди селекції СГІ-НЦНС,
внесені до Державного реєстру сортів у 2019–2020 рр.**

Культура	Внесено до Держреєстру по роках		
	2019	2020	Разом
Пшениця м'яка озима	8	7	15
Пшениця тверда озима	2	0	2
Пшениця тверда (дворучка)	0	1	1
Кукурудза (в т. ч. б/к)	11	4	15
Соняшник (в т. ч. б/к)	0	2	2
Нут звичайний	1	1	2
Ячмінь звичайний ярий	2	1	3
Ячмінь звичайний (дворучка)	0	2	2
Соя культурна	1	1	2
Люцерна мінлива	0	2	2
Всього	25	21	46

З проблемою створення сортів, які відповідали б вимогам сучасного виробництва, на даний момент науковці інституту справляються досить ефективно, щорічно до національного реєстру, країн пострадянського простору, деяких країн Європи вноситься біля трьох десятків нових сортів, гібридів та батьківських компонентів. Однак, до процедури укладання ліцензійних угод щодо використання сорту виробники насіння досі відносились досить формально. Зараз, з уведенням нових редакцій Законів України «Про насіння» та «Про охорону прав на сорти рослин» підходи до укладання ліцензійних угоди про надання права на використання об'єктів інтелектуальної власності докорінно зміняться. Це дозволить максимально захистити власні як майнові, так і немайнові права такої власності [2].

Система обліку видаткових накладних, які надаються ліцензіатами дає можливість відстежити рух насіння на ринку України, а також площі, які займають сорти інституту на тій чи іншій території.

В 2019–2021 рр. продовжували удосконалювати систему укладання ліцензійних угод, контролю за виконанням зобов'язань за договорами та забезпечення правомірного використання об'єктів інтелектуальної власності інституту (табл. 4).

Таблиця 4
Структура ліцензійних угод в 2019–2020 рр.

Культура	Укладено договорів, всього	В т.ч. з установами:		З них на вирощування:			
		НААН	комерційними	P-2	супер-еліти	еліти	1 ген. СН
2019 рік							
Пшениця озима	197	98	97	26	70	134	96
Ячмінь озимий	84	46	38	9	38	63	47
Ячмінь ярий	91	60	31	8	44	51	42
Кукурудза	6	4	2	0	1	1	6
Соняшник	6	0	6	0	0	0	6
2020 рік							
Пшениця озима	183	90	91	21	69	124	86
Ячмінь озимий	83	40	43	4	28	60	51
Ячмінь ярий	81	52	29	6	31	62	34
Кукурудза	6	2	4	0	0	1	6
Соняшник	2	0	2	0	0	0	2

Якщо у 2019 році на території України у нас діяло 384 ліцензійні договори на використання сортів рослин. Це здебільшого угоди на використання сортів колосової групи, а саме пшениці м'якої озимої (197) та ячменю озимого (84) та ярого (91), то в 2020 році в Україні діяло 355 договорів, що майже на 50 угод менше, ніж у попередньому році.

Проте це зменшення не завжди відбулося за рахунок відтоку клієнтів. Проаналізувавши досвід попередніх років, вдалося дещо покращити суть і зміст самих договорів.

Як видно з таблиць нашими ліцензіатами є в рівній мірі, як установи Національної академії аграрних наук, так і комерційні установи. Потрібно зазначити, що 95 % добазового насіння та близько 80 % насіння супереліти вирощується в наукових

установах НААН, 40 % насіння еліти вирощується в комерційних структурах і близько 70 % насіння першої генерації сертифікованого насіння виробляється також приватними підприємствами (рис. 1).

Такий розподіл вирощування насіння за генераціями між різними суб'єктами господарювання є логічним, оскільки виробництво насіння вищих генерацій повинно вестися під постійним контролем висококваліфікованих наукових працівників, підготовка яких проводиться саме в наукових установах НААН.

Зараз селекція працює над тим, щоб створити сорти з новими властивостями, різних типів за інтенсивністю, придатних, наприклад, для органічного землеробства та нульових технологій вирощування. Поряд з цим, залишається актуальним завдання створення сортів з високими показниками продуктивності та якості зерна.

В організаційному плані оптимальною моделлю побудови відносин між оригінаторами та наступними ланками виробництва може бути принцип, коли під наглядом селекціонера або його дорученням контроль усього циклу відбувався б аж до виходу на товарну продукцію. Це може бути також і фірмова селекція й насінництво.

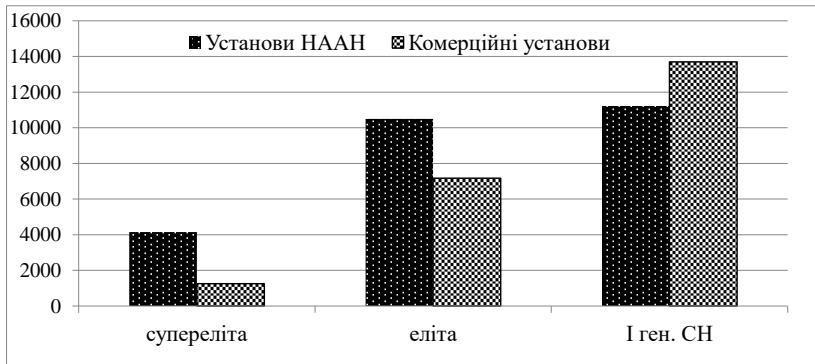


Рис. 1. Об'єм виробництва насіння різних категорій за ліцензійними договорами у 2019–2020 рр.

Найбільші площі з репродукування насіння селекції інституту природно розміщені в степовій зоні (табл. 5), де вплив і репутація СГІ-НЦНС традиційно залишається достатньо високими. Просуванню сортів в інші зони заважає доволі жорстка конкуренція селекції інших

установ, в тому числі закордонних, а також недостатня маркетингова робота.

А найбільша кількість суб'єктів господарської діяльності, що постійно використовують сорти Інституту, знаходяться в Одеській, Миколаївській, Дніпропетровській, Полтавській, Харківській, Херсонській, та Запорізькій областях.

Слід зазначити, що за 5 останніх років площі посівів під одеськими сортами офіційно скоротилися майже удвічі, хоча за даними аналізу ми бачимо, що насінництво сортів селекції Інституту розповсюджене практично на всій території України, незалежно від екологічних зон.

Таблиця 5

**Площі насінницьких посівів під сортами СГІ-НЦНС,
на які укладено ліцензійні договори, по областях, га
(за 2015 та 2020 рр.)**

Область	Площі насінницьких посівів (га) за ліцензійними угодами	
	2015 р.	2020 р.
Вінницька	530,8	314,3
Дніпропетровська	6003,6	3950,6
Донецька	5577,7	202,9
Житомирська	0	55,0
Запорізька	4985,7	3242,0
Київська	382,5	9,5
Кіровоградська	1677,98	334,0
Львівська	0	111,0
Луганська	625,4	0
Миколаївська	7477,5	5290,6
Одеська	8157,22	6242,0
Полтавська	2143	1715,4
Рівненська	223	21,0
Сумська	812,4	245,5
Тернопільська	0	103,0
Харківська	3122,8	1246,8
Херсонська	3941,2	908,9
Хмельницька	1255	232,0
Черкаська	879,5	422,2
Чернівецька	80	30,0
Чернігівська	113	0
Всього по Україні	47988,3	24676,7

Як показали результати досліджень, в зоні Степу найкраще себе показали такі сорти озимої м'якої пшениці як Катруся од., Зиск, Пилипівка, Ветеран, Перепілка, Гарантія од., Аксиома од., Мелодія од., Кантата од., Дума од., Оранта од., Мудрість од., Житниця од., Дачнянка, Перспектива од. та інші, середня урожайність яких складала до 85 ц/га в попередньому році та до 80 ц/га – в поточному, принаймні, там де посіви збереглися. Із сортів озимої твердої пшениці найкращі результати мали Бурштин, Континент, Прозорий, Лагуна. Урожай цих сортів був на рівні м'якої пшениці й досягав 72 ц/га. Серед сортів озимого ячменю по всіх зонах кращі показники у сортів Дев'ятий вал, Снігова королева, Валькірія, Достойний урожайність яких у 2020 р. була на рівні 80–85 ц/га.

По Лісостепу відзначалися сорти озимої м'якої пшениці Дума од., Оранта од., Ліра од., Октава од., Пилипівка, Катруся од., Житниця од., Журавка од., Традиція од., Мудрість од., Нива од., Зиск, Фортеця, Сториця. Максимальний урожай по окремим з них складав понад 100 ц/га. Щодо сортів озимої твердої пшениці, то тут найбільше виділялись сорти Бурштин, Лагуна і Акведук, урожайність яких становила близько 80 ц/га. Добрі результати (до 90 ц/га) мали сорти озимого ячменю Снігова королева, Валькірія, Дев'ятий вал. По яромю ячменю виділялись Сталкер, Адапт, Аватар, Еней, які в окремих господарствах навіть в умовах посухи забезпечували до 40 ц/га врожаю.

По зоні Полісся кращі результати показали такі сорти озимої м'якої пшениці як Дума од., Катруся од., Октава од., Оптима од., Зиск, Клад, Сториця. Їх урожай в дослідях був на рівні 80 ц/га. З озимого ячменю виділися сорти Дев'ятий вал, Снігова королева, Достойний. По яромю ячменю ліпшими виявилися сорти Вакула, Галичанин, Аватар, Командор, Надійний.

Отримана оперативна інформація з місць дає змогу вчасно орієнтуватись щодо можливого попиту на насіння конкретних сортів по регіонах країни.

Детальний аналіз розповсюдження сортів селекції інституту як в цілому по Україні, так і всередині кожної області, дав можливість виявити потенційних партнерів у сфері насінництва, за допомогою яких можна значно розширити посівні площі під сортами селекції Селекційно-генетичного інституту, що в свою чергу повинно позитивно відобразитися на економічній ситуації установи.

В таких областях, як Вінницька, Кіровоградська, Хмельницька, Черкаська та Київська потенціал розповсюдження сортів Інституту

використаний не в повній мірі. За даними екологічного сорто-випробування, що проводяться нашими партнерами в різних регіонах, саме в цих областях сорти колосової групи селекції Інституту є лідерами за продуктивністю та якістю насіння.

Тому, перед Центром на сьогодні поставлена першочергова задача: активізувати насінництво таких сортів у вищепере-рахованих областях за допомогою партнерів, які вже співпрацюють з Селекційно-генетичним інститутом та провести активний пошук нових ліцензіатів.

СП-НЦНС продовжує співробітництво і з країнами ближнього зарубіжжя, а саме Молдовою та навіть з РФ. Зазвичай контролювати потоки насіння в іншій країні дуже складно, тому ми проводимо постійно пошук надійних представників нашого інституту на тій чи іншій території. Так, на території Республіки Молдова на даний момент налагоджено співробітництво з приватним кооперативом «Агросток», який представляє інтереси інституту на території Молдови.

3. Реалізація насіння

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насінне-знавства та сортовивчення був і залишається провідним селекційно-насінницьким центром в системі Національної академії аграрних наук України. У результаті його потужної наукової діяльності щороку на державне сорто-випробування передається близько 30 нових сортів і гібридів зернових, зернобобових, олійних і кормових культур. Така ж кількість щорічно заноситься до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні. Якщо говорити про озиму пшеницю, то серед усього розмаїття сортів, яких нині вже понад 300, частка селекції інституту становить близько 22 % від загальної кількості та понад 34 % серед сортів, що належать установам НААН.

Сама по собі кількість сортів в Реєстрі по великому рахунку ще не означає їх адекватну кількість у виробництві, але з цим питанням у СПГ також усе гаразд. За даними Управління інноваційного розвитку НААН частка сортів інституту серед усього того, що виробляють установи Академії, становить майже 60 %. Найближчим конкурентами залишається Інститут фізіології і генетики з сумісними сортами МІП ім. Ремесла (20 %). Частка інших оригінаторів знаходиться у межах 1–6 % в залежності від успішності селекційно-насінницької роботи НДУ. Така ж тенденція зберігається і за реалізації виробленої продукції.

В останні роки, завдяки маркетинговій роботі, виробництво і реалізація насіння сільгоспкультур в мережі СГІ-НЦНС наблизились і навіть перевищували показники кращих років, коли в системі інституту перебувало 9 насінницьких господарств (табл. 6).

Отримана оперативна інформація з місць дає змогу вчасно орієнтуватись щодо можливого попиту на насіння конкретних сортів по регіонах країни. Поважають сорти СГІ також в мережах І-ту сільського господарства Степу та І-ту зрошеного землеробства. Узагалі понад 20 мереж НДУ НААН використовують одеські сорти і гібриди, а кількість насінницьких господарств різних форм власності, що використовують наші сорти, давно переважила за 250.

СГІ-НЦНС щороку повністю забезпечує регіональні наукові центри та їх дослідні господарства. Найбільше клієнтів все-таки з Миколаївщини і Одещини, які в разі разом закупають понад 75 % виробленого насіння. Встановлено і всіляко підтримуються сталі зв'язки з господарствами Херсонської, Запорізької, Дніпропетровської, Харківської і навіть Київської областей. Однак, для здійснення своєчасної сортозміни і сортооновлення щороку СГІ-НЦНС повністю забезпечує регіональні наукові центри та їх дослідні господарства насінням високих генерацій.

Наразі через недостатній авторський контроль та відсутність державної політики у сфері насінництва більшість так званих виробників насіння перейшли в «тінь». Їм не потрібно нести додаткові затрати ні на офіційну сертифікацію насіння, ні на ліцензування, ні на податки. Собівартість такої продукції набагато нижча ніж у добросовісних виробників насіння, що дає їм змогу демпінгувати на ринку і відчувати себе при цьому цілком комфортно і зовсім безкарано. Перед виробниками насіння наразі стоїть відповідальне завдання – доведення посівних та сортових кондицій до рівня світових вимог.

Так, обсяги реалізації добазового насіння під урожай 2019–2021 рр. залишаються відносно стабільними. Це 150–200 тонн розсадників по озимій пшениці, до 40 тонн – по озимому ячменю та до 30 тонн по ярому ячменю щорічно (табл. 7)

Відсоток реалізації виробленого насіння порівняно невисокий. Зазвичай він складає 58–65 %, але це загальна проблема, і однією з причин її є те, що інститут до 2020 р. мав відносно обмежену власну мережу насінницьких господарств.

Таблиця 6

**Обсяги виробництва та реалізації насіння
мережею СГІ-НЦНС в 2019–2020 рр., тонн**

Культура	Вироблено для реалізації	Реалізовано	% реалізації
2019 рік			
Пшениця озима	6023,5	3002,7	49,85
Ячмінь озимий	1999,6	1106,8	55,35
Ячмінь ярий	574,7	374,7	65,20
Кукурудза	22,9	0	0,00
Зернобобові	178,5	58,9	33,00
Олійні (в т. ч. соя)	10,0	0,5	5,00
Всього	8809,2	4543,6	51,58
2020 рік			
Пшениця озима	4566,8	2151,8	47,12
Ячмінь озимий	1452,4	969,9	66,78
Ячмінь ярий	513,2	151,1	29,44
Кукурудза	19,0	6,7	35,26
Зернобобові	38,1	5,9	15,49
Олійні (в т. ч. соя)	5,0	0,4	8,00
Всього	6594,5	3285,8	49,83
2019–2020 рр.			
Пшениця озима	10590,3	5154,5	48,67
Ячмінь озимий	3452,0	2076,7	60,16
Ячмінь ярий	1087,9	525,8	48,33
Кукурудза	41,9	6,7	15,99
Зернобобові	216,6	64,8	29,92
Олійні (в т.ч. соя)	15,0	0,9	6,00
Разом	15403,7	7829,4	50,83

Зростання в посівах наших дослідних господарств кількості нових сортів не зумовлює різкого зростання продуктивності культур. Сортове навантаження в певній мірі ускладнює насінницьку роботу. Часто в угоду дотримання високих показників сортової чистоти доводиться нехтувати деякими елементами технології, спрямованими на підвищення врожайності. Але головна задача господарств – це розмноження і якнайшвидше впровадження нових сортів у виробництво, цим вони по мірі свої сил справляються.

Таблиця 7

Реалізація насіння озимих зернових культур системою СГІ-НЦНС під урожай 2020–2021 рр., тонн

Господарство	Культура	Обсяги реалізації, тонн		
		2019 р.	2020 р.	Разом за 2019–2020 рр.
СГІ-НЦНС	Пшениця	354,8	246,3	601,1
	Ячмінь	21,1	16,7	37,8
ДП ЕБ «Дачна»	Пшениця	911,9	738,3	1650,2
	Ячмінь	227,8	355,1	582,9
ДП «ДГ «Покровське»	Пшениця	411,0	35,5	446,5
	Ячмінь	98,0	7,5	105,5
ДП «ДГ «Зелені Кошари»	Пшениця	262,8	346,3	609,1
	Ячмінь	2,0	5,4	7,4
ДП «ДГ «Реконструкція»	Пшениця	845,0	612,0	1457
	Ячмінь	499,6	426,3	925,9
ДП «ДГ «Жеребківське»	Пшениця	215,2	138,0	353,2
	Ячмінь	58,6	44,9	103,5
Всього по мережі	Пшениця	3000,7	2116,4	5117,1
	Ячмінь	907,1	855,9	1763,0
	Разом	3907,8	2972,3	6880,1

Найбільші площі з репродукування насіння селекції інституту (рис. 2) природно розміщені в степовій зоні, де вплив і репутація СГІ-НЦНС залишається достатньо високими. Просуванню насінневих ділянок в інші зони заважає не те, що сорти є непридатними для вирощування в цих зонах, а потужний вплив в регіонах селекції інших установ, в тому числі закордонних.

Географія реалізації сортів по областях України досить обширна (табл. 8) Завдяки зусиллям мережі Інституту, спрямованим на виконання програми НААН з забезпечення насінням суб'єктів насінництва України.

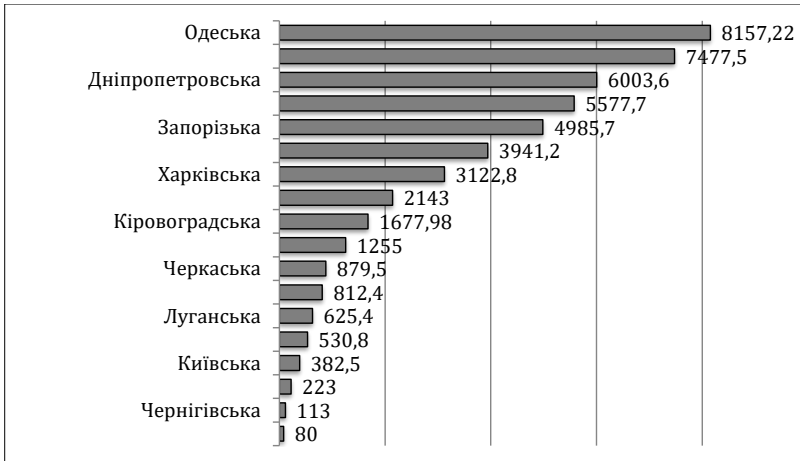


Рис. 2. Площі насінницьких посівів під сортами і гібридами СГІ-НЦНС по областях, на які укладено ліцензійні договори (в середньому за 2016–2020 рр.)

Таблиця 8

Реалізація насіння озимих культур системою СГІ-НЦНС по регіонах України в 2019–2020 рр., тонн

Регіон (область)	Пшениця озима			Ячмінь озимий			Всього озимих
	2019 р.	2020 р.	2019–2020	2019 р.	2020 р.	2019–2020 р	
1	2	3	4	5	6	7	8
Вінницька	2,8	71,8	74,6	7,0	1,0	8,0	82,6
Волинська	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
Дніпропетровська	109,4	58,4	167,8	25,0	38,2	63,2	231,0
Донецька	69,0	74,4	143,4	33,8	91,5	125,3	268,7
Житомирська	3,0	8,0	11,0	0,0	0,0	0,0	11,0
Закарпатська	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0
Запорізька	30,4	76,6	107,0	7,8	25,2	33,0	140,0
Івано-Франківська	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Київська	58,0	9,4	67,4	0,0	0,0	0,0	67,4

Закінчення таблиці 8

1	2	3	4	5	6	7	8
Кіровоградська	15,0	5,2	20,2	18,0	12,4	30,4	50,6
Луганська	49,0	17,0	66,0	0,3	3,0	3,3	69,3
Львівська	5,0	0,0	5,0	0,0	1,0	1,0	6,0
Миколаївська	1067,4	892,4	1959,8	544,4	520,4	1064,8	3024,6
Одеська	1090,9	784,1	1875,0	422,3	218,2	640,5	2515,5
Полтавська	5,6	9,7	15,3	3,0	5,3	8,3	23,6
Рівненська	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Сумська	0,7	2,0	2,7	0,0	0,0	0,0	2,7
Тернопільська	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Харківська	292,2	41,1	333,3	6,2	32,6	38,8	372,1
Херсонська	194,8	68,9	263,7	38,7	14,7	53,4	317,1
Хмельницька	0,0	16,4	16,4	0,0	6,0	6,0	22,4
Черкаська	15,6	13,4	29,0	0,2	0,0	0,2	29,2
Чернівецька	0,0	1,0	1,0	0,0	0,5	0,5	1,5
Чернігівська	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4
Всього	3009,4	2151,8	5161,2	1106,7	970,0	2076,7	7237,9

Детальний аналіз розповсюдження сортів селекції інституту як в цілому по Україні, так і всередині кожної області дав можливість виявити потенційних виробників насіння, за допомогою яких можна значно розширити посівні площі під сортами селекції Селекційно-генетичного інституту, що в свою чергу відобразиться на економічній ситуації установи.

СГІ-НЦНС підтримує тісні стосунки з господарствами, що входять до мереж інших НДУ і які надають пріоритет саме нашим сортам (табл. 9).

Аналізуючи сортовий склад посівів озимої м'якої пшениці в дослідних господарствах СГІ-НЦНС у 2020 р. видно, що основні площі (та найбільшу кількість займали нові сорти, котрі в Реєстрі не більше п'яти років. Разом з тим, для прискорення сортозаміни в дослідних господарствах розмножують не менше, ніж два десятки зовсім нових, не занесених до Реєстру сортів (табл. 10). Темпи сортозаміни в інституті настільки високі, що, наприклад, з висіяних під урожай 2019–2020 років з 50-ти сортів озимої м'якої пшениці, 25 або 45,0 % – це зовсім нові, занесені до Реєстру протягом останніх років (табл. 11).

Таблиця 9

**Реалізація насіння високих генерацій сортів СГІ-НЦНС
іншим НДУ та дослідним господарствам системи НААН
в 2019–2020 рр., тонн**

Культура	Генерація							
	Р-1		Р-2		Супереліта		Всього	
	2019 р.	2020 р.	2019 р.	2020 р.	2019 р.	2020 р.	2019 р.	2020 р.
Пшениця озима	-	0,4	44,9	65,5	137,4	52,7	182,3	118,6
Ячмінь озимий	-	-	21,1	16,7	-	-	21,1	16,7
Ячмінь Ярий	12,2	4,2	8,1	15,5	-	-	20,3	19,7
Разом	12,2	4,6	74,1	97,7	137,4	52,7	223,7	155,0

Таблиця 10

**Сортовий склад озимої пшениці у виробництві 2020 р.
по мережі СГІ-НЦНС**

Рік державної реєстрації сорту	Кількість сортів у виробництві 2020 р.	Площі насінницьких посівів, га
2020	6	67,1
2019	6	90,2
2018	7	426,0
2017	9	661,2
2016	6	353,0
2015	6	185,2
2014	7	437,4
2013	2	120,1
2011	4	419,2
2009	4	112,4
2008	1	170,3
2003	1	24,0
Всього	59	3066,1

Таблиця 11

**Навантаження сортами озимих зернових культур
в дослідних господарствах мережі СГІ-НЦНС**

Дослідне господарство	Культура	Кількість сортів у виробництві по роках				
		2016	2017	2018	2019	2020
ДП ЕБ «Дачна»	пшениця озима м'яка	21	24	23	21	24
	ячмінь озимий	6	3	2	3	3
ДП «ДГ «Покровське»	пшениця озима м'яка	23	23	23	22	18
	ячмінь озимий	6	5	3	2	4
ДП «ДГ «Реконструкція»	пшениця озима м'яка	16	26	25	21	24
	ячмінь озимий	7	6	5	2	3
ДП «ДГ «Зелені Кошари»	пшениця озима м'яка	24	21	16	15	23
	ячмінь озимий	7	5	5	3	4
ДП «ДГ «Жеребківське»	пшениця озима м'яка				10	10
	ячмінь озимий				3	3
ДП «ДГ «Комунар»	пшениця озима м'яка				12	
	ячмінь озимий				4	
ДП «ДГ» Мирнопільське»	пшениця озима м'яка					10
	ячмінь озимий					4

Співробітниками відділу насінництва постійно проводиться моніторинг ринку насіння в Україні та за її межами, який дозволяє виявити сорти, що набули найбільшого розповсюдження, які не користуються високим попитом у виробництві, а також такі, що

втратили свою привабливість. Проте, малий відсоток окремих сортів у виробництві пояснюється їхньою новизною, тобто це сорти останніх років районування, які поступово витіснять «старі». Даний аналіз дозволить спланувати виробництво базового і базового насіння системою СГІ в подальшому. Маркетингові дослідження ринку показали, що на даний момент сорти інституту поширені на всій території України.

Наведені дані свідчать про серйозну роботу з розмноження новинок у системі інституту та його дослідних господарств. Обрано виважений курс на прискорене оновлення сортового складу озимої пшениці та ярого ячменю, які б задовольняли потреби ринку не тільки в регіоні, а й в цілому по країні.

Проте, зростання кількості нових сортів в посівах дослідних господарств не зумовлює різкого зростання продуктивності культур. Сортове навантаження в певній мірі ускладнює насінницьку роботу. Часто в угоду дотримання високих показників сортової чистоти доводиться нехтувати деякими елементами технології, спрямованими на підвищення врожайності. Але головна задача господарств – це розмноження і якнайшвидше впровадження нових сортів у виробництво, цим вони по мірі свої сил справляються. Зараз селекція працює над тим, щоб створити сорти з новими властивостями, різних типів за інтенсивністю, придатних, наприклад, для органічного землеробства. Поряд з цим, залишається актуальним завдання створення сортів з високими показниками продуктивності та якості зерна [6].

У рамках міжнародного співробітництва до реєстрів сортів інх держав внесено значну кількість сортів та гібридів селекції СГІ-НЦНС, зокрема: 17 сортів озимої пшениці; 3 сорти озимого ячменю; 2 сорти ярого ячменю; 5 гібридів соняшнику; 1 сорт сої; 2 сорти люцерни; 2 сорти еспарцету.

Наведені дані свідчать про вагомні успіхи та потужну роботу з розмноження новинок у системі інституту і його дослідних господарств. Обрано виважений курс на прискорене оновлення сортового складу озимої пшениці та ярого ячменю, які б задовольняли потреби ринку не тільки в регіоні, а й в цілому по країні.

4. Проблеми та перспективи

Разом з успіхами, що безумовно існують в нашій роботі, не можна не відмітити проблеми, які нажалі мають місце, хоча то вони спільні для усієї країни й зумовлені різними чинниками. Так і селекція з насінництвом в Україні зараз переживають некращі часи. Система державної підтримки виробництва вітчизняного насіння високих генерацій у нас повністю зупинена. Ефективність державної програми формування і здійснення сортової політики дуже низька. Контроль в насінництві через постійне реформування відповідних органів недостатній. Має місце незаконний обіг насіння сортів сумнівного походження, сортів невизнаних або насіння низької якості. Офіційна статистика сортових посівів відсутня або недостовірна.

Все це та інші фактори стали наслідком того, що останніми роками в Держреєстрах сортів та виробників насіння питома вага сортів і гібридів вітчизняних установ поступово втрачає позиції. Прогресуюче розповсюдження у виробництві закордонних селекційних розробок, часто непридатних до використання в специфічних умовах України, може призвести до зниження продуктивності культур та підриву продовольчої безпеки держави. І це може стати дуже серйозною проблемою, якщо негайно не розпочати приймати відповідні заходи.

В Селекційно – генетичному інституту накопичено чималий експериментальний матеріал з вивчення впливу на якість насіння пшениці агротехнічних заходів: доз та строків внесення мінеральних добрив, режимів зрошення, строків і способів збирання насінницьких посівів тощо. Виконано значний обсяг робіт з вивчення екології насіння, на підставі яких на теренах України визначено зони гарантованого і стійкого насінництва пшениці. Досліджено режими зберігання насіння залежно від умов вирощування та вихідних показників якості. Співробітниками запропоновано нову концепцію стандартизації насіння, яка лягла в основу створення чинних насінневих стандартів. Розробляються проекти нових національних стандартів та технічних регламентів, гармонізованих з кращими закордонними аналогами.

Певних здобутків досягнуто науковцями Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла, Хмельницької і Тернопольської державних сільськогосподарських дослідних станцій, Інституту кормів та сільського господарства Поділля. В цих установах розробляються

технології виробництва насіння пшениці та інших зернових культур з використанням новітніх біопрепаратів, рістрегуляторів, макро- і мікродобрив, а також генетичного потенціалу новостворених сортів. Удосконалюються режими сортування і калібрування насіння.

Та попри все, система насінництва в Україні поки що залишається проблематичною. Не обґрунтовано як слід ведення галузі щодо функціонування в агропромисловому виробництві нових організаційних форм – приватних підприємств, фермерських та інших господарств.

На сьогоднішній день сталися перебої у функціонуванні державного насінневого контролю та системи сертифікації насіння і садивного матеріалу. До недавньої пори такі функції виконувала державна насіннева інспекція. Її реформували в Департамент контролю якості насіння і садивного матеріалу, підпорядкований Державній сільськогосподарській інспекції. Нині і цю форму контролю якості насіння ліквідовано, а замість неї поки що нічого ефективнішого не створено.

Незважаючи на достатню кількість рекомандованих виробництву сортових ресурсів, адаптованих до агроекологічних зон вирощування, значну частину посівів в Україні займають сорти і гібриди, не внесені до державного Реєстру. Причому динаміка площ, засіяних незареєстрованими сортами, останніми роками має тенденцію до збільшення.

В насінницьких господарствах повільно впроваджуються здобутки науковців, що стосуються технології виробництва насіння. Експериментальні дані, отримані різними науководослідними установами, засвідчують, що у вітчизняному насінництві є чимало невирішених питань, які потребують подальшого вивчення, аби підвищити ефективність галузі та наблизити її до міжнародних насінневих структур.

Галузь насінництва постійно потребує наукового забезпечення й оновлення. А для цього слід подбати про відродження та подальший розвиток насіннезнавства як теоретичної бази насінництва. Слід суттєво підвищити рівень досліджень у насінництві й насіннезнавстві, а не обмежуватися констатацією фактів, як це, зазвичай, допускають окремі виконавці наукових програм. Особливу увагу необхідно зосереджувати на з'ясуванні механізмів різноякісності насіння – фізіологічних, біохімічних, екологічних.

Аналіз сучасного стану насінництва в Україні, вивчення та узагальнення досвіду його організації в розвинutih країнах світу вказує на необхідність проведення корінних змін, спрямованих на посилення організаційного й наукового забезпечення галузі шляхом удосконалення нормативно-правових засад насінництва, а саме:

1. Урахування міжнародного та вітчизняного передового досвіду насінництва, а також власних досліджень з насіннезнавства і стандартизації є основою побудови концепції створення нових національних стандартів.

2. Серед найактуальніших питань, першочерговим є тісне міжнародне співробітництво у галузі стандартизації і сертифікації насінневої продукції, яке передбачає зближення державної системи стандартизації й сертифікації з відповідними системами розвинених країн світу, гармонізацію нових національних стандартів з уніфікованими НД країн-членів Євросоюзу, актуалізацію, удосконалення та розвиток фонду міжнародних нормативно-правових документів, що регламентують якість та виробництво насіння.

3. При створенні й впровадженні нових нормативних документів у вітчизняну практику насінництва, крім результатів власних досліджень і особливостей, повинен бути врахований національний пріоритет.

4. Результати з вивчення впливу на насіння різними засобами свідчать про певну, іноді специфічну реакцію сортів пшениці озимої на обробку свіжозібраного насіння. Реакція сортів пшениці озимої на обробку насіння різної стиглості стимуляційними чинниками має невизначений характер.

6. Серед основних методів виведення насіння зі стану спокою, які вивчалися в досліді, найбільш ефективним залишається пророщування насіння в режимі перемінних температур.

7. Важливим заходом внутрішньогосподарського насінневого контролю є моніторинг посівних і сортових якостей насіння, вирощеного в дослідних господарствах і селекційних підрозділах інституту. Як показали лабораторні дослідження, добре насіння за фізичною чистотою і лабораторною схожістю отримали майже усі дослідні господарства і селекційні підрозділи інституту.

8. Не менш важливим заходом в насінництві є проведення ґрунтового контролю сортової чистоти насіння. У дослідях з ґрунтового контролю сортової чистоти насіння озимої пшениці

(щорічно до 200 сортозразків) отримано результати, що підтверджують високі сортові кондиції (99,9–100,0 %) насіння, вирощуваного селекційними підрозділами та дослідними господарствами мережі Селекційно-генетичного інституту.

9. Створення якісно нових сортів та активне впровадження їх у виробництво з урахуванням розвитку НТП, запиту споживачів, соціальних, демографічних і екологічних змін – один із шляхів підвищення конкурентоспроможності наукової установи. Для здійснення комерціалізації науково-дослідницьких розробок у Селекційно-генетичному інституті необхідно здійснювати пошук і оцінку заходів для приваблення партнера.

10. Велику увагу необхідно приділити удосконаленню системи укладання ліцензійних угод, контролю за виконанням договірних зобов'язань та забезпечення правомірного використання об'єктів інтелектуальної власності інституту.

11. Забезпечення ліцензійної діяльності інституту на високому професійному рівні дозволяє значно підвищити його фінансові надходження, а також дає можливість впливати на ситуацію в насінництві. Багато угод здійснено за рахунок їх уніфікації та комплексності.

Розглядаючи найближчі перспективи розвитку вітчизняного насінництва, на наш погляд, необхідно:

- удосконалити нормативно-правову базу, що регламентує насінництво, та налагодити ефективний контроль за суворим дотриманням відповідних вимог на усіх рівнях;
- насінництво, як галузь аграрного виробництва, розглядати в тісному поєднанні з селекцією, відновивши програму державної підтримки виробництва насіння високих генерацій та створення і зберігання насінневих фондів;
- розвивати та більш широко впроваджувати систему фірмової селекції, насінництва та регіонального розподілу сортів і насіння, коли конкретні установи-оригінатори та їхні партнери відповідають як за створення сорту і впровадження його у виробництво, так і за якість продукції, що йде на ринок.
- задля виходу на міжнародний ринок посилити інтеграційні процеси долучення України у світову насінневу спільноту, адаптувавши галузь до відповідних вимог як за проведення сертифікації насіння, так і за виробництва посівного матеріалу;
- зміцнити експортний потенціал українського насіння за рахунок підвищення його конкурентоспроможності в частині

якості, а також усунення бюрократичних бар'єрів виходу насінневої продукції на міжнародний ринок;

- здійснити реформування галузі та удосконалити внутрішній порядок організації насінництва, що дозволило б витіснити з ринку недобросовісних учасників, застосовувати у виробництві лише зареєстровані сортові ресурси згідно з їх науково-обґрунтованим районуванням, регулярно проводити сортооновлення та сортозміну, використовуючи при цьому насіння виключно високих генерацій.

- за виробництва насінневої продукції неухильно дотримуватися вимог насінницьких технологій на всіх етапах (від сівби до збирання й зберігання).

Крім того, необхідно удосконалити нормативно-правові відносини авторів (власників) сортів та виробників і споживачів насінневої продукції. Загалом, слід розробити і запровадити ефективний державний механізм збору ліцензійних платежів за використання сортових ресурсів, як об'єкту інтелектуальної власності. Контроль при цьому, необхідно покласти на відповідні державні органи, оскільки 20 % від таких платежів у вигляді ПДВ перераховується до держбюджету.

В організаційному плані оптимальною моделлю побудови відносин між оригінаторами та наступними ланками виробництва може бути принцип, коли під наглядом селекціонера або його дорученням контроль усього циклу відбувався б аж до виходу на товарну продукцію. Це може бути також і фірмова селекція й насінництво.

Дуже серйозною проблемою для виробника є вдалі розрахунки потреби у насінні високих генерацій. Рух насіння від розсадників до сівби на товарні цілі досить тривалий у часі. Як правило це 5–6 років, що іноді дорівнює тривалості життя сорту. До речі, доведено, що чим коротший термін сортозміни, тобто тривалості сорту у виробництві, тим продуктивність культури вища.

Прикладом недолугої сортової політики є різке порушення співвідношення розміщення сортів по основним агрокліматичним зонам відповідно до їх екотипу (табл. 12).

Зокрема, у степовій та лісостеповій зонах подекуди до 20 % мають місце сорти пшениці так званого західноєвропейського типу, яких за науково обґрунтованим районуванням тут взагалі не повинно бути. У результаті продуктивність пшениці падає, а в роки з екстремальними умовами, які останнім часом вже нерідкість,

через неправильний підбір сортів, посіви практично повністю випадають. Все це та інші проблеми гальмують успішний розвиток та становлення національного насінництва, а в кінцевому результаті – усієї взаємопов'язаної системи.

Таблиця 12

Науково-обґрунтоване співвідношення сортових посівів озимої пшениці у різних ґрунтово-кліматичних зонах України (за даними акад. М.А. Литвиненка, 2010)

Екотип сорту	Існуюче співвідношення сортів, %			Науково-обґрунтоване співвідношення сортів, %		
	Степ	Лісостеп	Полісся	Степ	Лісостеп	Полісся
Степовий	56,6	15,0	5,3	90	30	20
Лісостеповий	32,5	66,5	65,1	10	70	60
Західно-європейський	10,9	18,5	29,6	0	0	20

Маркетингові дослідження ринку показали, що на даний момент сорти інституту поширені на всій території України. Враховуючи те, що сорти успішно реєструються і в інших державах, розширення ринку збуту насіння сортів СГІ можливе за допомогою залучення закордонних партнерів. Зокрема, у степовій та лісостеповій зонах подекуди до 20 % мають місце сорти пшениці так званого західноєвропейського типу, яких за науково обґрунтованим районуванням тут взагалі не повинно бути.

У результаті продуктивність пшениці падає, а в роки з екстремальними умовами, які останнім часом вже нерідкість, через неправильний підбір сортів, посіви практично повністю випадають. Все це та інші проблеми гальмують успішний розвиток та становлення національного насінництва, а в кінцевому результаті – усієї взаємопов'язаної системи.

Наочним прикладом регіональної зональності можна навести розробки М.О. Кіндрука [6]. На підставі аналізу експериментальних даних, отриманих в польових дослідах, багаторічних результатів метеорологічних спостережень, статистичних даних урожайності й фактичного стану посівних якостей насіння, визначені зони гарантованого, стійкого, нестійкого й ризикованого насінництва пшениці озимої в межах території України.

До зони гарантованого насінництва віднесена більша частина центрального й правобережного Лісостепу (Вінницька, Київська, Черкаська області). Тут найбільша вірогідність отримання високоврожайного насіння. Вірогідність випадків формування насіння з низьким потенціалом урожайності найменша – від 7 до 20 % випадків або раз в 5–14 років.

Зона стійкого насінництва включає лівобережний Лісостеп (Сумська, Полтавська, Харківська області), межуючі з ним райони північного і центрального Степу, північні райони Кіровоградської, Дніпропетровської, Луганської й Одеської областей, більшу частину Криму (переважно райони зрошуваного землеробства), а також окремі мікрозони берегової смуги Азовського і Чорного морів. Вірогідність випадків отримання низьковрожайного насіння в цій зоні коливається від 17 до 25 %, тобто раз в 4–6 років.

До зони нестійкого насінництва можна віднести південно-східні райони Степу (Одеська, Миколаївська, Дніпропетровська, Донецька, Луганська і Запорізька області), Крим, за винятком центральної частини (зрошуване землеробство) та деяких мікрозон берегової смуги, а також Полісся (Житомирська, Київська і Чернігівська області). Вірогідність випадків отримання насіння із заниженими урожайними властивостями в цих районах від 23 до 30 %, тобто раз в 3–4 роки.

Зона ризикованого насінництва включає північно-західну частину Полісся (Волинська, Рівненська області), західний Лісостеп, окрім його південно-східної придністровської частини (Івано-Франківська, Львівська і Тернопільська області), північно-західну частину Хмельницької області, гірські й передгірні райони Карпат (Закарпатська й Чернівецька області). Вірогідність отримання низьковрожайного насіння тут найбільша, приблизно раз в 2–3 роки.

Визначення зон оптимального насінництва та його районування має відносний характер, оскільки при цьому враховується дія на насіння природних чинників, які рік у рік можуть мати непередбачену мінливість. А тому необхідно щорічно проводити оцінку умов вирощування насіння у будь-якій зоні та вносити відповідні корективи. У кожному конкретному випадку варто з'ясувати, наскільки умови вирощування, насамперед метеорологічні, сприяють формуванню того чи іншого рівня урожайних властивостей насіння.

Експериментальні дані, отримані різними науково-дослідними установами, вказують на те, що у вітчизняному насінництві є чимало невіршених питань, які потребують подальшого вивчення

та удосконалення, аби підвищити ефективність галузі. А для цього слід подбати про відродження та подальший розвиток насіннезнавства як теоретичної бази насінництва. З цією метою на базі Селекційно-генетичного інституту НААНУ створено Національний центр насіннезнавства та сортовивчення, намічено основні напрями його діяльності, а саме:

- проведення досліджень з насіннезнавства та їх координація в Україні;
- обґрунтування проектів законодавчих актів, нормативно-технічної документації, що регламентують галузь насінництва;
- відпрацювання методів прискореного розмноження насіння нових сортів та гібридів;
- вивчення й узагальнення досвіду роботи міжнародних організацій: ISTA – Міжнародної асоціації з випробування насіння, ISO – Міжнародної організації із стандартизації, ОЕСР – Організації економічної співпраці і розвитку та інших;
- організація підготовки наукових кадрів (через аспірантуру, докторантуру), перепідготовку фахівців з насінництва, насіннезнавства та насінневого контролю.

Для підвищення ефективності вітчизняного насінництва немаловажне значення має накопичений досвід організації цієї галузі в розвинених країнах світу (ФРН, Швеція, Англія, Франція, США, Канада та ін.). Узагальнення цього досвіду свідчить про те, що в більшості з них насінництво представлено науково-дослідними установами, організаціями й виробничими підрозділами, які працюють у таких сферах: фундаментальні і прикладні дослідження, виробництво, маркетинг та реалізація насіння. Така організація галузі має чимало переваг: вона спрямована на розвиток і постійне оновлення системи селекції і насінництва, підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.

Сподіваємось, що найближчим часом реформування аграрного сектору в країні закінчиться, а виробники насінневої і товарної продукції зможуть спокійно займатися своєю справою.

Висновки

Стратегією розвитку сільського господарства Півдня України повинні бути визначені шляхи нарощування в першу чергу зерновиробництва як основної бюджетонаповнюючої сфери АПК регіону, а також розкрито технологічні, економічні, інноваційні та

нормативно-правові засади проблеми, вирішення якої стане важливим етапом реалізації державної політики в реформуванні аграрного сектору економіки [9].

Використання сортів і гібридів в окремих природно-кліматичних зонах повинно базуватися на чітких науково-обґрунтованих рекомендаціях з їх районування. Найбільшу продуктивність культур можуть забезпечувати лише визнані сортові ресурси, створені для відповідних умов вирощування, стійкі до стресових чинників середовища, хвороб та інших шкідливих організмів. Саме таким критеріям відповідають новітні сорти вітчизняної селекції, які в порівнянні з іноземними не тільки не поступаються, а й у більшості випадків перевершують їх за рядом показників, зокрема, продуктивності та якості зерна.

За рахунок освоєння ефективних методів насінництва можливо істотно підвищити коефіцієнт розмноження і господарські показники доbazового та базового насіння, в т. ч. насіння батьківських форм гібридів, а запровадження в насінницький процес нових біо-технологічних та молекулярно-генетичних методів насінневого контролю сприятиме значному підвищенню сортових та посівних якостей насінневої продукції. Відповідальність за це, крім держави, повинні взяти на себе НААН та провідні селекційно-насінницькі центри, а також регіональні центри наукового забезпечення.

Матеріально-технічна база селекції і насінництва повинна відповідати сучасним вимогам. Для цього необхідно подбати про якнайшвидше завершення модернізації селекційних установ та будівництва нових насінневих комплексів на базі дослідних господарств, які забезпечують отримання доbazового і базового насінневого матеріалу. Однією з багатьох причин відставання насінницької галузі є слабка її матеріально-технічна база. Наші насіннярі до цих пір користуються збиральною та насіннеобробною технікою, виробленою 20–30 років тому, яка не відповідає сучасним вимогам. Застарілі машини і механізми не здатні забезпечувати рекомендовані режими роботи при сівбі, догляді за посівами, збиранні врожаю, очищенні й калібруванні насіння. Зрозуміло, що без модернізації наявної матеріально-технічної бази, будівництва нових насінневих комплексів неможливо виходити на міжнародний ринок насіння і конкурувати із закордонними насінницькими формуваннями.

Аналіз сучасного стану насінництва в Україні, вивчення та узагальнення досвіду його організації в розвинутих країнах світу

вказує на необхідність проведення корінних змін, спрямованих на посилення організаційного й наукового забезпечення галузі.

Забезпечення ліцензійної діяльності на високому професійному рівні дозволяє значно підвищити фінансові надходження установи, а постійне удосконалення взаємовідносин між ліцензіаром і ліцензіатом дає можливість здійснювати вплив на ситуацію в насінництві та ринку насіння. напрацювати механізми та сприяти розширенню ділового науково-інноваційного співробітництва в регіоні, забезпечити діяльність Південного міжрегіонального наукового центру з дотриманням вимог господарського та інших видів законодавства.

Сприяння розвитку спільної науково-господарської діяльності на принципах державно-приватного партнерства, створенню наукових і науково-індустріальних парків, інших суб'єктів інноваційного типу, що загалом дозволить покращити фінансове забезпечення розвитку аграрної науки і освіти та підвищенню рівня наукового обґрунтування з регуляції важливих соціально-економічних та екологічних процесів на регіональному рівні [10].

Наукові центри НААН мають координувати наукові дослідження та організацію впровадження їх результатів (інновацій) для суб'єктів аграрного підприємництва та соціально-економічного розвитку сільських територій відповідних регіонів, спрямовувати зусилля вчених наукових установ та закладів вищої освіти різної спеціалізації, розміщених в зоні діяльності та віднесених до сфери координації центрів незалежно від їх відомчої належності на вирішення поставлених завдань [11].

Обґрунтовані теоретичні основи досліджень щодо впровадження селекційно-насінницьких інновацій будуть використані у подальших дослідженнях та розробках, що дозволить визначити найбільш важливі ознаки з урахуванням різноманітних особливостей всіх ланок виробництва.

Від ступеню успішного вирішення цих проблем залежить реальна можливість досягнення кінцевих позитивних результатів інноваційної діяльності наукової установи.

Список використаних джерел:

1. Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні : Закон України від 8.09.11. № 3715-VI.
2. Про охорону прав на сорти рослин : Закон України від 17.01.02. № 2986-III.

3. Войнаренко М.П. Кластери в інституційній економіці : монографія. Хмельницький національний університет : ТОВ «Тріада-М», 2011. 502 с.
4. Кот О.В. Теоретичні аспекти інноваційного розвитку аграрного сектору економіки та його організаційно-економічне забезпечення. *Проблеми науки*. 2008. № 9. С. 30–37.
5. Краснокутська Н.В. Інноваційний менеджмент : навчальний посібник. К. : КНЕУ, 2003. 5004 с.
6. Насінництво й насіннезнавство зернових культур / за ред. М.О. Кіндрука. К. : Аграрна наука, 2003. 238 с.
7. Пшеница: история, морфология, биология, селекция / под ред. В.В. Шелепова и Н.П. Чебакова. К. : УААН, 2009. 544 с.
8. Рибалка О.І. Якість пшениці та її поліпшення : монографія. К. : Логос, 2011. 496 с.
9. Чабан В.Г. Інновації як умова підвищення конкурентоспроможності аграрного сектору. *Економіка АПК*. 2006. № 7. С. 68–76
10. Шквиря Н.О. Особливості інноваційного розвитку сільськогосподарських підприємств. *Держава та регіони*. 2007. № 6. С. 216
11. Якобчук В. П. Стратегічні пріоритети інноваційного розвитку підприємництва в аграрній сфері. *Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Сер. Економіка*. 2013. Вип. 148. С. 31–34.

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-240-4-4>

Sumska O.

*PhD (Engin.), Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Food Engineering
Kherson State agrarian and economic University
Kherson*

Novikova N.

*PhD (Agr.),
Head of the Department of Food Engineering
Kherson State agrarian and economic University
Kherson*

Riapolova I.

*PhD (Agr.), Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Food Engineering
Kherson State agrarian and economic University
Kherson*

**PREPARATIONS FROM ST. JOHN'S WORT
(*HYPERICUM PERFORATUM L.*) ARE A NICHE FOR THE
DEVELOPMENT OF AGRO-INDUSTRIAL ACTIVITY**

Summary. *Agro-industries are having a significant global impact on economic development. Nonetheless, the full potential of agro-industries as an engine for economic development has not yet been realized in Ukraine, especially in Kherson region. The direction of cultivation and processing of medicinal plants is not very common in Ukraine, but on the contrary, in world practice the topics of healthy living, using the natural ingredients in medicine and the food industry are relevant. Used in work samples of St. John's wort (*Hypericum perforatum L.*) have been collected during spring-summer of 2021 within the territory of environmental research department «Burkuty» (hereinafter PNDV «Burkuty»), which is a territorial component of the national nature park «Oleshkivsky sands». The expediency of obtaining a preparation with antimicrobial and colouring properties based on St. John's wort, which grows in the Kherson region, has been substantiated. A technological scheme has been developed for obtaining a powdery final form of a preparation based on St. John's wort –*

preparation «Kh HP» for the food industry. The composition of the obtained preparation was identified by the methods of qualitative analytical analysis, thin layer chromatography and infrared spectroscopy.

Introduction

Proved the importance of such a theory by the existence of the dependence of the development of innovation processes on ensuring interaction in various forms, the need to develop it – changing the paradigm of the innovation process, the evolution of models of innovation processes, the development of «open innovation» [1]. The rapid and often unpredictable success of some herbal drugs within the medicinal and health food market is changing several criteria of management for botanical products and is posing challenges in diverse research fields. In fact, plants traditionally collected in the wild and used as traditional medicines by a scanty number of people (usually in a circumscribed area of the world) can nowadays become, within a half-dozen years, valuable sources of best-seller drugs marketed worldwide. Such «local to global» transitions can induce dramatic changes in plant collection, cultivation, supply, handling and marketing practices [2–3].

The peculiarities of Kherson region nature are determined by its geographical position in the south of Ukraine within the steppe zone of the Eastern European plain. In the south, the Kherson region is washed by the waters of the Black and Azov Seas. From west to east the region territory stretches from 31°46′ to 35°09′ east longitude for 258 km, and from south to north from 45°58′ to 47°05′ north latitude stretches for almost 180 km. The extreme points of the Kherson region are: Fedorivka village (Vysokopil district) in the north, the railway station Sivash on the Chongar Peninsula (Genichesk district) in the south, Cape Seredniy (on the peninsula Yahorlytsky Kut in Holoprystan district) in the west and Novy village in the east. Kherson region is located in the continental climate zone of temperate latitude and is characterized by a temperate-continental climate with mild snowless winters and hot dry summers. The area is within the temperate zone of illumination between about 46° and 47° north latitude, the total solar radiation is 4700–4900 MJ/m² and varies with the seasons, from north to south. The average annual amount of radiation balance is 2125 MJ/m [4, p. 29–33, p. 43, p. 44, p. 49].

The Kherson region vegetation consists of cenoses of zonal, extrazonal and intrazonal types. In this regard, the vegetation of the region is very diverse, composed of different types of cenoses, formed in the conditions of the diversity of the parent rock, soils, climate and moisture [5].

Complete integrated picture obtaining of the study objects should be determined on the basis of ecological and coenotic characteristics, biological productivity and energy value in natural steppe and artificial forest system [6; 7].

The complete optimization of agronomic conditions according to phytochemical production, actually, is a long and huge effort, needing years and long term financial support. Factors to be considered should emerge not only from in-field agronomic results, but also from physiological, genetical, biotic, abiotic and phytochemical data that could be scaled up to the application level. Moreover, being such approach financially burdensome, it should be wisely undertaken on economically sound plant, in the Kherson region.

The German Commission E designated St. John's wort as an approved herb in 1984, and it is currently one of the most widely consumed medicinal plants in the world [8]. The importance of St. John's wort as a dietary supplement has significantly increased in the last few years. The annual market for St. John's wort has reached \$210 million in the United States alone and over \$570 million worldwide [9].

St. John's worts grown in different regions have varying concentrations of bioactive compounds [10].

Thus, preparations with St. John's wort can be considered as a direction of development of agro-industrial activity of the Kherson region.

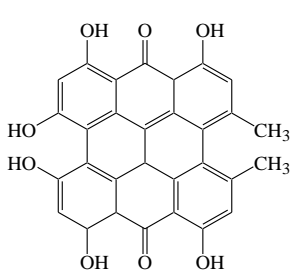
1. St. John's wort as the potentially suitable plant for obtaining a drug with antimicrobial and colouring properties for the food industry

Considering the plant raw materials from the standpoint of the presence of both antimicrobial and colouring properties, the analysis of known medicinal plants was carried out taking into account their chemical composition, information on pharmacological properties and potential suitability for food colouring. *Hypericum perforatum L.* should be singled out from medicinal plants with pronounced antimicrobial activity and known colouring properties.

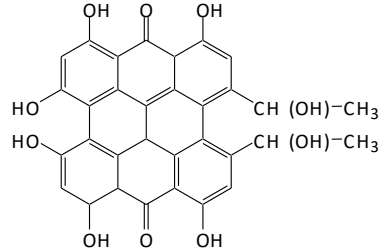
St. John's wort contains a variety of biologically active compounds that cause a manifold of pharmacological properties and is a valuable colouring plant.

The chemical composition includes:

Condensed anthracene derivatives – 0.1–0.5 %, which is accompanied by resinous substances (17 %);



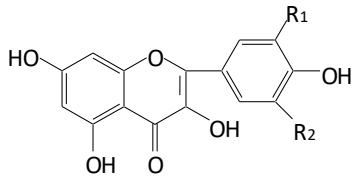
Hypericin



ψ-hypericin

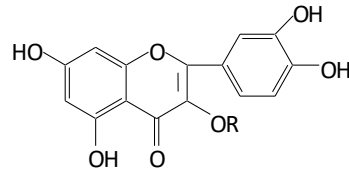
Flavonoids of the flavonol group – 5–6 %

aglycones – quercetin, myricetin; glycosides – hyperoside, rutin, quercitrin



R₁ = R₂ = OH – myricetin;

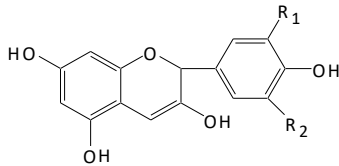
R₁ = OH, R₂ = H – quercetin



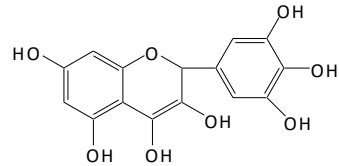
R = glucose -O- rhamnose – rutyn;

R = galactose – hyperoside

R = rhamnose – quercetin

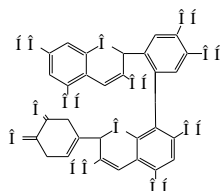


anthocyanins

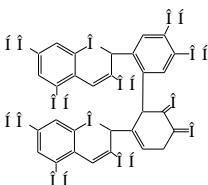


leucoanthocyanidins

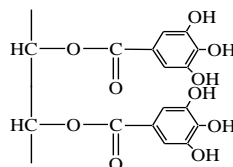
Tannins (10%);



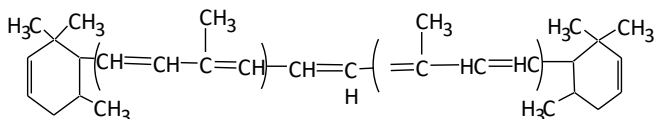
condensed poly phenols



hydrolysable polyphenols



Carotene (55mg/g);



In addition, St. John's wort contains essential oils, nicotinic and ascorbic acids, vitamins P and PP. The saponins presence and alkaloids traces are indicated by several researches. An in-depth study of the chemical composition of St. John's wort allowed us to isolate nine individual compounds related to flavonoids, phloroglucins, phenylpropanoids and sterols [11].

The genus *Hypericum* includes more than 450 species distributed in Europe, North America, North Africa and West Asia. These plants are widely used in folk medicine for the treatment of inflammation, bacterial and viral infections, burns and gastric disorders. The use for alleviating inflammation and promoting wound healing is well known for *H. Perforatum* L. (St. John's wort) and other species. Because of its pharmacological activity, *H. perforatum* L. is one of the most important species of this genus. This plant has been largely utilized for its efficacy in the treatment of mild to moderate depression. However, some other species have been utilized in traditional medicine and have been studied for their phytochemical composition and for their biological activities to date. *Hypericum* species contain biologically active secondary metabolites belonging to at least ten different classes, with prevalence of naphthodianthrones (hypericin and pseudohypericin), phloroglucinols (hyperforin), flavonoids (rutin, hyperoside, isoquercitrin, quercitrin,

quercetin, amentoflavone) and phenylpropanoids (chlorogenic acid). However, great variations in contents have been reported for wild populations worldwide [12]. Also, a number of studies of the biological activities of *Hypericum* species have shown that the most recognized species of this genus, *H. perforatum*, was not the most active. Comprehensive analysis of the published research on the chemical composition and biological activity, showed that *H. richeri* has a similar pharmacological potential as St. Jon's wort. The species, with high content of naphthodianthrone, which might be used against viruses and retroviruses, are: *H. androseamum*, *H. annulatum*, *H. barbatum*, *H. boissieri*, *H. elegans*, *H. hirsutum*, *H. hyssopifolium*, *H. humifusum*, *H. montanum*, *H. montbretii*, *H. triquetrifolium*, *H. richeri*, *H. rochelii*, *H. rumeliacum*, *H. thasium*, and *H. patulum*. Very few species (e.g. *H. inodorum* and *H. moseranum*) contained the similar amounts of hyperforin as *H. perforatum*. Since hyperforin was recognized as one of the most crucial components for the antidepressive activity, it seems that *H. perforatum* barely has an alternative for this purpose. Plant species containing considerable amounts of other acylphloroglucinol derivatives have the potential to demonstrate antibacterial and cytotoxic activity. Some of these species are: *H. sampsonii*, *H. ascyron*, *H. foliosum*, *H. geminiflorum* and *H. scabrum*. However, only a few studies concerning the activity of extracts and isolated compounds were done *in vivo*. Also, data on the safe usage of *Hypericum* constituents as phytotherapeutics are scarce. Since some of *Hypericum* species are scarcely distributed or endemic as well as some of the secondary metabolites are presented in very small amounts, bio-production, especially endophytes, could represent an abundant and reliable source of pharmacologically active metabolites of *Hypericum* species for exploitation in industry [13].

Study evaluated the *in vitro* antioxidant, antibacterial and phytochemical properties of essential oils of *Hypericum helianthemoides* (Spach) Boiss., *Hypericum perforatum* L. and *Hypericum scabrum* L. (Hypericaceae),

The essential oils obtained from dried flowering aerial parts of three *Hypericum* species were analyzed by gas chromatography and gas chromatography/mass spectrometry to determine chemical compositions. The antibacterial activity of essential oils within concentration ranges from 16 to 500 µg/mL was individually evaluated against *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Proteus vulgaris* and *Salmonella typhimurium*. The 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity of essential oils was determined using DPPH

assay. Essential oil yield of *H. helianthemoides*, *H. scabrum* and *H. perforatum* were 0.12, 0.20 and 0.21 mL/100 g dried material, respectively. The major constituents of the essential oils were α -pinene (12.52–49.96 %), β -pinene (6.34–9.70 %), (E)- β -ocimene (4.44–12.54 %), β -caryophyllene (1.19–5.67 %), and germacrene-D (2.34–6.92 %). The essential oils of three *Hypericum* species indicated moderate-to-good inhibitory activities against four bacteria, especially against *L. monocytogenes* [14].

The aim of this study was to assess the variability of chemical composition and biological activities of four *H. perforatum* samples, collected at different altitudes in the South Apennine of Italy. MTT assay was used to evaluate the antiproliferative activity of different samples concentrations (0.6–100 $\mu\text{g/mL}$) after irradiation at 365 nm. The inhibition of nitric oxide production was evaluated after 24 h of incubation using the macrophage cell line RAW 264.7 and sample solutions ranging from 12.5 to 1000 $\mu\text{g/mL}$. Antioxidant activities were evaluated using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) assay and β -carotene bleaching test (ranges were 12.5–1000 and 1–400 $\mu\text{g/mL}$, respectively). Chemical composition was evaluated through HPTLC, and different contents of hypericin and rutin have been observed. The most phototoxic sample was collected from Zumpano (no. 1 at 370 m), with IC₅₀ values of $24.61 \pm 0.02 \mu\text{g/mL}$. Sample no. 1 showed also the best radical scavenging activity (IC₅₀ value of $9.18 \pm 0.03 \mu\text{g/mL}$) and the best antioxidant activity (IC₅₀ value of $10.04 \pm 0.03 \mu\text{g/mL}$ after 30 min of incubation). Best activity of extract no. 1 was well in accordance with chemical data, including the phenolic total content and particular metabolome profile [15].

During the last two decades incidences of fungal infections dramatically increased and the often accompanying failure of available antifungal therapies represents a substantial clinical problem. The urgent need for novel antimycotics called particular attention to the study of natural products. The genus *Hypericum* includes many species that are used in the traditional medicine to treat pathological states like inflammations and infections caused by fungi. However, despite the diffused use of *Hypericum*-based products the antifungal potential of the genus is still poorly investigated. In this study five *Hypericum* species autochthonous of Central and Eastern Europe were evaluated regarding their polyphenolic content, their toxicological safety and their antifungal potential against a broad panel of clinical fungal isolates. LC-MS analysis led to the identification and quantification of 52 compounds, revealing

that *Hypericum* extracts are rich sources of flavonols, benzoates and cinnamates, and of flavan-3-ols. An in-depth screen of the biological activity of crude extracts clearly unveiled *H. hircinum* subsp. *majus* as a promising candidate species for the search of novel antifungals. *H. hircinum* is diffused in the Mediterranean basin from Spain to Turkey where it is traditionally used to prepare a herbal tea indicated for the treatment of respiratory tract disorders, several of which are caused by fungi. Noteworthy, the infusion of *H. hircinum* subsp. *majus* excreted broad antifungal activity against *Penicillium*, *Aspergillus* and non-albicans *Candida* isolates comprising strains both sensitive and resistant to fluconazole. Additionally, it showed no cytotoxicity on human cells and the chemical characterization of the *H. hircinum* subsp. *majus* infusion revealed high amounts of the metabolite hyperoside. These results scientifically support the traditional use of *H. hircinum* extracts for the treatment of respiratory tract infections and suggest the presence of exploitable antifungal principles for further investigations aimed at developing novel antifungal therapies [16].

Study was carried out to study elemental, nutritional, phytochemical and biological evaluation of *Hypericum perforatum*. The elemental analysis showed that Ca was highest (5600 µg/g) in leaves and lowest (2500 µg/g) in flowers. The potassium was highest (840 µg/g) in fruit and lowest (80 µg/g) in leaves. Magnesium was highest (260 µg/g) in stem and lowest (200 µg/g) in flowers. Sodium was highest (4900 µg/g) in stem and lowest (4700 µg/g) in leaves and flowers. Copper was highest (26 µg/g) in stem and lowest (10 µg/g) in leaves. Iron was highest (5000 µg/g) in flowers lowest (1200 µg/g) in stem. Zinc was highest (80 µg/g) in flowers and lowest (46 µg/g) in stem. Nickel, cadmium and Cobalt were < 5 µg/g for all plant parts. The nutritional analysis showed that the dry matter was in the range of (97.61 %) in stem and (96.38 %) in leaf, ash (5.43 %) in flowers and (1.90 %) in stem, crude protein (12.63 %) in leaf and (6.15 %) in stem, crude fibre (64.74 %) in flowers and (13.0 %) in leaf, ether extract (10.98 %) in fruit and (1.88 %) in stem and nitrogen free extract was (65.80 %) in leaf and (10.98 %) in flower, respectively. *Hypericum perforatum* did not show cytotoxic, insecticidal and antibacterial activity in vitro at different doses. The % activity was zero % in cytotoxic and insecticidal activities. However, *H. perforatum* plant parts revealed phytotoxic activity. The phytotoxic activity of leaf and fruit remained same (44.0 %) at highest dose (500 µg/ml). The phytochemical screening showed the presence of mucilage, tannins, anthraquinones, saponins, fats and oils and proteins

in all parts of the plant. Calcium oxalate was found in all parts except the fruit. Lignin and catechin was found in all parts except the leaf. Cutin was found only in stem and flower while chlorophyll was found only in stem and leaf [17].

Hypericum perforatum L., known as St. John's wort (SJW), has been thoroughly tested and is commonly used in the form of an oil, infusion, or diet supplements [18]. St. John's wort contains many bioactive compounds that have a positive effect on humans: hypericin (red dye), hyperoside, rutin, quercetin, tannins, and hyperforin [19]. Substances contained in *Hypericum perforatum* are especially known for their influence on mood alteration and anti-depressant effect via synergistic action, especially hypericin and hyperforin [20]. The therapeutic effect of St. John's wort is obtained through long-term use of substantial Foods amounts of the herb. Moreover, SJW has been described as a plant that may be potentially used in the treatment of many other diseases like AIDS or cancer, and exhibits antioxidant, antidiabetic, or anti-inflammatory properties [21; 22].

However, it is observed that nutritional decisions have an influence on human health and an increase in the incidence of chronic diseases associated with the development of civilization such as metabolic syndrome, type 2 diabetes, tumors, or autoimmune disease [23; 24]. Furthermore, obesity is an effect of imbalance between the amount of consumed calories and physical activity [25].

Although consumption of processed food is still high, customer awareness is increasing. Moreover, food processing may convert many ingredients into promoters of inflammation and cause an imbalance of gut microbiome factors. People select good-quality food more often and pay attention to food composition [26].

St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) is a medicinal plant that alleviates depression and other disorders due to its abundance of active ingredients. Hyperforin, rutin, and melatonin are the main active, and important, ingredients in St. John's wort that alleviate depression. In order to investigate the optimal conditions for accumulating these active ingredients, design of experiments and response surface methodology (RSM) was employed in this study. Two-month-old St John's wort plants were cultivated in growth chambers at varying temperatures, light intensities, and nutrient solution concentrations before analysis by HPLC, for determining differences in hyperforin, rutin, and melatonin content. The results showed that hyperforin and rutin contents were significantly influenced by temperature (18–23 °C) and light intensity

(49–147 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ photosynthetic photon flux density (PPFD)), whereas Hoagland's nutrient solution concentration (25–75 %) had little effect. The accumulation of melatonin might not be influenced by cultivation conditions. Light intensity and temperature are easily controlled environmental factors in artificial cultivation, both of which are related to secondary metabolite production in the plant. Based on RSM, the optimal conditions for the accumulation of hyperforin and rutin were obtained. The maximum content of hyperforin was 5.6 mg/g, obtained at a temperature of 19 °C, a nutrient solution concentration of 45 %, and a light intensity of 49 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPFD. The maximum content of rutin was 3.8 mg/g obtained at a temperature of 18 °C, a nutrient solution concentration of 50 %, and a light intensity of 147 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PPFD. This evaluation of suitable conditions for the accumulation of bioactive compounds in St. John's wort can be applied to plant factories on a large scale [27].

Consequently, producers have been forced to design innovative products that meet customers' expectations, especially snacks such as cookies and sweets. This type of food is particularly desirable due to its easy availability and is a good basis for designing new products classified as a functional food, which is perceived as a healthier replacement for traditional foodstuffs [28]. Enrichment is one of the methods for functional food production. The composition of snacks can be improved using various ingredients (e.g., vitamins, microelements, fiber, or antioxidant substances) contained in numerous species of plants [29; 30]. Bakery products are a good food matrix to obtain products with increased bioactive properties as they are popular with consumers and constitute the main part of their daily diet [31].

The aim of the study was to assess the impact of *Hypericum perforatum* on the antioxidant activity, enzyme inhibitory effect, and antimicrobial properties of wheat flour cookies supplemented with St. John's wort. The aim of this study [32] was to characterize wheat cookies enriched with 0.5 % and 1.0 % of *Hypericum perforatum* L. (St. John's wort, SJW) and determine their pro-health properties in vitro after hydrolysis in simulated gastrointestinal conditions. The results indicated that 1.0 SJW was characterized by the highest content of polyphenols, flavonoids, and phenolic acids (2.32 mg mL⁻¹, 4.93 $\mu\text{g mL}^{-1}$, and 12.35 $\mu\text{g mL}^{-1}$, respectively). The enriching cookies had no effect on water absorption capacity (WAC) and oil absorption capacity (OAC). After in vitro hydrolysis, the highest peptide content was noted in 1.0 SJW (0.52 mg mL⁻¹), and the bioactive compounds were

characterized by high potential bioaccessibility (PAC), but poor bioavailability (PAV). The addition of SJW increased the ACE, α -amylase, and LOX inhibitory effect, but reduced the inhibition of pancreatic lipase. The highest antioxidant activity was noted for 1.0 SJW. The results showed that only 0.5 SJW and 1.0 SJW had slight antimicrobial activity against *E. coli* ATCC 25922 and *B. cereus* ATCC 14579 with MIC = 12.5 mg mL⁻¹. Fractions with molecular mass < 3.0 kDa were characterized with the highest p-coumaric acid content. The results show that SJW cookies had a higher content of bioactive compounds and more potent anti-metabolic syndrome effects.

Food enrichment is one of the effective methods of increasing the pro-health potential of products. This process is not only aimed at increasing the pro-health value of food, but can also influence the taste, smell, and texture. The study indicated that cookies enriched with St. John's wort had a higher content of bioactive compounds and antioxidant and anti-metabolic syndrome effects. These results showed that *Hypericum perforatum* L. has good potential to be used for the production of potential functional food with not only anti-depression properties.

The pharmacological properties of St. John's wort are widely covered in the medical studies. In particular, much attention is paid to the antimicrobial activity study. Thus, the high antibacterial ability of essential, alcohol, acetone and other extracts of St. John's wort to gram-positive and gram-negative bacteria has been established. It was found that tannins also have antimicrobial properties against a number of microorganisms. Highly active is water-alkaline extraction (pH = 9.0) against pathogenic bacteria. The antimicrobial activity of essential oil obtained from dried St. John's wort by steam distillation is shown in. Of complex compounds number isolated from St. John's wort, the fraction of phenolic substances has showed the highest antibacterial effect. Antimicrobial drugs such as imanin and novoimanin have been obtained, studied and introduced into medical practice on the basis of St. John's wort.

Thus, it is shown that biologically active compounds of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) have high antimicrobial activity.

St. John's wort can be attributed to plants that can be used to colour food. Usually water decoctions are used, thus receiving violet-red, brown and olive scale of colours. At colouring only by flowers the compound red-violet, green-brown, tobacco dark colour turns out.

Of particular note is the fact that pharmacologically active compounds of St. John's wort chemical composition belong to groups of natural pigments, different in their chemical properties.

The composition and stability of food and pharmaceutical compositions of St. John's wort vary greatly depending on the origin of the plant material, the method of production, the lipophilicity of the solvents and the storage conditions, and this should be considered for both practical and scientific purposes.

2. Extraction features of biologically active substances with St. John's wort

One of the requirements for the successful drugs implementation made from natural raw materials is the release of biologically active and colouring substances from plant raw materials in a final form, convenient in usage.

Pharmacologically active (biologically active) substances are the substances that have the same effect on a living organism (etiotropic, symptomatic, selective, local, etc.), mainly natural substances of secondary synthesis (alkaloids, saponins, tannins, etc.), sometimes substances of basic synthesis, for example from the class of lipids, carbohydrates, vitamins.

Despite the many types of raw materials, physical and chemical properties of the released compounds, the creation of new technological techniques and the use of modern physico-chemical methods, the basis of the isolation process of biologically active substances are the following stages:

- grinding of raw materials;
- contact of the solvent with the raw material;
- separation of the extract from the raw material;
- extraction and regeneration of solvent from the extract and raw materials;
- isolation and purification of biologically active substance.

Today, extraction processes play a leading role in modern nutrition and pharmacognosy: the production of the main group of galenic preparations (extracts, tinctures), novogalenyh, production of individual phytopreparations, etc., due to which a fairly wide base of extraction methods has been accumulated. Since medicinal plants always contain a whole complex of pharmacologically active substances, their extraction can be carried out either by simultaneously isolating the whole complex of compounds, followed by separation into individual components, or by sequential extraction of individual compounds. However, most compounds in plants are biogenetically related, similar in chemical

structure and properties, which complicates sequential extraction. Therefore, most often the amount of biologically active substances is released together with impurities of concomitant compounds that are part of the starting material.

The implementation of this stage of the work is based on the task of developing a method of obtaining an antimicrobial preparation for colouring textile materials, the technological features of which would provide the possibility to obtain an antimicrobial effect of textiles while providing high quality dyes.

In essence, the main importance in the extraction process are diffusion phenomena (mass transfer) based on the equalization of the concentration between the solvent (extractant) and the compounds solution contained in the cell. Accordingly, the diffusion process that takes place during extraction can be characterized by the basic provisions of free molecular diffusion, i.e. when there are no obstacles between the adjacent solutions. There are molecular and convective diffusion.

Molecular diffusion is a process of gradual mutual impregnation of substances (liquid or gaseous) that border each other and are in macroscopic rest, due to the chaotic motion of molecules. The intensity of diffusion depends on the molecules kinetic energy (the larger it is, the more intense the diffusion). The driving force is the difference in the solutes concentrations in the adjacent liquids. As the difference in concentrations increases, the amount of substances that diffuses under equal conditions at the same time increases. In addition, the diffusion rate is also affected by the following factors:

- temperature (temperature increase increases the molecules mobility as a consequence of increasing the diffusion rate);
- molecular weight of the substance and the size of individual particles: the smaller the mass and radius of the diffusing parts, the faster the diffusion;
- density of the medium – with increasing density decreases the mobility of molecules;
- the size of the interface of substances, and the thickness of the layer through which diffusion occurs: the larger the interface, the more substance diffuses, the thicker the layer, the slower the diffusion;
- diffusion process takes a long time: the longer the diffusion, the more substance passes from one medium to another.

Convective diffusion occurs during of liquid and solute movement in a turbulent flow due to temperature changes, stirring, etc. The diffusion rate increases with increasing phase contact surface, concentration

difference and process duration. The main factors for the rate of convective transfer of substances are hydrodynamic conditions (speed and mode of fluid motion).

The process of extraction from medicinal raw materials is complicated by the presence of cell walls, which may have different physiological conditions. Usually for the preparation of drugs dry plant material with cells that have acquired the properties of a porous septum and allow bilateral diffusion are used. The selection process consists of separate moments: dialysis, desorption, dissolution and diffusion, which occur simultaneously as a general process. First, the extractant is impregnated into the middle of the plant material, diffuses through the intercellular passages through the cell walls (dialysis), which leads to swelling of its contents, and the transition to solution (desorption and dissolution). Further, due to the significant difference between the concentration in the solution, in the cell and externally, the process of transfer of solutes into the external volume of the extractant begins, the dialysis process is observed.

The chemical composition of the cell walls also has a significant effect, so the content of cerin, pectin, and lignin significantly impede the penetration of the extractant into the middle of the cell, as a result of dialysis proceeds slowly.

When extracting biologically active substances from medicinal raw materials, it is necessary to create optimal conditions for the diffusion process, taking into account the factors that affect the completeness and extraction rate: degree of grinding, concentration difference, temperature, extractant density, extraction time and hydrodynamic conditions.

The grinding degree of the raw material and the temperature of the extractant play an important role in ensuring the diffusion process. Grinding increases the contact surface of the raw material with the extractant, what reduces the diffusion distance of the extracted substances during extraction and increases their quantitative yield. However, excessively fine grinding could lead to a worsening of the extraction process, as the number of damaged cells increases sharply, what leads to leaching of concomitant substances and causes the transition of a significant number of suspended particles in the extract. The result is cloudy, poorly filtered extracts.

The temperature increasing accelerates the extraction process, yet in the production conditions of galenical preparations this factor should be used only for obtaining water extractions and taking into account the

thermolability of medicinal raw materials. Raising the temperature is desirable when extracting rhizomes, bark, and grass: hot water promotes better tissue separation and rupture of cell walls, thereby facilitating the diffusion process. Thus, the choice of the grinding degree and temperature is set taking into account the morphological and anatomical features of the raw materials used and the chemical nature of the compounds that are part of it and the choice of extractant.

As already mentioned, the difference in concentrations is the driving force of the diffusion process, so it is important throughout the extraction process to maintain the maximum concentration difference, which is often achieved by mixing the infused mass and changing the extractant (periodically or continuously).

The bulk of plant raw materials are fibre, proteins, chlorophyll, resins, mucus and other substances that significantly complicate the process of separation of biologically active natural compounds. In this aspect, the solvent used as the extractant has a strong influence on the quality of the extract. An important condition is the compliance of the extractant with a number of general requirements: selective solubility, high diffusion properties, chemical indifference to the selected substances, safety for humans, easy regeneration and reusability, cheapness and availability. Water is most often used as an extractant, due to the widest range of substances that can be extracted; has easy penetration into cell walls; causes hydrolysis of active substances, which increases when exposed to enzymes or heating. Typically, the extraction takes place in a neutral medium. If necessary, create narrower pH intervals of aqueous solutions (slightly alkaline, rarely slightly acidic).

There are methods based on the use of organic solvents as an extractant: ethanol, ether, chloroform, dichloroethane, acetone, gasoline. For some drugs use glycerin, fatty oils.

However, none of the used extractants satisfies all the requirements at the same time, so their choice is quite individual, for each case. It should be noted that a number of researchers are negative about the extraction of dyes from plant materials with organic solvents, as it loses the environmental friendliness of the whole direction.

The extraction with water and water-alcohol solutions under static conditions and with stirring was examined; the effect of ultrasonic treatment and extraction with water and water-alcohol mixtures under dynamic conditions at elevated temperature and pressure and the extraction with supercritical carbon dioxide were studied. It was established that, in the extraction of biologically active substances from

plant materials, the chemical affinity of an extractant the extracted component is of primary importance; an increase in the pressure under dynamic conditions is the second factor in importance, which increases the efficiency of extraction [33].

Plant Material:

Samples of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) have been collected during spring-summer of 2021 in the environmental research department «Burkuty» (hereinafter PNDV «Burkuty»), which is a territorial component of the national nature park «Oleshkivsky sands» (hereinafter park or NNP). The territory of PNDV «Burkuty» is within Chalbas (Vynohradiv) Arena and occupies an area 1240.2 ha (15.5 % of the park territory), including the lands of Vynohradivska and Malokopanivska rural councils (Tsyurupynsky and Holoprystansky districts respectively, Kherson region). According to geobotanical zoning, this area is a part of the Lower Dnieper district sandy steppes, sands and floodplains (Didukh, ShelyagSosonko, 2003). According to the physical and geographical zoning, the research area is located in the Holoprystan-Dnipro geographical region of the Lower Dnieper terrace-delta lowland region, the Black Sea-Azov region.

Results:

The conditions option for extraction of the main active substances with St. John's wort was carried out taking into account the requirements for the choice of extractant and based on the above general principles of extraction. In addition, the previous positive experience of obtaining a number of drugs with St. John's wort used as pharmacological agents was taken into account: for a long time such antimicrobial drugs based on St. John's wort as imanin and novoimanin, herbal infusions of 40- and 70-degree alcohol, water decoctions, St. John's wort oil. Accordingly, a method based on successive five-fold water-alkaline extraction was chosen. The plant material of St. John's wort is extracted with a weak solution of alkali at boiling temperature; the extract is filtered, acidified with hydrochloric acid to a weakly acidic congo reaction. The precipitated former is decanted, centrifuged, washed with water until congo neutral, dried and ground to a powder. The obtained powder is a complex preparation containing biologically active compounds that determine various pharmacological properties, as well as dyes that can be used for colouring textile materials.

However, this method of production cannot provide a sufficient yield of biologically active substances necessary to obtain an antimicrobial

effect and saturated and pure shades during the colouring of textile materials.

The yield of active substances is significantly influenced by intensification using rapid changes in temperature and pressure. Therefore, for the most complete and fast extraction and reduction of dyes losses and active substances with St. John's wort, the diffusion process is intensified by short-term treatment of finely ground plant material with St. John's wort with superheated steam, followed by rapid pressure relief and subsequent stepwise extraction with 0.1 % and 1 % hydroxide sodium at boiling point. Activation is accompanied by the creation of a shock wave, which destroys the cellular structure of the processed raw material, with the breakdown of some weak bonds in the cellulose complex, and an increase in the phases contact surface. As a result, the speed of the adsorption process of the alkaline solution, which takes place in the first minutes of extraction, and wetting, facilitates the diffusion process. Thus, the subsequent extraction is more intense and proceeds to the complete leaching of dyes and biologically active substances, which provides high colour ability while maintaining antimicrobial properties.

The method is implemented as follows:

Air-dry plant material of St. John's wort (*Hypericum perforatum*) is crushed, activated by superheated steam in the following mode: temperature 170–240° C, steam pressure 1.0–3.4 MPa, activation time from 30 to 120 s, followed by a rapid decrease in pressure. Then extracted with an alkaline solution at boiling point taken in relation to the plant 1:10 by the method of fine maceration. This method involves an episodic change in the concentration difference at the interface at the expense of updating the extractant. The extractant (10-fold volume) is divided into portions, and the duration of extraction into periods, namely: first, the plant material is extracted for 10 min 3-fold volume of 0.1 % sodium hydroxide solution at boiling temperature and constant stirring; after this extraction is drained, and the residue is extracted 3 times with 1 % NaOH, 5 min, at boiling temperature and stirring; after extraction fusion, 5 min 2-fold 1 % NaOH, and similarly twice 5 min 1-fold 1 % NaOH. The residue is squeezed and the resulting extracts are combined, except for the first portion. After cooling, the obtained extract is acidified with sulphuric acid to a weakly acidic reaction in the congo, infused, the aqueous layer is decanted, the precipitate is centrifuged, washed from the acid residue, dried under dark ($T = 40\text{--}50^\circ\text{C}$) and grounded to a powder.

The result of this process is a dark brown powder. The resulting product was named «Preparation Kh HP»: Kh – the first letters of the Kherson city; HP – the first letters of the Latin name of St. John's wort (*Hypericum perforatum*).

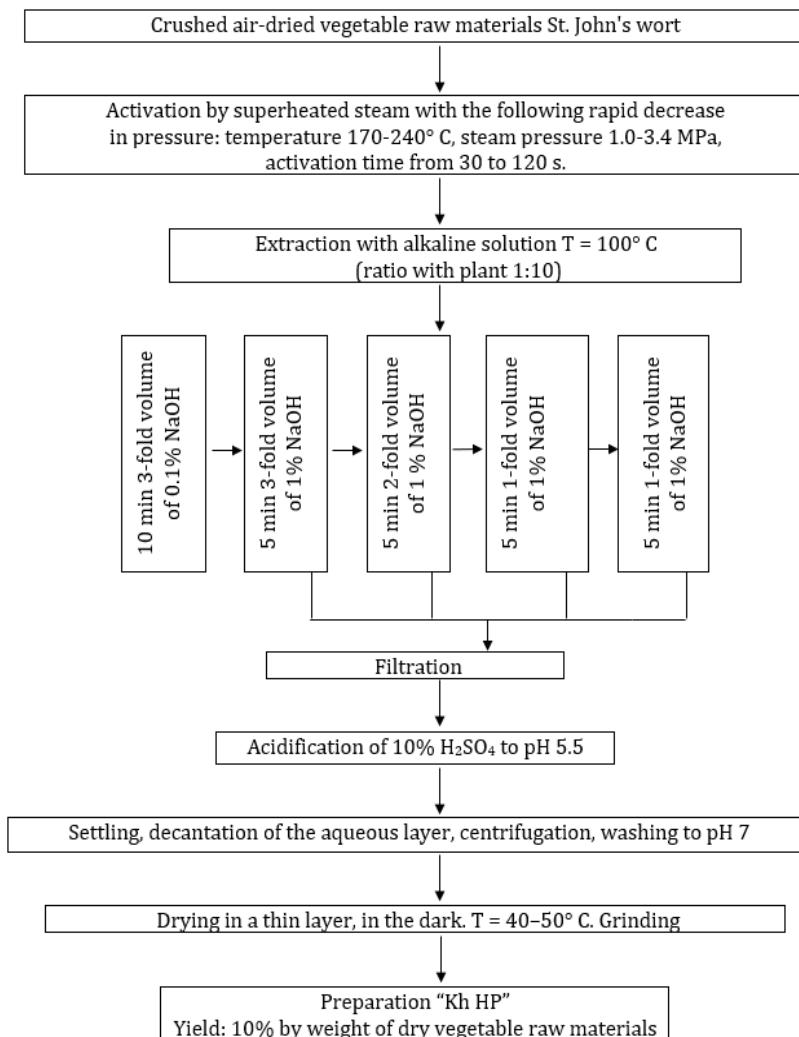


Fig. 1. The scheme of preparation «Kh HP» obtaining

3. Establishing the authenticity and quality of the preparation “Kh HP”

The paper presents methods for the criteria for quality control, authenticity and stability of preparations and raw materials based on *Hypericum perforatum* L. Various methods of extracting the most valuable components that make up the studied plants, as well as methods for their chromatographic determination, were proposed, metrological characteristics were obtained [34].

Before starting to develop the optimal mode of drug application, it is necessary to determine its overall quality.

The preparation “Kh HP” is slightly soluble in neutral water, completely soluble in 0.1 N aqueous sodium hydroxide solutions when heated.

Studies of qualitative composition were carried out according to generally accepted phytochemical analysis methods and techniques:

- qualitative reactions with appropriate reagents;
- chromatographic study;
- research using IR spectroscopy [11, 35].

The presence of flavonoids and tannins was detected by precipitation and colour reactions. Qualitative chemical reactions to anthracene derivatives and their glycosides were performed as follows. 0.2 g of «Kh HP» powder is boiled for 2 minutes with 0.5 ml of 10 % NaOH. After cooling, add 5 ml of water. 3 ml of the resulting solution is placed in a test tube; add 3 ml of 10 % HCl and 10 ml of benzene. Carefully mix and after stratification of the liquid drain the benzene layer, filtering it through a layer of cotton wool. The filtrate is shaken from 3 ml of 10 % ammonia solution. In the presence of anthracene derivatives, the ammonia layer acquires a cherry red (1,8-dioxyanthraquinones), purple (1,4-dioxyanthraquinones) or purple (1,2-dioxyanthraquinones) colour. Qualitative chemical reactions to flavonoids and their glycosides were performed as follows. Preparation of the extract: to 1 g of powder «Kh HP» add 20 ml of 0.1 NaOH, boil in a water bath for 5–10 minutes, then add 30 ml of distilled water and 50 ml of ethyl alcohol.

1. Cyanidin test (Chinoda test). To 2 ml of alcohol extract add 5–7 drops of concentrated HCl and 10–15 mg of metallic Mg or Zn, after 3–5 minutes red, orange, pink colours are observed. To accelerate the reaction and enhance the colour, it is recommended to heat the reaction mixture (2–3 minutes) in a boiling water bath.

2. To 1 ml of alcohol extract add 3–5 drops of 2 % basic lead (II) acetate. The formation of a yellow-orange colour indicates the presence of flavonoids.

3. To 1 ml of alcohol extract add 2 ml of 2 % solution of AlCl_3 in 95 % alcohol and 7 ml of 95 % alcohol; the solution turns greenish-yellow (flavonoids).

4. To 2–3 ml of alcohol extract add 2–3 drops of 3 % solution of ferrum (III) chloride. A brown or greenish-brown colour is formed.

Qualitative chemical reactions to tannins were performed as follows.

Extraction preparation: Add 1 ml of 0.1 N NaOH to 1 g of «Kh HP» powder, boil in water bath for 5–10 minutes, and then add 80 ml of distilled water.

1. To 2–3 ml of extract add 1 % gelatine solution and 1–2 drops of 10 % sodium chloride solution. A yellowish-white precipitate or turbidity of the solution is formed.

2. To 10 ml of the extract add 5 ml of a mixture (2 ml of HCl diluted in a ratio of 1:1 and 3 ml of 40 % formaldehyde solution). The resulting mixture is boiled for 30 minutes in a flask under reflux. In the presence of condensed tannins, they precipitate. The precipitate is filtered off. To 2 ml of filtrate add 10 drops of 1 % ammonium ferrum (III) sulphate dodecahydrate and 0.2 g of crystalline lead (II) acetate, the solution is stirred. In the presence of hydrolysable tanning substances, a blue or purple colour is observed.

3. To 1 ml of the extract add 2 ml of 10 % acetic acid and 1 ml of 10 % average salt of lead (II) acetate. A precipitate (hydrolysable tannins) is formed, which is filtered off. In the presence of condensed tannins, the filtrate turns dark green when 5 drops of 1 % ammonium ferrum (III) sulphate dodecahydrate and 0.1 g of lead (II) acetate are added to the filtrate.

The obtained data are confirmed by chromatographic analysis. Components separation of the preparation «Kh HP» was carried out by thin layer chromatography, which is as follows. The chromatographic process that continues during the mobile phase passage in a thin layer of sorbent (carrier) deposited on an inert surface is called chromatography in a thin layer of sorbent. The mechanism of chromatographic separation may be different, but most often it is adsorption. The movement of the mobile phase in the sorbent layer is carried out under the action of capillary forces.

Equipment. Usually use glass, aluminium or plastic plates of 10×10, 15×15, 20×20 cm², covered with a layer of sorbent (layer thickness is usually 0.25 mm). The chromatography process is carried out in rectangular or cylindrical glass vessels closed with a hermetically ground lid (chromatographic chambers). A solvent system is poured into the

bottom of the chamber, into which a chromatographic plate with the applied samples is immersed. Use micropipettes, microsyringes, calibrated capillaries or other devices suitable for applying solutions.

Immovable phase. Various modifications of aluminium oxide, cellulose, kieselguhr, silica gel with the addition of binders such as calcium sulphate or starch are used as sorbents. Tyrannized sorbents are also used.

The following brands of finished plates were used while the study:

- straight phase - «Silulfol» (Czech Republic), «Merck» (Germany) - ordinary or with a substrate that fluoresces at 254 or 365 nm;
- inverted phase - «Merck» (Germany) - ordinary or with a substrate that fluoresces at 254 or 365nm.

Before use, the finished plates with glass and aluminium substrates are usually activated by heating for 1 h at 100–105° C, to release moisture, which reduces the sorbent activity.

Movable phase. The choice of mobile phase in TLC (thin layer chromatography) should ensure the fulfilment of three main conditions:

- 1) good separation of the compounds under study;
- 2) high sensitivity of detection of these compounds;
- 3) good reproducibility of R_f .

Applying on plate. At a certain distance from the edge of the chromatographic plate, selected so that during immersion the mobile phase does not touch the applied substance, a graphite pencil is applied to the «start line», which marks the places of samples application. Samples are applied at a distance of at least 15 mm from the lower edge of the plate and at least 10 mm from the side edges. The distance between the samples at the starting line should be 20–30 mm, but not less than 10 mm.

R_f is the ratio of the speed of substance movement to the speed of eluent movement. In practice, R_f is calculated as the ratio of the distance from the starting line to the centre of the spot (a) to the distance travelled from the starting line by the front of the solvent system (b): $R_f = a/b$.

For the analysis of the preparation «Kh HP» as immovable phase used ready plates produced by «Silulfol» (Czech Republic); and as a movable - a mixture of solvents n-butanol-acetic acid-water (4:1:5).

The test solution is applied by capillary to the starting line of the chromatographic plate «Silulfol» (spot diameter at the starting line is not more than 5 mm). After drying, the plate is placed in a chromatographic chamber with a solvent system of n-butanol-acetic acid-water (4:1:5). After the front of the solvent has passed 10–12 cm, the plate is removed

from the chamber, dried in air until the solvent evaporates (make several blanks). The resulting chromatograms are viewed in visible and UV light.

On the chromatograms, flavonoids are detected by the characteristic fluorescence in UV light before and after the development of the chromatogram with 2–5 % alcohol solution of $AlCl_3$.

Tannins show a solution of 1 % vanillin in concentrated HC1 in the form of red-orange spots in visible light.

The experiment results are schematically presented in Fig. 2.

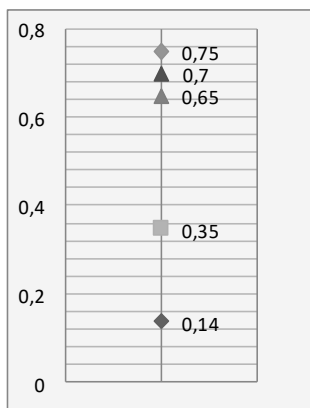


Fig. 2. Chromatographic analysis of the preparation «Kh HP»

The resulting chromatogram has three characteristic spots: 1) slightly collared with $R_f = 0.14$, 2) red spot ($R_f = 0.35$), 3) brown spot $R_f = 0.65$.

Yellow and dark brown fluorescence is observed in ultraviolet (UV) light, respectively, spots № 1 and № 3. When treated with a 1 % alcohol solution of aluminium chloride, a transition to yellow colour and yellow-green fluorescence in UV light is observed. Treatment of the chromatogram with a solution of 1 % vanillin shows characteristic red – orange spots № 4 ($R_f = 0.7$) and № 5 ($R_f = 0.75$). We can assume that the spot № 1 and № 3 corresponds to flavonoids (flavonoid glycosides, flavonols), № 2 – anthraglycosides, № 4, № 5 – tannins of catechin and leukoanthosis.

Tannins of the preparation «Kh HP» are represented by both compounds of hydrolysable and condensed groups, as evidenced by the positive reaction to their separation. To quantify the total amount of tannins used the method of Leventhal, which is based on the tannins ability much faster

than other phenolic compounds to be oxidized by potassium permanganate in the cold in the presence of indigo carmine and is as follows. 2 g of powder of the preparation «Kh HP» is placed in a conical flask with a capacity of 100 ml, pour 50 ml of boiling water and heat in water bath for 30 min with frequent stirring. The liquid is for a few minutes and carefully filtered through a layer of cotton wool into a volumetric flask with a capacity of 250 ml. The extraction is repeated several times until a negative reaction to tannins (test with a solution of ammonium ferrum (III) sulphate dodecahydrate). The liquid in the volumetric flask is cooled and the volume of the extract is adjusted to the mark with water. 25 ml of the obtained liquid is placed in a conical flask with a capacity of 1 l, 750 ml of water and 25 ml of indigosulfonic acid solution are added and titrated under constant stirring with 0.1 N potassium permanganate solutions until golden yellow. For the control experiment in a conical flask with a capacity of 750 ml pour 525 ml of distilled water, add 25 ml of indigosulfonic acid and titrate with constant stirring of 0.1 N potassium permanganate solutions to a golden-yellow colour.

The tannins percentage in a completely dry powder is calculated by the formula:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \times K \times D \times V \times 100 \times 100}{m \times V_0 \times (100 - \omega)}$$

V_1 – volume of 0.1 N potassium permanganate solution spent on extraction titration, ml;

V_2 – volume of 0.1 N potassium permanganate solution used for titration of the control experiment, ml;

K – titter correction (for oxalic acid);

D – tannin conversion factor: for hydrolysable tannins – 0.00415, for condensed – 0.00582;

V – the total volume of the extract, ml;

V_0 – volume of extract taken for titration, ml;

m – mass of powder, g;

ω – weight loss during drying of the powder, %.

From the experiments it was found that the total amount of tannins in the preparation «Kh HP» is 46 %. This exceeds the theoretical data of the total tannins amount in St. John's wort and may indicate condensation of tannins in the process of alkaline treatment of St. John's wort.

Infra-red spectroscopy data were used to determine the composition of the preparation «Kh HP» (Fig. 3).

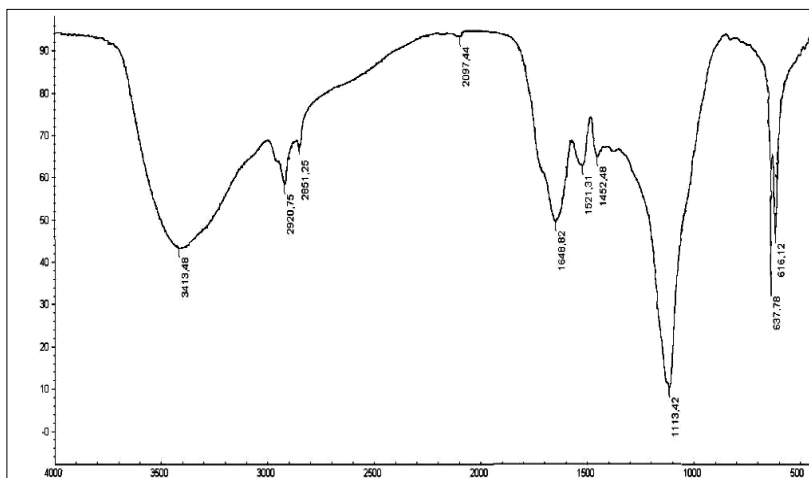


Fig. 3. Infra-Red – absorption spectra of the preparation «Kh HP»

The obtained characteristic absorption bands can be attributed to:

- 3413 cm^{-1} – valence vibrations -OH groups;
- 2920–2851 cm^{-1} indicate the presence of methyl and methoxyl groups;
- 1648 – carbonyl group of γ -pyrone;
- 1521–1425 – fluctuations of aromatic C = C, characteristic of condensed systems.

Thus, according to the obtained experimental data, the composition «Kh HP» is represented by monomeric and polymeric compounds of phenolic nature, which are part of the chemical composition of St. John's wort and have in their molecules groups C = O, -OH, CH, and fragments of molecules such as γ -pyron and quinoid cycles. The presence of these groups in the molecules determine the detection of these compounds of common chemical properties: weakly expressed acidic properties, the ability to enter into complexation reactions, oxidation, reduction, the possibility of forming internal and intermolecular bonds, and contribute to the possible effective use.

Conclusions

Complete integrated picture obtaining of the study St. John's wort should be determined on the basis of ecological and coenotic

characteristics, biological productivity and energy value in natural steppe and artificial forest system of Kherson region.

Hypericum perforatum L. has good potential to be used for the production of functional food. One of the requirements for the functional preparation and successful implementation of food from natural raw materials is the release of biologically active and colouring substances from plant raw materials in a final form, convenient in usage.

The process result of biologically active substances extraction of St. John's wort is a dark brown powder. The resulting product was named «Preparation Kh HP»: Kh – the first letters of the Kherson city; HP – the first letters of the Latin name of St. John's wort (*Hypericum perforatum*).

Studies of «Preparation Kh HP» qualitative were carried out according to generally accepted phytochemical analysis methods and techniques. Thus, according to the obtained experimental data, the composition «Kh HP» is represented by monomeric and polymeric compounds of phenolic nature. Weakly expressed acidic properties, oxidation, reduction, the possibility of forming internal and intermolecular bonds, the ability to enter into complexation reactions, and contribute to the possible effective use.

A result of this research corroborates the need to continue the study of *H. perforatum* in order to confirm its potential as a multi-purpose plant.

References

1. Лісовська Л. С. Теорія взаємодії в інноваційних процесах. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Проблеми економіки та управління.* 2020. № 2(6). С. 165–180. DOI: 10.23939/semi2020.02.165
2. Bruni R., Sacchetti G. Factors Affecting Polyphenol Biosynthesis in Wild and Field Grown St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L. Hypericaceae/Guttiferae). *Molecules.* 2009. № 14. P. 682–725. DOI: 10.3390/molecules14020682.
3. Canter P.H., Thomas H., Ernst E. Bringing medicinal plants into cultivation: opportunities and challenges for biotechnology. *Trends Biotechnol.* 2005. № 23. P. 180–185. DOI: 10.1016/j.tibtech.2005.02.002.
4. Клімат України / Гол. ред. В. М. Ліпінський. Київ: Вид-во Раєвського. 2003. 343 с.
5. Мельник Р.П., Садова О.Ф., Мойсієнко І.І. Біотопи природоохоронного науково-дослідного відділення Буркути» Національного природного парку «Олешківські піски». *Укр. ботан. журн.* 2016. Т. 73, № 4. С. 361–366.

6. Шевчук Н.Ю. До оцінки фітоценотичної активності видів трав'янистої рослинності в штучних лісових насадженнях в підзоні південних степів. *Сучасні проблеми біології, екології та хімії: матеріали третьої Міжнар. наук.-практ. конф., 11–13 травня 2012 р. Запоріжжя, 2012. С. 59–60.*

7. Шевчук Н.Ю., Коршиков І.І. Штучні ліси в степу к трансформатори видового складу вихідних природних рослинних угруповань. *Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин у реаліях євроінтеграції: матеріали Міжнар. науково-практичної конференції присвяченої 100-річчю Національної академії наук України, 9–11 жовтня 2018. Київ, 2018. С. 150–152.*

8. Bagdonaite E., Martonfi P., Repcak M., Labokas J. Variation in concentrations of major bioactive compounds in *Hypericum perforatum* L. from Lithuania. *Ind. Crops. Prod.* 2012. № 35. P. 302–308. DOI: 10.1016/j.plantsci.2005.08.011

9. Becker H. Boosting the quality and potency of St. John's-wort. *Agric. Res.* 2000, № 48, P. 12. URL: <https://agresearchmag.ars.usda.gov/2000/jul/wort/> (дата звернення: 27.10.2021).

10. Couceiro M., Afreen F., Zobayed S., Kozai T. Variation in concentrations of major bioactive compounds of St. John's wort: Effects of harvesting time, temperature and germplasm. *Plant Sci.* 2006. Vol. 170. P. 128–134. DOI:10.1016/j.plantsci.2005.08.011

11. Правдивцева О.Е., Куркин В.А. Исследование химического состава надземной части *hypericum perforatum* l. *Медицинский альманах.* 2012. № 5. С. 204–206.

12. Marrelli M., Statti G., Conforti F., Menichini F. New Potential Pharmaceutical Applications of *Hypericum* Species. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry.* 2016. № 16(9). P. 710–720. DOI: 10.2174/1389557515666150709105844

13. Marrelli M., Conforti F., Toniolo Ch., Nicoletti M., Statti G., Menichini F. *Hypericum perforatum*: Influences of the habitat on chemical composition, photo-induced cytotoxicity, and antiradical activity. *Pharmaceutical Biology.* 2014. Vol. 52. P. 909–918. DOI: 10.3109/13880209.2013.872675

14. Pirbalouti A., Fatahi-Vanani M., Craker L., Shirmardi H. Chemical composition and bioactivity of essential oils of *Hypericum helianthemoides*, *Hypericum perforatum* and *Hypericum scabrum*. *Pharmaceutical Biology.* 2014. № 52. P. 175–181. DOI: 10.3109/13880209.2013.821663

15. Stojanovich G., Đorđević A., Smelcerovich A. Do other *Hypericum* species have medical potential as St. John's wort (*Hypericum perforatum*)? *Curr Med Chem*. 2013. № 20 (18). P. 2273–2295. DOI: 10.2174/0929867311320180001.

16. Tocci N., Perenzoni D., Iamónico D., Fava F., Weil T., Mattivi F. Extracts From *Hypericum hircinum* subsp. *majus* Exert Antifungal Activity Against a Panel of Sensitive and Drug-Resistant Clinical Strains. *Frontiers in Pharmacology*. 2018. Vol. 9. P. 382–389. DOI: 10.3389/fphar.2018.00382

17. Dastagir G., Ahmed R., Shereen S. Elemental, nutritional, phytochemical and biological evaluation of *Hypericum perforatum* Linn. *Pak J Pharm Sci*. 2016. № 29(2). P. 547–555. DOI:10.1186/s12917-019-1854-4.

18. Schepetkin I., Ozek G., Ozek T., Kirpotina L., Khlebnikov A., Quinn M. Chemical composition and immunomodulatory activity of *hypericum perforatum* essential oils. *Biomolecules*. 2020, № 17;10(6). 916 p. DOI:10.3390/biom10060916. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32560389/> (дата звернення: 27.10. 2021).

19. Lorenzo C., Colombo F., Biella S., Stockley C., Restani P. Polyphenols and Human Health: The Role of Bioavailability. *Nutrients*. 2021. № 13. 273 p. DOI: 10.3390/nu13010273. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7833401/> (дата звернення: 27.10. 2021).

20. Galeotti N. *Hypericum perforatum* (St John's wort) beyond depression: A therapeutic perspective for pain conditions. *J. Ethnopharmacol*. 2017. № 200. P. 136–146. DOI: 10.1016/j.jep.2017.02.016.

21. Alahmad A., Feldhoff A., Bigall N., Rusch P., Scheper T., Walter J. *Hypericum perforatum* L.-mediated green synthesis of silver nanoparticles exhibiting antioxidant and anticancer activities. *Nanomaterials*. 2021, № 11, 487 p. DOI: 10.3390/nano11020487

22. Guiné R., Florenca S., Barroca M., Anjos O. The link between the consumer and the innovations in food product development. *Foods*. 2020, № 9, 1317 p. DOI: 10.3390/foods9091317. URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/9/1317> (дата звернення: 27.10. 2021).

23. A lipid-related metabolomic pattern of diet quality/ Bagheri M. et al. *Am. J. Clin. Nutr*. 2020. № 112. P. 1613–1630. DOI: 10.1093/ajcn/nqaa242.

24. Barber T., Kyrou I., Randeve H., Weickert M. Mechanisms of insulin resistance at the crossroad of obesity with associated metabolic abnormalities and cognitive dysfunction. *Int. J. Mol. Sci*. 2021. № 22. 546 p. DOI: 10.3390/ijms22020546. URL: <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/2/546> (дата звернення: 27.10. 2021).

25. Ravaut G., Légiot A., Bergeron K., Mounier C. Monounsaturated fatty acids in obesity-related inflammation. *Int. J. Mol. Sci.* 2021. № 22 (1). 330 p. DOI: 10.3390/ijms22010330. URL: <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/1/330> (дата звернення: 27.10. 2021).

26. Petrescu D., Vermeir I. Consumer Understanding of Food Quality, Healthiness, and Environmental Impact: A Cross-National Perspective. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2020. № 17. 169 p. DOI: 10.3390/ijerph17010169. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31881711/> (дата звернення: 27.10. 2021).

27. Chia-Hung K., Yi-Chin Ch., Kuo-Chun L., Chwen-Jen Sh., Tzu-Shing D. Optimization of Light Intensity, Temperature, and Nutrients to Enhance the Bioactive Content of Hyperforin and Rutin in St. John's Wort. *Molecules.* 2020. 25(18). 4256 p. DOI:10.3390/molecules25184256 URL: <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/18/4256> (дата звернення: 27.10. 2021).

28. Antonic B., Dordevic D., Jancikova S., Holecckova D., Treomlova B., Kulawik P. Effect of Grape Seed Flour on the Antioxidant Profile, Textural and Sensory Properties of Waffles. *Processes.* 2021. № 9. 131 p. DOI: 10.3390/pr9010131. URL: <https://www.mdpi.com/2227-9717/9/1/131> (дата звернення: 28.10. 2021).

29. Laster J., Frame L. Beyond the Calories—Is the Problem in the Processing? *Curr. Treat. Options Gastroenterol.* 2019. № 17. P. 577–586. DOI:10.1007/s11938-019-00246-1.

30. Li Y., He D., Li B., Lund M., Xing Y., Wang Y.; Li, F.; Cao, X.; Liu, Y., Chen, X., et al. Polyphenols with biological functions via polyphenol-protein interactions as additives for functional foods. *Trends Food Sci. Technol.* 2021. № 110. P. 470–482. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.02.009

31. Longoria-García S., Cruz-Hernández M., Flores-Verástegui M., Contreras-Esquivel J., Montañez-Sáenz J., Belmares-Cerda R. Potential functional enhancers. *J. Food Sci. Technol.* 2018. № 55. P. 833–845. DOI: 10.1007/s13197-017-2987-8

32. The Influence of *Hypericum perforatum* L. Addition to Wheat Cookies on Their Antioxidant, Anti-Metabolic Syndrome, and Antimicrobial Properties. Jakubczyk A. et al. *Foods.* 2021. № 10. 1379 p. DOI:10.3390/foods10061379. URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/6/1379> (дата звернення: 28.10. 2021).

33. Milevskaya V., Statkus M., Temerdashev Z., Kiseleva N., Vernikovskaya N. Methods for the extraction of biologically active substances from medicinal plants based on an example of St. John's wort components. *Journal of Analytical Chemistry.* 2015. № 70. P. 1432–1440. DOI:10.1134/S1061934815120126.

34. Temerdashev Z., Milevskaya V., Vinitskaya E. The method of establishing the authenticity and quality of *Hypericum perforatum* L. and *Salvia officinalis* L. *MethodsX*. Vol.8. 2021. 101487 p. DOI: 10.1016/j.mex.2021.101487. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34434885/> (дата звернення: 28.10.2021).

35. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». Харків : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр : лікарських засобів». 2021. 424 с.

РОЗДІЛ 2. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗРОШУВАННЯ, КАРАНТИНУ І ЗАХИСТУ РОСЛИН

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-240-4-5>

Морозов О. В.

*доктор сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри гідротехнічного будівництва,
водної та електричної інженерії
Херсонський державний аграрно-економічний університет
м. Херсон*

Козленко Є. В.

*кандидат сільськогосподарських наук, докторант
Інститут зрошеного землеробства
Національної академії аграрних наук України
м. Херсон*

Морозов В. В.

*кандидат сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри гідротехнічного будівництва,
водної та електричної інженерії
Херсонський державний аграрно-економічний університет
м. Херсон*

Морозов О. С.

*кандидат економічних наук, доцент,
завідувачка кафедри готельно-ресторанного
та туристичного бізнесу і іноземних мов
Херсонський державний аграрно-економічний університет
м. Херсон*

ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОГО ОБСЯГУ ПРОМИВКИ Р. ІНГУЛЕЦЬ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМАТИВНОЇ ЯКОСТІ ВОДИ В ІНГУЛЕЦЬКІЙ ЗРОШУВАЛЬНІЙ СИСТЕМІ

Анотація. Основними шляхами поліпшення якості поливної води та еколого-агроекологічного стану ґрунтів Інгулецької

зрошувальної системи (ІЗС) є управління умовами формування якості поливної води та дотримання науково-обґрунтованого комплексу еколого-агримеліоративних заходів для збереження родючості ґрунтів. В сучасних умовах на Інгулецькій зрошувальній системі з 2011 р. застосовується принципово новий варіант формування якості поливної води – «Промивка р. Інгулець з Карачунівського водосховища у вегетаційний період». Кожен рік Державним агентством водних ресурсів України затверджується Регламент промивання русла на екологічне оздоровлення річки Інгулець. Нормування якості зрошувальної води полягає в обґрунтуванні для води Інгулецької зрошувальної системи сукупності гранично-допустимих значень показників її хімічного складу і властивостей, в межах яких забезпечується: збереження і підвищення родючості ґрунтів; попередження процесів вторинного засолення і осолонцювання ґрунтів, забезпечення планової (проектної) врожайності сільськогосподарських культур і необхідної якості сільськогосподарської продукції. Наукове обґрунтування необхідного обсягу промивки р. Інгулець для забезпечення нормативної якості води в Інгулецькій зрошувальній системі призначено для:

- установ, що належать до сфери управління Державного агентства водних ресурсів України;
- проектних організацій: розробки природоохоронних заходів, визначення об'ємів потрібної водоподачі, розподілу сезонної водоподачі на зрошуваний масив, техніко – економічного обґрунтування водозабезпеченості зрошувальних систем, що будуються або підлягають реконструкції;
- окремих господарств, землі – водокористувачів для визначення науково-обґрунтованих поливних і зрошувальних норм, витрат на природоохоронні заходи при використанні зрошуваних земель з різним еколого-меліоративним станом.

Вступ

Територія Криворізького залізорудного басейну характеризується складними геологічними та гідрогеологічними умовами, які обумовлені складною тектонічною будовою родовищ, наявністю значних за площею та глибиною зон тріщинуватих та карстових порід, площинним розповсюдженням водоносних горизонтів, як в відкладах осадової товщі, так і в масиві кристалічних порід. Підземні води, які розповсюджені на площах окремих родовищ залізних руд

в регіональному масштабі, мають тісний зв'язок в межах всієї площі Криворізького залізорудного басейну.

Повернення підземних (шахтних) вод, що утворилися внаслідок видобутку залізної руди у Криворізькому басейні, з господарської ланки кругообігу води в природні ланки, здійснюється за допомогою технічних споруд і засобів, штучно створеного ставка – накопичувача шахтних вод у балці Свистунова, шляхом їх скиду у р. Інгулець.

Для випусків зворотних вод з оперативним регулюванням витрат умови скиду зворотних вод встановлюється у формі індивідуальних оперативних регламентів, з урахуванням вимог щодо якості води у водному об'єкті у контрольних створах нижче скиду зворотних вод.

Необхідність розробки щорічного індивідуального регламенту скиду обумовлена періодичним характером скиду надлишків зворотних вод (листопад – лютий), зміною обсягів скиду в залежності від водогосподарської ситуації на гірничорудних підприємствах, витрат та джерел для розбавлення зворотних вод, фактичної гідрологічної та гідрохімічної ситуації в басейні р. Інгулець.

Враховуючі той факт, що в Україні відсутні, затверджені у встановленому порядку, єдині правила, норми чи інструкції щодо порядку розроблення і затвердження індивідуальних регламентів скиду зворотних вод у водні об'єкти, дійсний регламент скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу, розроблений з урахуванням вимог і рекомендацій діючої нормативно – правової бази.

Дійсним індивідуальним регламентом передбачений порядок організації та проведення скиду надлишків зворотних вод з ставка – накопичувача в р. Інгулець, тривалість і витрати скиду зворотних вод, тривалість і витрати попусків води з Карачунівського водосховища в р. Інгулець для розбавлення зворотних вод під час їх скиду, використані розрахунки вмісту забруднюючих речовин в контрольних створах, які встановлюються на р. Інгулець під час здійснення скиду, наведена система контролю за дотриманням регламенту.

Об'єкт дослідження – науково – технічне обґрунтування необхідного обсягу промивки р. Інгулець для забезпечення нормативної якості води в Інгулецькій зрошувальній системі.

Мета дослідження – обґрунтувати необхідний обсяг промивки р. Інгулець для забезпечення нормативної якості води в Інгулецькій зрошувальній системі та формування стабільного

еколого-меліоративного стану зрошуваних земель за багаторічного зрошення

Відповідно до мети дослідження вирішувались завдання:

- науково-методологічне обґрунтування формування агропромислового еколого-меліоративного стану зрошуваних земель та спрямованості ґрунтових процесів за умов довготривалого зрошення водами підвищеної мінералізації;
- обґрунтування нормативно-правової бази щодо формування якості зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи;
- наукове обґрунтування оптимального обсягу промивки р. Інгулець.

Методи дослідження: польові спостереження, системний аналіз і системний підхід, синтез, гіпотеза, експеримент, індукція і дедукція, узагальнення та спеціальні методи досліджень: розрахунковий, порівняльно-розрахунковий.

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає у розробці науково – практичних положень, які дають змогу забезпечити ефективність впровадження індивідуального регламенту скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу в р. Інгулець.

1. Обґрунтування необхідності здійснення скиду надлишків зворотних вод

Шахтні і кар'єрні води відкачується на поверхню з метою забезпечення можливості відпрацювання рудних покладів залізних руд.

Останні роки діючими гірничорудними підприємствами Кривбасу, а ті, що працюють в режимі гідрозахисту, щорічно, відкачують на поверхню до 40 млн м³ підземних вод (шахтні, кар'єрні), серед яких 16–17 млн м³ високомінеалізовані води.

Максимальні можливості з використання підземних вод у зворотних циклах гірничорудних підприємств Кривбасу граничать на рівні 28–30 млн м³ на рік. Решта 11–12 млн м³ надлишків зворотних вод щорічно акумулюються і тимчасово утримується в ставку – накопичувачу шахтних вод. Ємність ставка – накопичувача не дозволяє прийняти та закумулювати весь обсяг надлишків зворотних вод в межах рекомендованих рівня та обсягу акумуляції. Саме через переповнення ставка – накопичувача шахтних вод виникає реальна загроза настання надзвичайної ситуації (аварії) на ставку – накопичувачу, насосних станціях і трубопроводах загальної системи перекачки шахтних вод, шахтних водовідливих.

Інших вільних ємностей, придатних для тимчасової акумуляції шахтних вод, в Кривбасі не існує. За таких умов, в Кривбасі виникає ризик припинення відкачки підземних вод, і як наслідок, зупинки роботи гірничорудних підприємств з підземного видобутку залізорудної сировини.

В разі зупинки відкачки підземних вод в Кривбасі створюються умови для виникнення низки некерованих техногенних катастроф, пов'язаних з зупинкою та затопленням діючих шахт, з регіональним підняттям рівня високомінералізованих підземних вод, забрудненням верхніх водоносних горизонтів і поверхневих водоймищ, з масштабними зсувами порушеної земної поверхні. Виникнення такої надзвичайної ситуації призведе до порушення екологічної рівноваги на значній території та спричинить загрозу різними важливим сферам господарської діяльності та суспільного життя не лише у Кривбасі, а і за його межами.

З метою недопущення виникнення низки надзвичайних ситуацій і техногенних катастроф, у Кривбасі, так і за його межами, пов'язаних з відкачкою, використанням та тимчасовою акумуляцією значної кількості підземних вод, виникає необхідність у щорічному впровадженні заходів зі скиду надлишків зворотних вод в р. Інгулець. Нажаль, іншого, більш безпечного способу поводження з надлишками зворотних (шахтних вод), поки що не існує.

Періодичний дозований (регульований) скид надлишків вод, передбачений загальним проектом відводу, використання та скиду надлишків шахтних вод Кривбасу здійснюються у міжвегетаційний період (листопад-лютий), з розбавленням зворотних вод до рекомендованих норм якості води у контрольних створах, розташованих нижче місця скиду. Після скиду надлишків зворотних вод впроваджуються заходи з ліквідації наслідків скиду, шляхом виконання промивки русла річки Інгулець. Такий вид діяльності за певних умов є потенційно небезпечним для довкілля, оскільки при періодичному скиданні високомінералізованих надлишків зворотних вод неможливо дотриматися діючих норм якості води для поверхневих вод. Але цей захід є виправданим, тому що виконується виключно з метою недопущення виникнення більш серйозних та масштабних наслідків техногенного характеру.

За відсутності скиду надлишків зворотних вод зі ставка – накопичувача та припинення відкачки шахтних вод в Кривбасі, відбудеться затоплення підземного простору та значних запасів

залізних руд, у наслідок чого в регіоні відбудуться масштабні техногенні катастрофи.

2. Оцінка якості зрошувальної води інгулецької зрошувальної системи

2.1. Особливості формування гідрохімічного режиму зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу

На виконання пункту 2 розпорядження Кабінету Міністрів України (КМУ) від 28.12.2020 року № 1670-р “Про запобігання виникненню аварійної ситуації на ставку – накопичувачу, розташованому на території Криворізького району Дніпропетровської області”, на підставі гідрологічного прогнозу щодо весняної повені у 2021 році у басейні р. Інгулець, а також протоколу засідання Міжвідомчої комісії по узгодженню режимів водосховищ та водогосподарських систем р. Інгулець суббасейну нижнього Дніпра у 2021 році, Держводагентством України було затверджено “Регламент промивання русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець у 2021 році” [24; 25].

Діючим регламентом передбачалось здійснити промивання річки Інгулець (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

План промивання р. Інгулець та фактичне промивання у 2021 році

Промивання р. Інгулець	
План	Факт
20 березня – поступове збільшення попусків до 20 м ³ /с;	20 березня – поступове збільшення попусків до 20 м ³ /с;
21 березня – 13 квітня – 20 м ³ /с;	21 березня – 13 квітня – 20 м ³ /с;
14-квітня-31 травня – 11 м ³ /с;	14 квітня-24травня-11м ³ /с; з 25 травня-9 м ³ /с
1 червня – 31 липня – 10 м ³ /с;	25 травня-15 липня- 9 м ³ /с; з 16 липня-5 м ³ /с
1 серпня – 12 вересня – 7 м ³ /с.	16 липня-16 серпня -5 м ³ /с; 17 серпня – закр
Загальний обсяг скиду з Карачунівського водосховища для промивання русла р. Інгулець становитиме 148 млн м ³	127,4 млн м ³

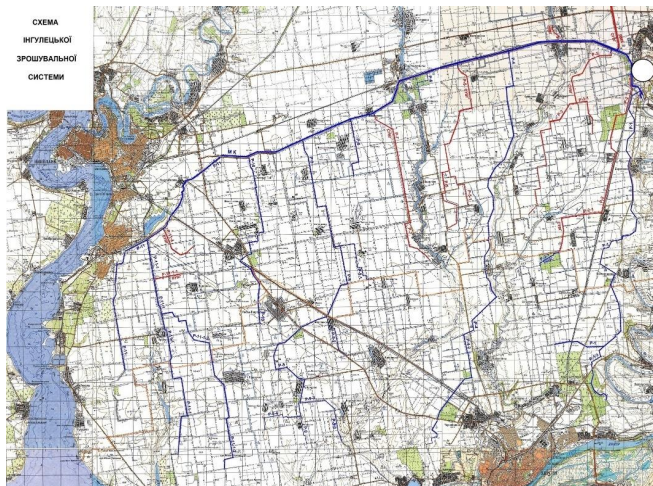
Закінчення таблиці 2.1

1	2
Екологічне оздоровлення р. Інгулець	
13 вересня – 20 жовтня – 3,5 м ³ /с.	не здійснювалося
Загальний обсяг для екологічного оздоровлення – 12 млн м ³ .	не здійснювалося
Загальна розрахункова потреба подачі води становитиме близько 160 млн м ³ .	127,4 млн м ³

Для оцінки якості зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу була закладена моніторингова мережа спостережень:

- гідропост. Андріївка, для оцінки якості поверхневих води р. Інгулець;
- точка відбору проб води на пікеті 48 Інгулецького магістрального каналу, для оцінки якості зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу (рис. 2.1).

Динаміка хімічного складу зрошувальної води із Інгулецького магістрального каналу представлена в табл. 2.2.



- ○ точка відбору проб поверхневих вод на хімічний аналіз

Рис. 2.1. Точка відбору зрошувальної води із Інгулецького магістрального каналу

Вміст хлоридів. Згідно затверджено Регламенту концентрація хлоридів у поливній воді не повинна перевищувати 350 мг/дм³. За період досліджень вміст хлоридів і зрошувальної воді Інгулецького магістрального каналу коливався від 367 мг/дм³ (станом на 26.06.) до 193 мг/дм³ (станом на 26.06.).

Середнє значення вмісту хлоридів у зрошувальній воді за період досліджень склало 263 мг/дм³ (табл. 2.2). Динаміка вмісту хлоридів (Cl⁻) та рівняння регресії у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу у 2021 році представлена на рис. 2.2.

Зменшення вмісту хлоридів у зрошувальній воді у серпні – вересень пояснюється тим, що у другій половині серпня внаслідок сприятливих умов по руслу р. Інгулець до гирла ГНС «антирічкою» була підтягнута дніпровська вода. Але така ситуація не відбувається щорічно, це є окремий випадок. При цьому, для формування більш-менш задовільної якості води при застосуванні технології «антирічка» необхідна постійна цілодобова робота не менш ніж чотирьох агрегатів ГНС, але і це не забезпечить постійну стабільну задовільну якість води (Морозов В.В., Козленко Є.В., 2015).

Таблиця 2.2

**Динаміка хімічного складу зрошувальної води
із Інгулецького магістрального каналу**

Дата відбору	рН	Аніонно-катіонний склад						Мінералізація, мг/дм ³	Жорсткість, мг-екв/дм ³
		Cl ⁻ , мг/дм ³	SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	Ca ²⁺ , мг/дм ³	Mg ²⁺ , мг/дм ³	Na ⁺ +K ⁺ , мг/дм ³		
26.06.2021	7,0	367	524	193	128	83	255	1550	13,0
05.07.2021	6,8	330	494	187	123	79	228	1440	6,8
13.07.2021	6,9	344	505	191	124	81	238	1480	6,9
24.07.2021	6,9	298	460	184	114	74	210	1340	12
08.08.2021	7,0	303	470	183	118	75	211	1360	13
17.08.2021	6,7	145	258	176	84	44	103	810	10,0
25.08.2021	6,5	123	225	191	79	40	92	750	9,0
08.09.2021	6,6	193	344	165	97	34	137	990	11,0
Середнє значення	6,8	263	410	184	108	64	184	1215	10,1

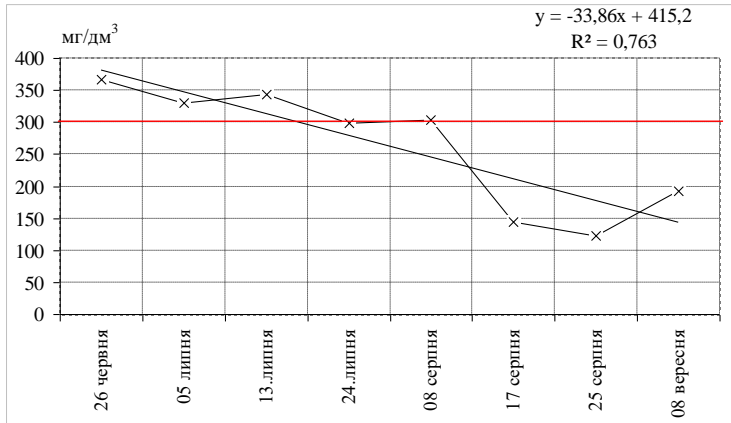


Рис. 2.2. Динаміка вмісту хлоридів (Cl⁻) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу (2021 рік)

Вміст сульфатів. За період охоплений дослідженнями вміст сульфатів у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу коливався від 524 мг/дм³ (станом на 26.06.) до 225 мг/дм³ (станом на 25.08.). Середнє значення вмісту сульфатів за період досліджень склало 410 мг/дм³ (табл. 2.2). Динаміка вмісту хлоридів (SO₄²⁻) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу у 2021 році представлена на рис. 2.3.

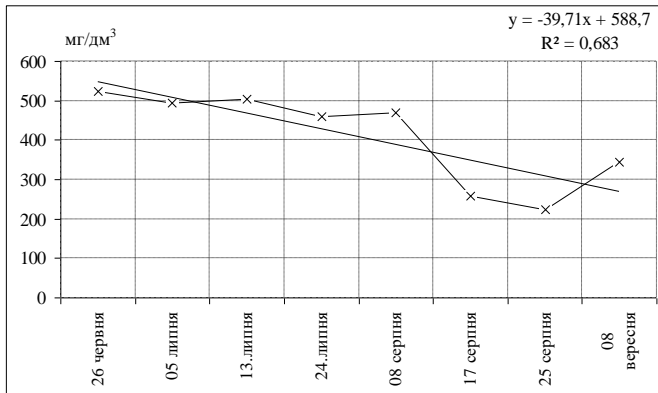


Рис. 2.3. Динаміка сульфатів (SO₄²⁻) у зрошувальній воді Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)

Вміст гідрокарбонатів. За період охоплений дослідженнями вміст гідрокарбонатів у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу коливався від 193 мг/дм³ (станом на 26.06.) до 165 мг/дм³ (станом на 08.09.). Середнє значення вмісту гідрокарбонатів складало 184 мг/дм³ (табл. 2.1). Динаміка вмісту гідрокарбонатів (НСО₃⁻) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу у 2021 році представлена на рис. 2.4.

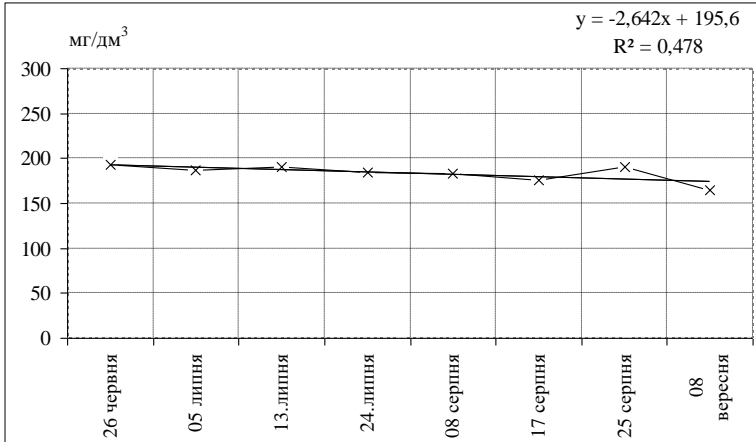


Рис. 2.4. Динаміка гідрокарбонатів (НСО₃⁻) у зрошувальній воді Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)

Вміст кальцію. За період охоплений дослідженнями вміст кальцію у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу коливався від 128 мг/дм³ (станом на 26.06.) до 79 мг/дм³ (станом на 25.08.). Середнє значення вмісту гідрокарбонатів складало 108 мг/дм³ (табл. 2.2). Динаміка вмісту іонів кальцію (Са²⁺) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу у поливному періоді 2021 року представлена на рис. 2.5.

Вміст магнію. За період охоплений дослідженнями вміст магнію у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу коливався від 83 мг/дм³ (станом на 26.06.) до 79 мг/дм³ (станом на 25.08.). Середнє значення вмісту гідрокарбонатів складало 34 мг/дм³ (табл. 2.2). Динаміка вмісту іонів магнію (Mg²⁺) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу у поливному періоді 2021 року представлена на рис. 2.6.

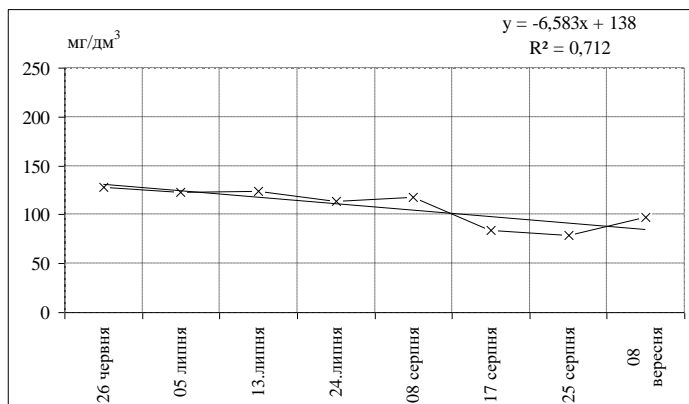


Рис. 2.5. Динаміка кальцію (Ca²⁺) у зрошувальній воді Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)

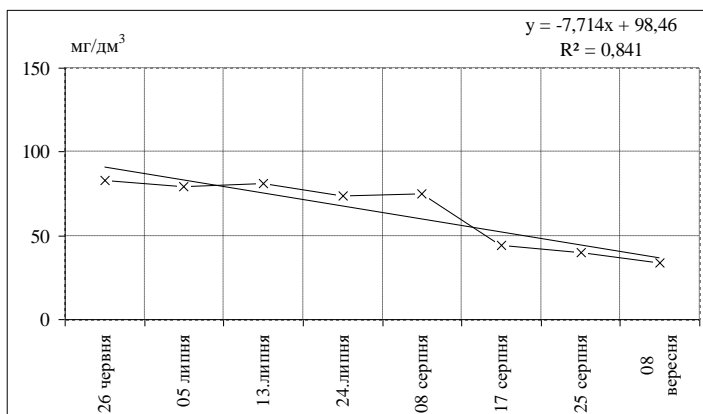


Рис. 2.6. Динаміка магнію (Mg²⁺) у зрошувальній воді Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)

Вміст натрію і калію. За період охоплений дослідженнями вміст іонів натрію і калію у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу коливався від 255 мг/дм³ (станом на 26.06.) до 92 мг/дм³ (станом на 25.08.). Середнє значення вмісту гідрокарбонатів складало 184 мг/дм³ (табл. 2.2). Динаміка вмісту іонів натрію (Na⁺) і калію (K⁺) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу у поливному періоді 2021 року представлена на рис. 2.7.

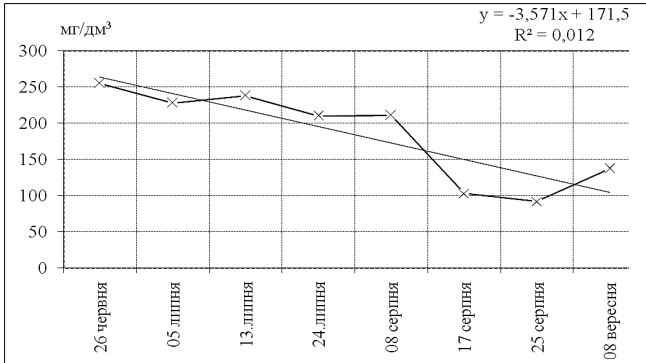


Рис. 2.7. Динаміка натрію (Na⁺) і калію (K⁺) у зрошувальній воді Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік).

Мінералізація зрошувальної води. Мінералізація зрошувальних вод це сумарний вміст усіх виявлених при хімічному аналізі води мінеральних речовин. За період охоплений дослідженнями мінералізація зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу коливалася від 1550 мг/дм³ (станом на 26.06.) до 750 мг/дм³ (станом на 25.08.). Середня мінералізація зрошувальної води складала 1215 мг/дм³ (табл. 2.1). Динаміка зміни мінералізації у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу у поливному періоді 2021 року представлена на рис. 2.8.

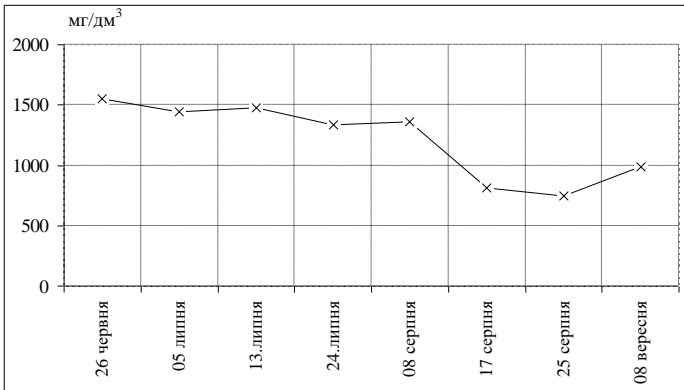


Рис. 2.8. Динаміка мінералізації зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)

Водневий показник (рН). рН, це – величина, що показує міру активності іонів водню (H^+) в розчині, тобто ступінь кислотності або лужності цього розчину. рН нейтрального водного розчину становить 7,0, розчини із більшим значенням водневого показника є лужними, із меншими – кислими. За період охоплений дослідженнями рН зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу коливався від 7,0 (станом на 26.06.) до 6,6 (станом на 25.08.). Середнє значення рН у зрошувальній воді складало 6,8 (табл. 2.2). Динаміка зміни рН у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу у поливному періоді 2021 року представлена на рис. 2.9.

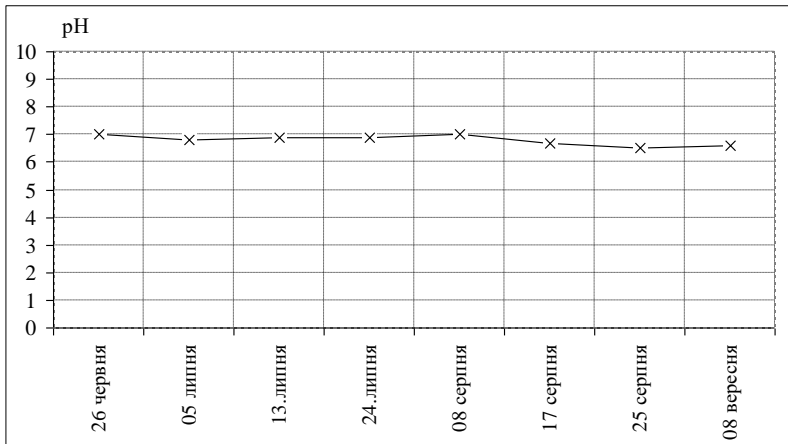


Рис. 2.9. Динаміка рН зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)

Загальна жорсткість води. Жорсткість води – показник, що характеризує властивість води, зумовлену наявністю у ній розчинених солей кальцію та магнію. За період охоплений дослідженнями жорсткість зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу коливався від 13,0 мг-екв/дм³ (станом на 26.06.) до 6,8 мг-екв/дм³ (станом на 05.07.). Середня жорсткість зрошувальної води складала 10,1 мг/дм³ (табл. 2.2). Динаміка зміни жорсткості у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу у поливному періоді 2021 року представлена на рис. 2.10.

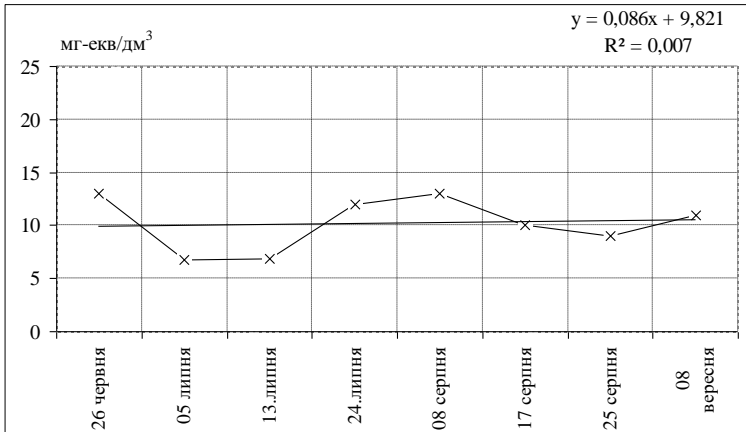


Рис. 2.10. Динаміка жорсткості у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу (2021 рік)

2.2 Оцінка якості зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи щодо екологічно безпечного зрошення

На даний час в Україні критерії якості води для зрошення регламентуються кількома діючими нормативними документами, а саме: державним стандартом України «ДСТУ 2730:2015. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» (далі – ДСТУ 2730:2015) та Постановою Кабінету Міністрів України (КМУ) від 02.09.2020 № 766 «Про нормативи екологічно безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням» (далі – Постанова № 766).

В ДСТУ 2730:2015 при оцінці якості води враховуються основні типи зрошуваних ґрунтів, їх протисолонцювальна буферність та гранулометричний склад [1]. В Постанові № 766 застосовується єдиний критерій. При цьому в Постанові № 766 вказано на ДСТУ 2730:2015 як на один з нормативних документів із стандартизації, які використовуються для забезпечення належного застосування та дотримання нормативів екологічно безпечного зрошення та управління поливами [2].

Згідно ДСТУ 2730:2015 під час оцінювання якості зрошувальної води виділяють три класи її придатності:

- I клас – придатна для зрошення без обмежень;

– воду II класу використовують для зрошення за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів або поліпшення якості води до показників I класу;

– вода III класу – показники якої виходять за межі значень, що встановлені для води II класу, непридатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу [1].

Постановою КМУ № 766 встановлено три види нормативів екологічно безпечного зрошення та управління поливами: полив безпечний; полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів; полив заборонено [2].

За результатами моніторингових досліджень визначено гідрохімічний склад зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи (рис. 2.1, табл. 2.2). Виконано комплексну, порівняльну оцінку якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи за агрономічними критеріями згідно ДСТУ 2730:2015 та згідно Постанови Кабінету Міністрів України № 766 за період з 26 червня по 8 вересня 2021 року (табл. 2.3–2.5).

За небезпекою іригаційного засолення ґрунту в умовах Інгулецької зрошувальної системи якість води визначається за концентрацією суми токсичних іонів у еквівалентах хлорид-іонів. Згідно «ДСТУ 2730:2015. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» – вода I класу (придатна для зрошення без обмежень) для середньосуглинкових (менше ніж 18 мекв/дм³) та важко-суглинкових ґрунтів (менше ніж 14 мекв/дм³); II (від 10 до 20 мекв/дм³) та I (менше ніж 10 мекв/дм³) класу для глинистих ґрунтів.

Згідно Постанови КМУ № 766 за концентрацією токсичних іонів у еквівалентах хлорид-іонів у зрошувальній воді – менше 14 мекв/дм³ – полив безпечний, але з урахуванням II класу якості за агрономічними критеріями – полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів (табл. 2.3).

За небезпекою підлуження ґрунту, яку оцінюють за водневим показником (рН), токсичною лужністю та лужністю від нормальних карбонатів, згідно ДСТУ 2730:2015 – вода відноситься до I класу (придатна для зрошення без обмежень).

Згідно Постанови Кабінету Міністрів України № 766 (кислотність зрошувальних вод, рН – менше 8,0; вміст аніону CO₃²⁻ у зрошувальній воді – відсутній та з урахуванням I класу води за агрономічними критеріями) – полив безпечний (табл. 2.4).

Таблиця 2.3
 Оцінювання якості зрошувальної води Інгупецької зрошувальної системи
 за безпекою іригаційного засолення ґрунту (2021 р.)

Дати	За ДСТУ 2730:2015						Згідно Постанови КМУ № 766	
	групи ґрунтів БС							
	за їх гранулометричним складом							
	у шарі 0–100 см							
	середньо-суглинковий		важко-суглинковий		глинистий		концентрація токсичних іонів у еквівалентах хлорид-іонів в зрошувальній воді, мекв/дм ³	норматив
	клас якості води		клас якості води		клас якості води			
	концентрація токсичних іонів в еквівалентах хлорид-іонів, мекв/дм ³		концентрація токсичних іонів в еквівалентах хлорид-іонів, мекв/дм ³		концентрація токсичних іонів в еквівалентах хлорид-іонів, мекв/дм ³			
	12,4		12,4		12,4			
26.06.2021	12,4	I	12,4	I	12,4	II	12,4	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів
05.07.2021	11,3	I	11,3	I	11,3	II	11,3	
13.07.2021	11,7	I	11,7	I	11,7	II	11,7	
24.07.2021	10,27	I	10,27	I	10,27	II	10,27	
08.08.2021	10,4	I	10,4	I	10,4	II	10,4	
17.08.2021	5,36	I	5,36	I	5,36	I	5,36	
25.08.2021	4,75	I	4,75	I	4,75	I	4,75	
08.09.2021	6,87	I	6,87	I	6,87	I	6,87	
Середнє	9,13	I	9,13	I	9,13	I	9,13	

Таблиця 2.4

Оцінка якості зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи за безпекою підлучення ґрунту (2021 р.)

Дати	За ДСТУ 2730:2015				Згідно Постанови КМУ № 766	
	рН	CO ²⁻ ₃ ,	НСО ³⁻ ₃ - , -Ca ²⁺ ,	Клас якості води	рН води	Норматив
		мекв/дм ³				
26.06.2021	7,0	-	1,41	I	7,0	полив безпечний
05.07.2021	6,8	-	1,31	I	6,8	полив безпечний
13.07.2021	6,9	-	1,38	I	6,9	полив безпечний
24.07.2021	6,9	-	1,27	I	6,9	полив безпечний
08.08.2021	7,0	-	1,25	I	7,0	полив безпечний
17.08.2021	6,7	-	1,13	I	6,7	полив безпечний
25.08.2021	6,5	-	1,38	I	6,5	полив безпечний
08.09.2021	6,6	-	0,95	I	6,6	полив безпечний
Середнє	6,8	-	1,26	I	6,8	полив безпечний

За безпекою осолонцювання ґрунту – якість води визначається за співвідношенням у відсотках суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів – згідно ДСТУ 2730:2015 – вода I класу для темно-каштанових і каштанових суглинкових середньо- і високобуферних ґрунтів (співвідношення менше ніж 70% при I класі води за безпекою підлучення). Вода I класу для чорноземних ґрунтів суглинкових середньо- і високобуферних (співвідношення менше ніж 50% при I класі води за безпекою підлучення). Для чорноземних ґрунтів глинистих середньо- і високобуферних – у червні -вода III класу (співвідношення понад 45% при I класі води за безпекою підлучення), тобто вода непридатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу; у липні та на початку серпня – вода II класу (співвідношення від 40 до 45 % при I класі води за безпекою підлучення), тобто вода обмежено придатна, використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів; з середини серпня та у вересні – вода I класу (співвідношення менше ніж 40 при I класі води за безпекою підлучення), тобто вода придатна для зрошення.

Згідно Постанови Кабінету Міністрів України № 766 відповідний показник – вміст лужних катіонів натрію і калію у зрошувальній воді (відсотків суми катіонів) в переважній більшості менше 45, але з урахуванням якості води за агрономічними показниками: у червні – полив заборонено, у липні та на початку серпня – полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів, з середини серпня та у вересні – полив безпечний (табл. 2.5).

За небезпекою токсичного впливу води на рослини за поливів дощуванням якість оцінюють з урахуванням водневого показника рН, вмістом лужності від нормальних карбонатів, вмістом аніонів хлору та токсичних іонів, еквівалентів хлору. Згідно ДСТУ 2730:2015 – вода II класу (карбонати відсутні, вміст токсичних іонів, еквівалентів хлору менше ніж 15, рН від 6,5 до 7,5, але вміст аніонів хлору від 3,0 до 15,0).

Згідно Постанови КМУ № 766 – згідно відповідних показників та з урахуванням II класу води за агрономічними критеріями – полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів (табл. 2.6).

До відновлювальних профілактичних агро меліоративних заходів відносяться: покращення якості води і корегування режимів зрошення, внесення кальцієвмісних меліорантів (гіпс, фосфогіпс, дроблений вапняк, дефекат) та нормативних доз органічних добрив, введення у сівозміни багаторічних трав та сидератів.

2.3. Модель формування якості зрошувальної води

З метою виявлення особливостей і закономірностей формування гідрохімічного складу зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу у 2021 році виконано кореляційний і регресійний аналізи даних (табл. 2.2). Кореляційно-регресійним аналізом встановлено, що сильний функціональний зв'язок між мінералізацією зрошувальної води та іонами хлору ($r = 0,99$), та сульфат іонами ($r = 0,99$); слабкий – між мінералізацією зрошувальної води та гідрокарбонат іонами ($r = 0,47$).

В міру підвищення мінералізації зрошувальної води пропорційно зростає вміст іонів хлору та сульфат-іонів, гідрокарбонат-іони відіграють другорядну роль у формуванні гідрохімічного складу зрошувальної води ІМК. Рівняння регресії, коефіцієнти кореляції приведені на рис. 2.11.

Для запобігання перевищення іонів хлору 350 мг-екв /дм³ та сульфат іонів 500 мг-екв /дм³. мінералізація зрошувальної води не повинна перевищувати 1500 мг/дм³.

Таблиця 2.5
Оцінка якості зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи за небезпекою осолодцювання ґрунту (2021 р.)

Дати	За ДСТУ 2730:2015						Згідно Постанови КМУ № 766	
	Темно-каштанові і каштанові суглинкові, середньо- і високобуферні ґрунти		Черноземні ґрунти суглинкові середньо- і високобуферні		Черноземні ґрунти глинисті середньо- і високобуферні		Вміст лужних катіонів натрію і калію у воді, відсотків суми катіонів	Норматив
	Співвідношення суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів, %	Клас якості води	Співвідношення суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів, %	Клас якості води	Співвідношення суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів, %	Клас якості води		
26.06.2021	45,14	I	45,14	I	45,14	III	45,14	полів заборонено
05.07.2021	43,97	I	43,97	I	43,97	II	43,97	полів можливий за умови застосування відновлювальних заходів
13.07.2021	44,61	I	44,61	I	44,61	II	44,61	
24.07.2021	43,68	I	43,68	I	43,68	II	43,68	
08.08.2021	43,22	I	43,22	I	43,22	II	43,22	
17.08.2021	36,45	I	36,45	I	36,45	I	36,45	полів безпечний
25.08.2021	35,62	I	35,62	I	35,62	I	35,62	полів безпечний
08.09.2021	39,09	I	39,09	I	39,09	I	39,09	полів безпечний
Середнє	41,47	I	41,47	I	41,47	II	41,47	полів можливий за умови застосування відновлювальних заходів

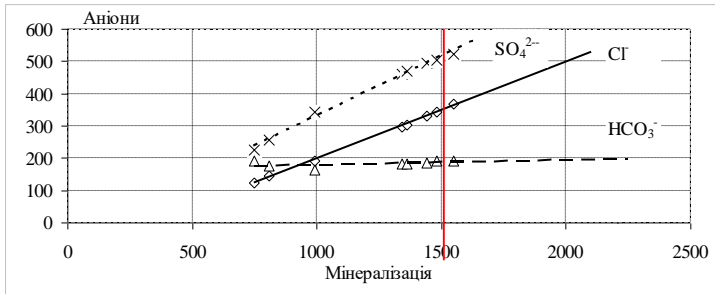
Таблиця 2.6

Оцінка якості зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи за небезпекою її токсичного впливу на рослини за поливів дощуванням (2021 р.)

Дати	За ДСТУ 2730:2015					Згідно Постанови КМУ № 766
	рН	CO ²⁺ ₃	Cl ⁻	Токсичні іони, еквівалентів Cl ⁻	Клас якості води	
		мекв/дм ³				
26.06.2021	7,0	-	10,35	12,4	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів
05.07.2021	6,8	-	9,31	11,3	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів
13.07.2021	6,9	-	9,7	11,7	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів
24.07.2021	6,9	-	8,41	10,27	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів
08.08.2021	7,0	-	8,55	10,4	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів
17.08.2021	6,7	-	4,09	5,36	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів
25.08.2021	6,5	-	3,47	4,75	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів
08.09.2021	6,6	-	5,44	6,87	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів
Середнє	6,8	-	7,42	9,13	II	полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів

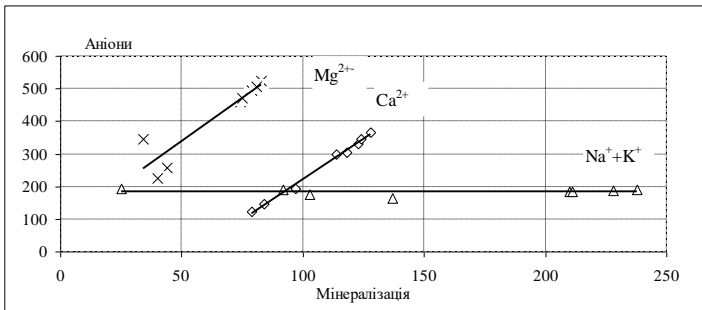
Кореляційно-регресійним аналізом встановлено сильний функціональний зв'язок між мінералізацією зрошувальної води та іонами кальцію ($r = 0,92$) та іонами магнію ($r = 99$); слабкий – між мінералізацією зрошувальної води та іонами натрію і калію ($r = 0,02$).

В міру підвищення мінералізації зрошувальної води пропорційно буде зростати вміст іонів магнію та кальцію, іони натрію та кальцію відіграють другорядну роль у формуванні гідрохімічного складу зрошувальної води ІМК. Рівняння регресії, коефіцієнти кореляції приведені на рис. 2.12.



Аніони	Рівняння регресії	Коефіцієнт детермінації	Коефіцієнт кореляції
Cl ⁻	$Y = 0,3x - 101,65$	$R^2 = 0,9992$	$r = 0,99$
SO ₄ ²⁻	$Y = 0,3706x - 40,292$	$R^2 = 0,9935$	$r = 0,99$
HCO ₃ ⁻	$Y = 0,0138x + 167,70$	$R^2 = 0,2171$	$r = 0,47$

Рис. 2.11. Залежність мінералізації та аніонного складу зрошувальної води Інгuleцької зрошувальної системи (2021 рік)



Аніони	Рівняння регресії	Коефіцієнт детермінації	Коефіцієнт кореляції
Mg ²⁺	$Y = 5,2704x + 74,012$	$R^2 = 0,8521$	$r = 0,92$
Ca ²⁺	$Y = 4,9546x - 274,08$	$R^2 = 0,9933$	$r = 0,99$
Na ⁺ +K ⁺	$Y = -0,0026x + 184,15$	$R^2 = 0,0004$	$r = 0,02$

Рис. 2.12. Залежність мінералізації та катіонного складу зрошувальної води Інгuleцької зрошувальної системи (2021 рік)

Використовуючи графіки, приведені на рис. 2.11, 2.12 по мінералізації поверхневих вод, визначеної за допомогою експрес-аналізу (наприклад, солеміру), можливо оперативно визначати хімічний склад поверхневих вод.

В умовах Регламенту промивання русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець у 2021 році виявлено особливості і закономірності формування вмісту хлоридів у поверхневих водах р. Інгулець залежно від витрат води (рис. 2.13).

Виконано кореляційний і регресійний аналізи даних. Встановлено сильний функціональний зв'язок між вмістом хлоридів у поверхневих водах р. Інгулець та витратами води (коефіцієнт кореляції (r) 0,85, коефіцієнт детермінації (R^2) 0,728).

В міру збільшення витрат води із каналу пропорційно зменшується вміст іонів хлору. Для запобігання перевищення іонів хлору більше 350 мг-екв/дм³ витрати води із каналу повинні бути не менш 9,0 м³/с.

Дослідженнями встановлено динаміка і закономірності формування жорсткості води у поверхневих водах р. Інгулець залежно від витрат води (рис. 2.15).

Виконано кореляційний і регресійний аналізи даних. Встановлено сильний функціональний зв'язок між жорсткістю води в р. Інгулець та витратами води (коефіцієнт кореляції (r) 0,78, коефіцієнт детермінації (R^2) 0,6168).

В міру збільшення витрат води із каналу пропорційно зменшується вміст іонів хлору. Для формування допустимої жорсткості води витрати води із каналу повинні бути не менше 9,0–10,0 м³/с (рис. 2.15, 2.16).

Добова динаміка хлоридів в р. Інгулець та Інгулецькому магістральному каналі представлена на рис. 2.17.

Зменшення вмісту хлоридів у зрошувальній воді у серпні – вересень пояснюється тим, що у другій половині серпня внаслідок сприятливих умов по руслу р. Інгулець до гирла ГНС «антирічкою» була підтягнута дніпровська вода. Але така ситуація не відбувається щорічно, це є окремий випадок. При цьому, для формування більш-менш задовільної якості води при застосуванні технології «антирічка» необхідна постійна цілодобова робота не менш ніж чотирьох агрегатів ГНС, але і це не забезпечить постійну стабільну задовільну якість води (Морозов В.В., Козленко Є.В., 2015).

3. Багаторічна модель формування якості води Інгулецької зрошувальної системи за агрономічними критеріями згідно ДСТУ 2730:2015

З 2011 року по нинішній час на Інгулецькій зрошувальній системі застосовується варіант формування якості води «Промивка зверху на весь поливний період».

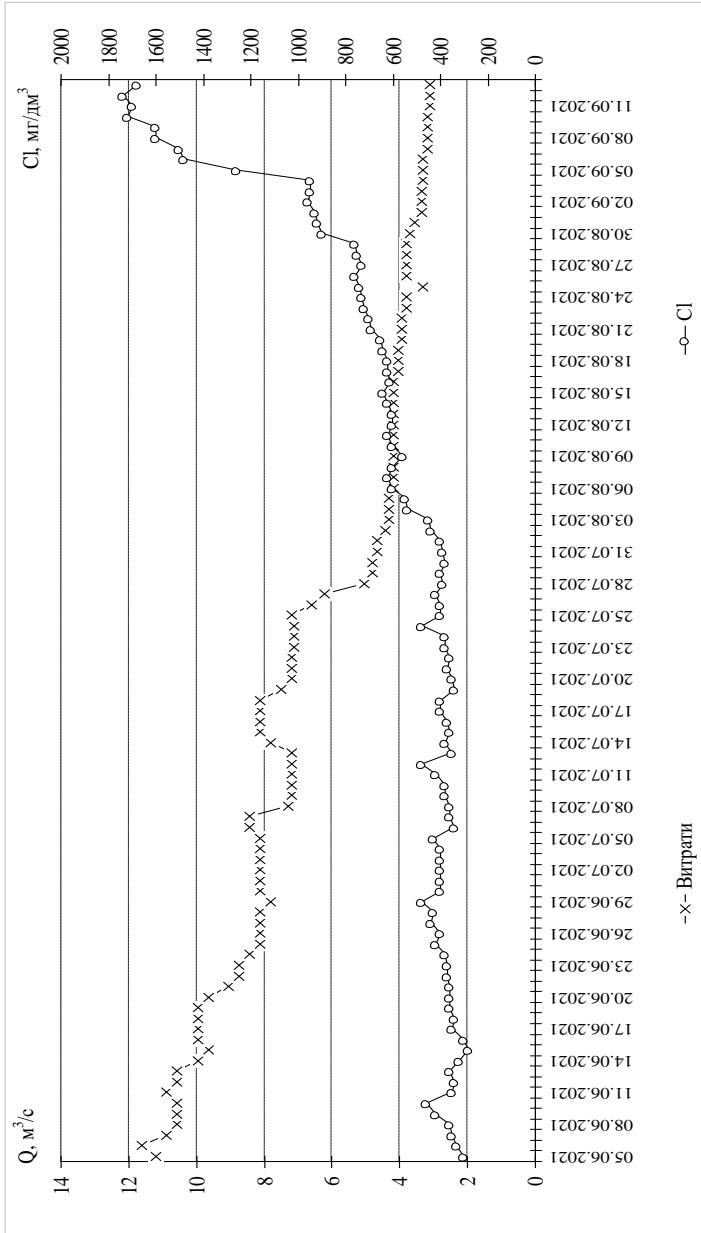


Рис. 2.13. Добова динаміка витрат води та вмісту хлоридів у поверхневих водах р. Інгулець (гідропост. Андріївка, 2021 р.)

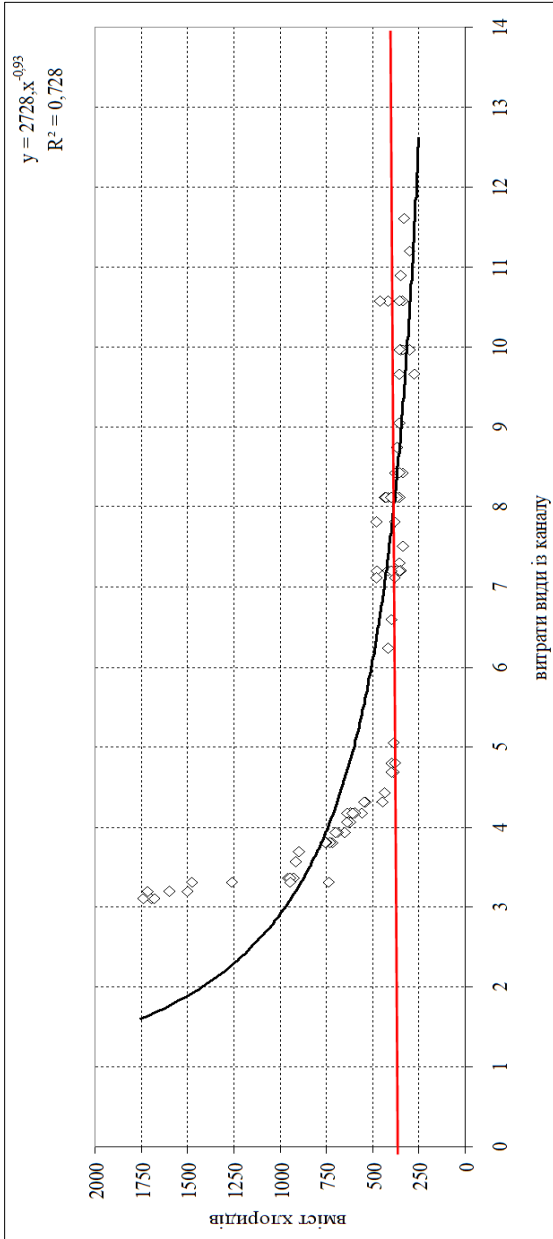
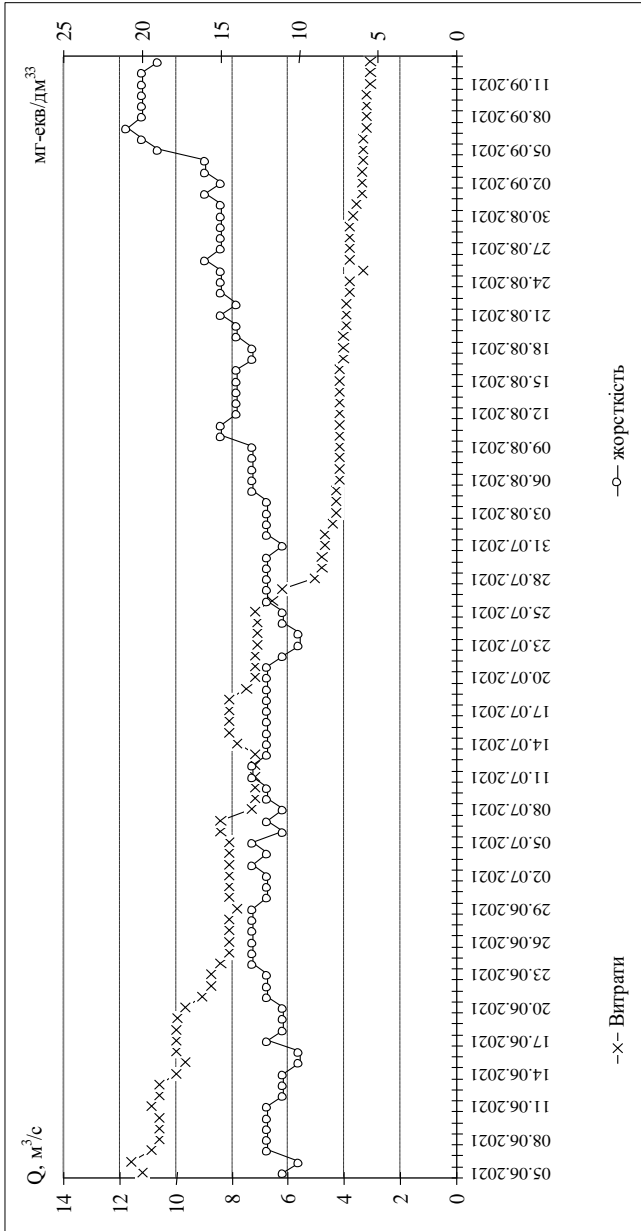


Рис. 2.14. Залежність вмісту хлоридів від витрат води р. Інгулець (гідропост Андріївка, 2021 р.)



**Рис. 2.15. Добова динаміка витрати води та жорсткості води
р. Інгулець (гідропост. Андріївка, 2021 р.)**

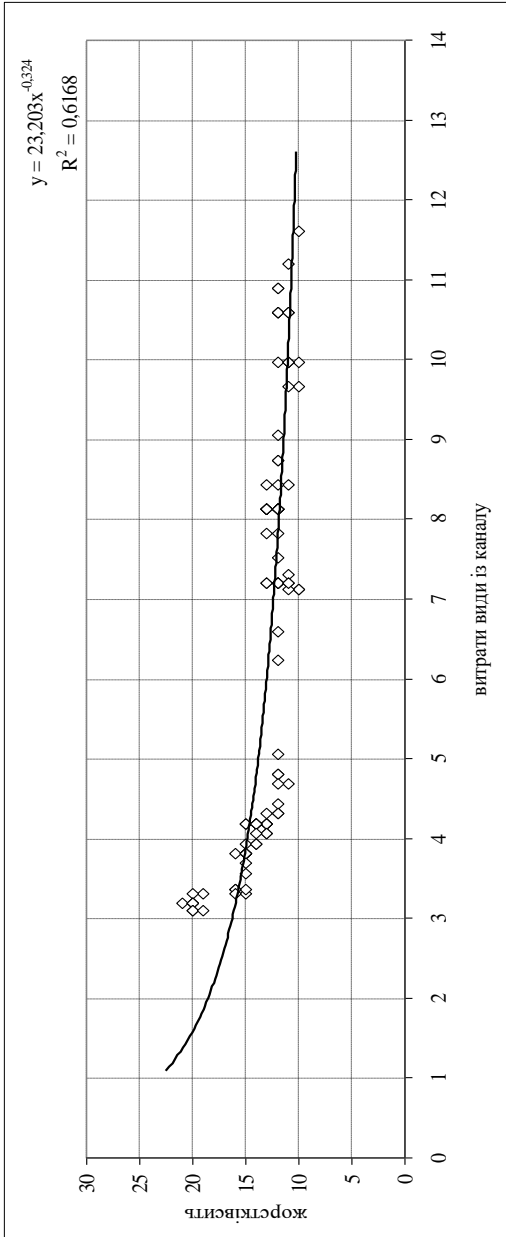


Рис. 2.16. Залежність жорсткості води від витрат води у р. Інгулець (гідропост. Андріївка, 2021 р.)

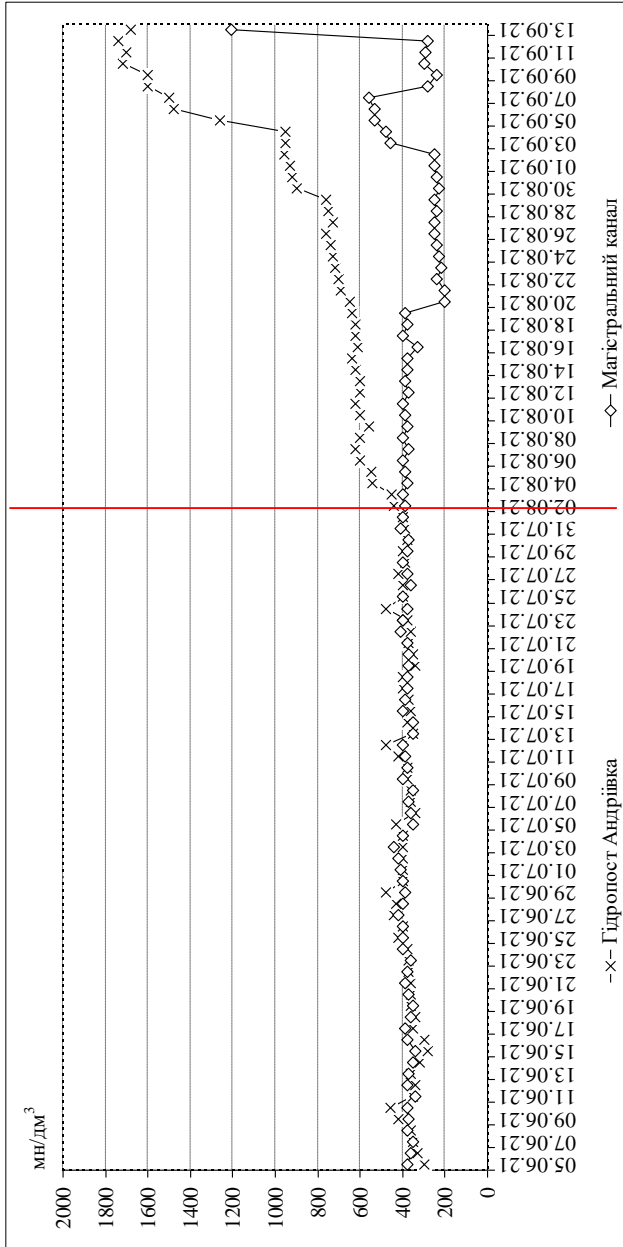


Рис. 2.17. Добова динаміка хлоридів в р. Інгулець та Інгулецькому магістральному каналі

Сутність його полягає в тому, що задовільна для зрошення якість води формується в джерелі зрошення – річці Інгулець шляхом здійснення постійних попусків води з Карачунівського водосховища за квітня по серпень витратами 20,0–9,0 м³/с загальним обсягом не менш ніж 120 млн м³ [29]. Карачунівське водосховище поповнюється дніпровською водою з Кременчуцького водосховища за допомогою каналу Дніпро-Інгулець (рис. 3.1).

Режим подачі води з Карачунівського водосховища визначається відповідним Регламентом, який у 2011–2018 роках мав назву: «Регламент промивки русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець, поліпшення якості води у Карачунівському водосховищі та на водозаборі Інгулецької зрошувальної системи» [34]. У 2019–2021 рр. назва змінилася – «Регламент промивання русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець» (далі – Регламент) [35].

Регламент розробляється щорічно і, після обговорення на відповідній міжвідомчій нараді, затверджується Держводагентством України.

Якість води на ІЗС формується за новим варіантом вже дванадцятий рік поспіль (з 2011 року по сей час). За час в Регламенті, який складається та затверджується щорічно, відбувалися деякі зміни.

В Регламенті 2013 року режим подачі води з Карачунівського водосховища був прописаний з можливістю оперативного регулювання витрат (15–30 квітня – 20 м³/с; 1–31 травня – 11–15 м³/с; 1 червня–10 серпня – 9–12 м³/с) із загальним обсягом 120 млн. м³.

В регламентах 2014–2015 років вже цього не було. Витрати попусків з Карачунівського водосховища вже були чітко прописані без можливості оперативного їх регулювання: 6–10 квітня – 4–8 травня – 20 м³/с; 5–7 травня – 27–30 червня – 10 м³/с; 28 червня–1 липня – 7–10 серпня – 9 (8) м³/с із загальним обсягом 125–125,5 млн. м³ (табл. 3.1).

У 2016–2018 роках в Регламентах було прописано, що режим подачі води з Карачунівського водосховища (після завершення скиду промивними витратами 20 м³/с) може коригуватися залежно від режиму роботи Інгулецької зрошувальної системи, виходячи із необхідності забезпечення нормативної якості води у створі Інгулецької головної насосної станції (ГНС), у межах загального обсягу скиду. Зазначена умова є дуже актуальною, тому що надає можливість оперативного корегувати ситуацію у разі погіршення якості води, що може відбуватися за різних причин та має місце майже кожен рік.



Рис. 3.1. Схема розташування основних водогосподарських об'єктів, які задіяні у формуванні якості води в Інгулецькому магістральному каналі

В Регламенті 2019 року визначено режим витрат з Карачунівського водосховища: 1–4 квітня – 20 м³/с; 25 квітня–23 травня – 14 м³/с; 24 травня–1 липня – 12 м³/с; 2 липня–12 серпня – 11 м³/с; 13 серпня–12 вересня – 9 м³/с; 13 вересня – 18 жовтня – 5 м³/с. Регламентом встановлено, що концентрація хлоридів у воді річки Інгулець (по контрольному створу – гідропосту Андріївка) у період з 25 квітня по 18 жовтня не повинна перевищувати 350 мг/дм³. Виконання зазначеної умови покладено на ДПП «Кривбас-промводопостачання», яке повинно у разі збільшення вмісту хлоридів у воді річки Інгулець (гідропост Андріївка) вище 350 мг/дм³ забезпечити скиди з Карачунівського водосховища за рахунок власних резервів. Підтримка стабільної нормативної якості води в річці Інгулець є, безумовно, правильною вимогою, але виконання її зазначеним шляхом не є реальним, що отримало підтвердження на практиці.

В Регламенті 2020 року визначено режим витрат з Карачунівського вдсх. (1–24 квітня – 20 м³/с; 25 квітня–11 вересня – 11 м³/с; 12 вересня–4 жовтня – 9 м³/с; 5 жовтня–8 листопада – 5 м³/с) та зазначено, що концентрація хлоридів у створі гідропосту Андріївка станом на 2 квітня не повинна перевищувати 350 мг/дм³. Обсяг для промивання – 190 млн. м³; для оздоровлення – 15 млн м³; загальний обсяг – 205 млн м³. Тобто, вже в самому Регламенті не зафіксовано якою повинна бути якість води та не передбачено шляхів до покращення ситуації у разі погіршення якості (шляхом збільшення витрат з Карачунівського водосховища), як це було визначено в Регламентах попередніх років.

В Регламенті 2021 року визначено режим витрат з Карачунівського вдсх. (20 березня–13 квітня – 20 м³/с; 14 квітня – 31 травня – 11 м³/с; 1 червня–31 липня – 10 м³/с; 1 серпня – 12 вересня – 7 м³/с; 13 вересня–20 жовтня – 3,5 м³/с) та зазначено, що концентрація хлоридів у створі гідропосту Андріївка станом на 1 квітня не повинна перевищувати 350 мг/дм³. Обсяг для промивання – 148 млн м³; для оздоровлення – 12 млн м³; загальний обсяг – 160 млн м³. Так як і в Регламенті 2020 року, не зафіксовано якою повинна бути якість води та не передбачено шляхів до покращення ситуації у разі погіршення якості (шляхом збільшення витрат з Карачунівського водосховища), як це було визначено в Регламентах попередніх років.

Таблиця 3.1

Дослідження формування якості води на Інгулецькій зрошувальній системі за 2011–2021 рр.

Роки	Обсяг скидання надлишків зворотніх вод з балки Свистунова, млн м ³	Початок промивки	Добігання промивної води до створу ГНС	Пуск ГНС	Закінчення промивки	Період проведення промивки, діб	Обсяг промивної води, млн м ³	Добігання “ солоні” води до ГНС (слідом за промивною)	Зулинка ГНС
2011	10,2	17.04.	30.04.	01.05.	15.08.	120	130	25.09.	23.09.
2012	10,2	11.04.	24.04.	25.04.	05.08.	116	120	05.09.	17.09.
2013	10,2	15.04.	30.04.	30.04.	14.08.	121	119	04.09.	03.10.
2014	10,1	08.04.	21.04.	21.04.	13.08.	127	128	29.08.	26.09.
2015	10,2	06.04.	21.04.	27.04.	12.08.	128	125	05.09.	27.10.
2016	9,8	05.04.	19.04.	21.04.	11.08.	128	143	05.09.	13.10.
2017	9,6	05.04.	19.04.	24.04.	06.08.	123	121	07.10.	23.10.
2018	4,7	05.04.	19.04.	23.04.	06.08.	123	129	20.08.	16.10.
2019	4,7	01.04.	16.04.	19.04.	10.08.	131	143	02.09.	10.10.
2020	4,2	06.04.	30.04.	18.04.	15.09.	162	147	13.08.	22.10.
2021	6,3	20.03.	06.04.	14.04.	17.08.	150	127	13.09.	–

Виходячи з аналізу Регламентів за 2011–2021 роки слід зробити висновок, що, в Регламенті слід обов’язково передбачати реальну можливість оперативного регулювання витрат попусків з Карачунівського вдсх. у випадку погіршення якості води по гідропосту Андріївка, виходячи із необхідності забезпечення нормативної якості води у створі Інгулецької ГНС; або вказувати граничну концентрацію хлоридів у воді р. Інгулець (350 мг/дм³) впродовж всього поливного періоду та чітко визначати реальний механізм виконання та контролю за виконанням зазначеної вимоги.

Гідропост Андріївка – стаціонарний гідропост Регіонального офісу водних ресурсів у Дніпропетровській області, який має оптимальне розташування з точки зору спостереження за здійсненням скиду шахтних вод з балки Свистунова та проведення промивки (екологічного оздоровлення) р. Інгулець шляхом здійснення попусків

з Карачунівського вдсх., тому що розташований в 48 км нижче Карачунівського вдсх (по руслу річки Інгулець), нижче скиду балки Свистунова та 182 км вище створу Інгулецької ГНС. Гідропост обладнаний для визначення витрат води, лаборантом здійснюється відбір проб води для визначення вмісту хлоридів. Спостереження здійснюються щоденно впродовж року.

Виконано дослідження якості води за вмістом хлоридів по гідропосту Андріївка. На рис. 3.2 відображено динаміку вмісту хлоридів у воді річки Інгулець по гідропосту Андріївка за 2011–2021 роки. Аналізуючи графіки, чітко простежується майже у всі роки більш краща якість води у початковий період проведення промивки, коли витрати попусків з Карачунівського вдсх. складають 20 м³/с, в подальшому із зменшенням витрат відповідно погіршується якість води. Але, в 2011–2017 роки якість води за вмістом хлоридів впродовж майже всього періоду проведення промивки залишається в межах до 350 мг/дм³, лише інколи виходячи за вказану межу. У період 2018–2021 років ситуація погіршується.

В результаті досліджень визначено відсоток діб, у які вміст хлоридів у воді річки Інгулець перевищував значення 350 мг/дм³; 400 мг/дм³; 450 мг/дм³; 500 мг/дм³ (з урахуванням термінів початку та закінчення промивок та з урахуванням термінів добігання води з Карачунівського вдсх. до гідропоста Андріївка). Відсоткове середньорічне співвідношення діб, у які якість води за вмістом хлоридів перевищує 350 мг/дм³ у 2018–2021 роки складає 66,20 %, у 2011–2017 рр. – 17,37 %; вище 400 мг/дм³ відповідно 35,96 та 2,86 %; вище 450 мг/дм³ відповідно 23,02 та 0,88 %; вище 500 мг/дм³ відповідно 17,62 та 0,55 % (табл. 3.2).

Тобто, у 2018–2021 роках спостерігається значне погіршення якості води річки Інгулець по гідропосту Андріївка, а відповідно, і в Інгулецькому магістральному каналі у порівнянні із 2013–2017 роками.

Як наслідок, здійснення поливів високомінералізованою водою призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур, відбуваються процеси деградації ґрунтів, їх вторинне засолення та осолонцювання [3].

Дослідження показали, що на практиці Регламенти останніх років (2018–2021рр.) повністю не виконуються. Цей факт є головною причиною погіршення іригаційних показників якості води в річці Інгулець, а відповідно, і в Інгулецькому магістральному каналі.

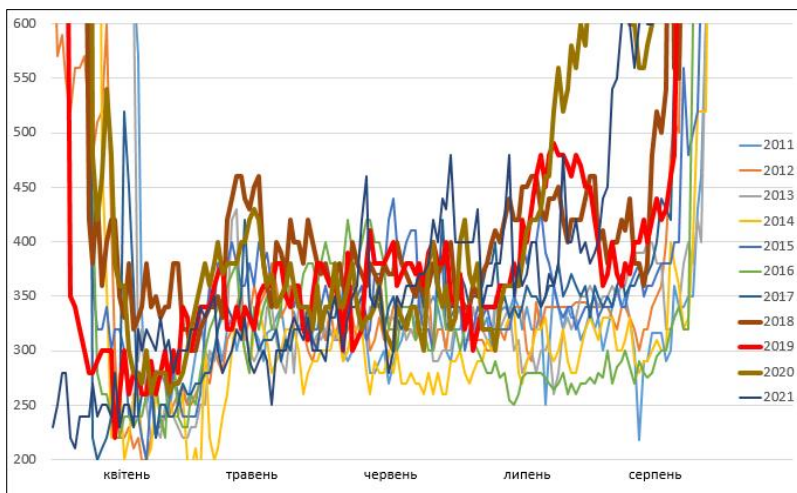


Рисунок 3.2. Графіки динаміки вмісту хлоридів у воді р. Інгулець по гідропосту Андріївка

Таблиця 3.2

Аналіз вмісту хлоридів у воді р. Інгулець по гідропосту Андріївка в період проведення промивки

Роки	Відсоток діб, у які вміст хлоридів перевищує:			
	350 мг/дм ³	400 мг/дм ³	450 мг/дм ³	500 мг/дм ³
2011	5,51	3,15	2,36	1,58
2012	7,44	0	0,0	0,0
2013	15,08	2,38	0,0	0,0
2014	4,55	0,76	0,76	0,76
2015	42,11	6,02	2,26	0,75
2016	18,8	3,01	0	0
2017	28,13	4,69	0,78	0,78
Середнє за 2011-2017 рр.	17,37	2,86	0,88	0,55
2018	78,13	32,81	8,59	1,56
2019	57,35	19,12	10,29	1,47
2020	70,66	47,9	42,52	40,12
2021	58,67	44,0	30,67	27,33
Середнє за 2018-2021рр.	66,20	35,96	23,02	17,62

Представники гірничорудних підприємств, які фінансують проведення промивки річки Інгулець, в останні роки ігнорують повне виконання Регламенту, мотивуючи тим, що не мають змогу здійснити скид шахтних вод у повному обсязі, тому що Кабінет Міністрів України (КМУ) своєчасно не дає на це відповідний дозвіл.

Крім цього, є підстави припускати, що підприємство «Кривбас-промводопостачання» (яке саме регулює витрати попусків з Карачунівського вдсх.) не завжди дотримується витрат, які визначені Регламентом. Про це свідчить значна різниця у витратах попусків води з Карачунівського водосховища та витратами, які визначаються на гідропосту Андріївка, які іноді майже вдвічі менше.

Здійснюється офіційне порушення Регламенту шляхом зменшення витрат попусків промивної води, що призводить до значного погіршення якості води в річці Інгулець, та відповідно, в Інгулецькому магістральному каналі в період подачі води на зрошення.

Слід звернути увагу на те, що саме у 2018–2021 роках відбувається зменшення обсягів зимового скиду шахтних вод більш ніж у 2 рази у порівнянні з попередніми роками (причина – несвоєчасне надання дозволів на здійснення скидів з боку КМУ): 2013–2017 – 9,6–10,2 млн м³; 2018–2020 – 4,7 млн м³; 2021 – 6,3 млн м³. Можливо допустити, що внаслідок неповного спорожнення акумулюючої ємності – шламонакопичувача балки Свистунова, в якому накопичуються шахтні води впродовж всього року, в останні 3 роки відбувається його переповнення. Вірогідно внаслідок вищезазначеного факту відбувається підвищена фільтрація шахтних вод через ґрунтові води в річку Інгулець, що також викликає погіршення якості води у р. Інгулець.

Висновки

1. Для випусків зворотних вод з оперативним регулюванням витрат умови скиду зворотних вод встановлюється у формі індивідуальних оперативних регламентів, з урахуванням вимог щодо якості води у водному об'єкті у контрольних створах нижче скиду зворотних вод.

2. Схема подачі води в магістральний канал Інгулецької зрошувальної системи в період 2011–2021 рр. забезпечується здійсненням постійних попусків води з Карачунівського водосховища з метою одержання стабільної якості води річки

Інгулець II класу за ДСТУ 2730:2015 впродовж всього вегетаційного періоду. Це, дає можливість не тільки заощадити державні кошти, які при застосуванні попередньої технології витрачалися на формування води необхідної якості, що подається на зрошення, але і покращити в цілому екологічний стан Карачунівського водосховища, річки Інгулець та еколого-агромеліоративний стан ґрунтів і ландшафтів Інгулецького зрошувального масиву.

3. Дослідженнями доведено, що у 2018–2021 роках спостерігається значне погіршення якості води річки Інгулець по гідропосту Андріївка, а відповідно і зрошувальної води в Інгулецькому магістральному каналі у порівнянні із 2011–2017 роками, що може призвести до негативного впливу на сільськогосподарські культури та активувати процеси деградації ґрунтів.

4. Головною причиною погіршення якості води в поливний період 2018–2021 років в Інгулецькому магістральному каналі є неповне виконання Регламенту промивання русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець, а саме зменшення витрат попусків промивної води з Карачунівського водосховища до $5 \text{ м}^3/\text{с}$.

5. Методами регресійного і кореляційного аналізів отримані моделі формування мінералізації та гідрохімічного складу зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу. В міру підвищення мінералізації зрошувальної води пропорційно зростатиме вміст іонів хлору, магнію, кальцію та сульфат-іонів.

6. Шляхами подальших досліджень є більш повне дослідження зв'язку між наповненням балки Свистунова шахтними водами та якістю води в річці Інгулець, тому що вірогідно, що внаслідок переповнення названого накопичувача в 2018–2021 рр. відбувається підвищена фільтрація шахтних вод через ґрунтові води в річку Інгулець, що і викликає погіршення якості води р. Інгулець. Необхідним також є створення експертної системи і організація цільового моніторингу формування відповідної якості води в р. Інгулець та в магістральному каналі Інгулецької зрошувальної системи.

Рекомендації виробництву

При здійсненні щорічних заходів з промивки русла та екологічного оздоровлення річки Інгулець, при застосуванні яких формується якість води в джерелі зрошення р. Інгулець, величина витрат постійних попусків води задовільної якості з Карачунівського водосховища повинна складати не менш ніж $10 \text{ м}^3/\text{с}$,

так як дослідженнями доведено, що при зменшенні витрат відбувається суттєве погіршення якості води в р. Інгулець, та, відповідно у магістральному каналі Інгулецької зрошувальної системи, що неприпустимо для зрошувальної води.

Терміни початку та завершення промивки русла річки Інгулець слід визначати щорічно, в залежності від погодних умов року, орієнтовно – початок промивки 20 березня – 5 квітня, завершення промивки – 31 серпня – 15 вересня. Відповідно, загальний обсяг води скиду води з Карачунівського вдсх. для промивки р. Інгулець повинен складати не менш ніж 140 млн м³.

В подальшому в Регламенті слід обов'язково вказувати граничну концентрацію хлоридів у воді р. Інгулець (350 мг/дм³) впродовж всього поливного періоду та чітко визначати реальний дієвий механізм виконання та контролю за виконанням зазначеної вимоги.

Основними шляхами поліпшення якості поливної води та еколого-агромеліоративного стану ґрунтів Інгулецького зрошуваного масиву є збільшення площі зрошуваних земель, подальше раціональне управління умовами формування якості поливної води, створення для цього відповідної бази даних і бази знань, а в перспективі і експертної системи та обґрунтування (нормування) якості води Інгулецької зрошувальної системи за агрономічними критеріями згідно ДСТУ 2730:2015.

Зрошувальну воду Інгулецької ЗС, II класу якості за агрономічними критеріями, доцільно використовувати за умови обов'язкового застосування комплексу агромеліоративних заходів щодо запобігання деградації ґрунтів: внесення меліорантів (дроблений вапняк, дефекат, гіпс, фосфогіпс), а також додержання науково-обґрунтованих сівозмін з обов'язковим включенням багаторічних трав (в першу чергу – люцерни).

Література

1. Конституція України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр#Text>
2. Земельний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text>
3. Водний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр#Text>
4. Кодекс України про надра. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-вр#Text>

5. Цивільний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15/ru/ed20131011#Text>

6. Закон України “Про меліорацію земель”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1389-14#Text>

7. Закон України «Про державний контроль за використанням та охороною земель». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/963-15#Text>

8. Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>

9. Закон України «Про оренду землі». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/161-14#Text>

10. Державні будівельні норми України В.2.4-1-99 “Меліоративні споруди та системи”, затверджені наказом Державного комітету України з будівництва та архітектури від 25 червня 1999 року № 153. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0153241-99#Text>

11. Наказ Державного комітету України по водному господарству, Міністерства аграрної політики від 02 листопада 2006 року № 206/638 “Про порядок використання меліоративних фондів та меліорованих земель”. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v206_574-06#Text

12. 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-р#Text>

13. Про затвердження переліку платних послуг, які надаються бюджетними установами, що належать до сфери управління Державного агентства водних ресурсів. Постанова КМУ від 26.10.2011р. № 1101. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1101-2011-п#Text>

14. Наукові засади розвитку зрошення земель в Україні. Київ : Аграр. наука, 2012. 28 с.

15. Ромащенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні: Стан та шляхи поліпшення. Київ : Вид-во “Світ”, 2000. 114 с.

16. ДСТУ 7890:2015 “Зрошувальне землеробство. Режими зрошення”. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 15 с.

17. ДСТУ 7888:2015 “Зрошувальне землеробство. Зрошувальні норми”. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 13 с.

18. ДСТУ 7736:2015. «Зрошуване землеробство. Терміни та визначення». Київ : УкрНДНЦ, 2016. 23 с.

19. ДСТУ 4288:2004 «Якість ґрунту. Паспорт ґрунту». Київ : УкрНДНЦ, 2004. 11 с.

20. ДСТУ 4838:2007 «Технологія вирощування сільськогосподарських культур. Терміни та визначення понять». Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 21 с.

21. РДИ зз-1018946-01-93. Інструкція по плануванню почвосберегаючих режимов орошення на черноземах. Киев, 1993.

22. Зрошення і осушення земель / за ред. С.М. Алпатьєва. Київ : Урожай, 1971. 320 с.

23. Писаренко В.А., Коковіхін С.В., Писаренко П.В., Михаленко І.В. Розробка моделей зв'язків урожайності силосної маси кукурудзи в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2008. Вип. 49.

24. ДСТУ 2730:2015. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. Вид. офіц. Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. 9 с.

25. Про нормативи екологічно безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням : Постанова Кабінету Міністрів України від 02.09.2020 р. № 766. *Офіційний вісник України*. 2020. № 73. С. 27-31.

26. Алмазов А.М. Прогноз химического состава воды для орошения и обводнения правобережных ингулецких земельных массивов и водоснабжения г. Николаева. Киев : 1957. 32 с.

27. Изменение мелиоративно-гидрогеологических условий водораздельных массивов под влиянием орошения : монографія / В.Г. Ткачук и др. Киев : Урожай, 1970. 248 с.

28. Землі Інгулецької зрошувальної системи: стан та ефективне використання / за наук. ред. В.О. Ушкаренка, Р.А. Вожегової. Київ : Аграр. наука, 2010. 352 с.

29. Морозов В.В., Козленко Є.В. Інгулецька зрошувальна система: покращення якості поливної води: монографія. Херсон : ПП «ЛТ-Офіс», 2015. 210 с.

30. Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Новий варіант технології формування якості води Інгулецької зрошувальної системи при відновленні проектної площі зрошення. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. Херсон, 2021. № 119. С. 43-51.

31. 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.

32. Коваленко Р.Ю., Ковальчук П.І. Аналіз методів управління якістю води для зрошення при промивках русла р. Інгулець дніпровською водою. *Індуктивне моделювання складних систем*. Київ, 2014. Випуск 6. С. 90–96.

33. Хільчевський В.К., Кравчинський Р.Л., Чунарьов О.В. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу. Київ : Ніка-Центр, 2012. 180 с.

34. Регламенти промивки русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець, поліпшення якості води у Карачунівському водосховищі та на водозаборі Інгулецької зрошувальної системи у 2011–2018 рр.

35. Регламенти промивання русла та екологічного оздоровлення р. Інгулець у 2019–2021 рр.

Онопрієнко Д. М.

*кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
перший проректор, проректор з навчальної роботи
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
м. Дніпро*

**ІННОВАЦІЙНІ АГРОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА
ЗЕРНА КУКУРУДЗИ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ**

Анотація. *Наведено результати багаторічних досліджень з фертигації кукурудзи в мовах північного Степу України на зрошуваних землях. Обґрунтовано біологічні і агротехнологічні особливості застосування фертигації. Запропоновано шляхи економії води, мінеральних добрив і енергоресурсів у зрошуваному землеробстві. Автор узагальнив набутий досвід досліджень з фертигації кукурудзи колективами вчених Інституту зернових культур НААН України та Дніпровського державного аграрно-економічного університету, як свідчення значимості, важливості досліджуваного наукового напрямку та запровадження результатів його у виробництво кукурудзи на зрошуваних землях. Усі розробки запатентовані авторами. Матеріали будуть корисними для студентів і науковців з агрономічних спеціальностей, а також для виробничників, які вирощують сільськогосподарську продукцію на зрошуваних землях.*

Вступ

Мінеральне живлення кукурудзи в умовах зрошення має певні особливості, тому що за поливів ця культура відрізняється від інших культур розтягнутим періодом вегетації, відповідно зростає й споживання кількості елементів живлення [1, с. 127]. Відповідне поєднання удобрення і поливів є одним із найважливіших факторів інтенсифікації виробництва кукурудзи в зонах зрошеного землеробства. Управління мінеральним живленням рослин є фундаментом інтенсивних технологій вирощування і має відбуватися тільки на науковій основі. Правильно використовуючи добрива, можна забезпечити збалансоване живлення рослин, не допустити дефіциту або надлишку елементів живлення, досягти не

тільки високої продуктивності, але й поліпшення якісних показників.

Нерівномірне розкидання, особливо надмірної кількості добрив, призводить до нераціонального їх використання, негативних наслідків не тільки для рослин, але і для ґрунту (надлишок поживних речовин в одних і відсутність в інших місцях, нітратне забруднення тощо), які часто не вдається виправити.

Застосування важких і потужних машинно-тракторних агрегатів для поверхневого внесення добрив викликає переуцільнення верхніх шарів ґрунту, погіршує його фізичні властивості, знижує врожайність зерна кукурудзи і збільшує затрати на обробіток ґрунту. Як показали дослідження, за дворазового проходу по тому самому сліду тракторів різної потужності і маси (типу Т-150 і ЮМЗ-6) врожайність зерна кукурудзи зменшувалася на 4,5–9,3 ц/га [2, с. 81].

Мінеральні добрива виготовляють і реалізують досить ритмічно, тому ті з них, що надходять до споживачів у період вегетації кукурудзи, залишаються практично невикористаними. Це пояснюється тим, що застосування просапних культиваторів для підживлення обмежується від настання періоду змикання рослин кукурудзи в рядках. До того ж, часті заправки невеликих ємностей для добрив на культиваторах пов'язані з додатковими затратами праці. Використання авіації для підживлення рослин не отримало широкого застосування. Крім цього, за поверхневого способу внесення і розкидання по поверхні поля значна частина туків залишається поза зоною діяльності кореневої системи кукурудзи. І в цілому цей традиційний спосіб внесення добрив орієнтований скоріше на удобрення ґрунту, а не рослин, оскільки їх потреба в поживних речовинах значно змінюється в процесі вегетації, що не завжди враховується [3, с. 29].

Саме з цих причин у системі інтенсивної технології вирощування кукурудзи все більше застосовують прогресивний спосіб внесення мінеральних добрив разом з поливною водою. Внесення добрив одночасно з поливом створює можливість оптимізації забезпечення рослин вологою і легкозасвоюваними формами поживних речовин практично протягом усього вегетаційного періоду. Внесення добрив з поливною водою дістало назву «фертигація» (від англ. слів *irrigation* та *fertilizer*), або удобрювальне зрошення. Воно докорінно вирішує проблему рівномірного розподілу по площі добрив в активному шарі ґрунту до рівня рівномірності розподілу поливної води, що оцінюється коефіцієнтом

варіації не вище 20 %. Крім того, важливою перевагою цього способу є можливість подачі добрив невеликими дозами протягом вегетаційного періоду, коли рослини їх найбільше потребують, без пошкодження листя як механічно, так і через хімічні опіки [4, с. 19].

Дослідженнями вітчизняних та закордонних наукових установ встановлено, що для фертигації придатні як рідкі, у тому числі й комплексні, так і тверді, добре розчинні у воді мінеральні добрива, що утворюють незначну кількість шламів і не викликають корозію металів. Для виготовлення концентрованих розчинів добрив використовують карбамід (сечовину), аміачну селітру, амофос та інші [3, с. 31].

Вносити добрива з поливною водою можна і до сівби, з вологозарядковими поливами, а в роки з посушливою весною – із поливами, що провокують сходи рослин. Основою удобрювального зрошення кукурудзи є вегетаційні поливи, якими необхідно прагнути цілком задовольнити рослини як вологою, так і елементами живлення. На сучасному етапі проведено багато досліджень з біологічного обґрунтування строків проведення фертигації кукурудзи [4, с. 21; 5, с. 212; 6, с. 288].

Досліди і практика довели, що поливати за фертигації краще вранці, увечері та вночі, оскільки за високої інтенсивності сонячної інсоляції і підвищених температур удень рослини можуть отримати опіки. Завантажувати ємності сипкими мінеральними добривами дозволяється під час швидкості вітру до 12 м/с [3, с. 39].

Вирощування запрограмованих урожаїв потребує підтримки вологості активного шару ґрунту в період вегетації на рівні 60 або 65 % НВ на легких, 70–75 на середніх, 80 % – на важких за гранулометричним складом ґрунтах. Поливні норми становлять 500–700 м³/га на полях, де підґрунтові води залягають на глибині більше 3 м, і 400–500 м³/га – на глибині 1,0–2,5 м [7, с. 152].

Науково-дослідна і виробнича перевірка підтвердила високу ефективність фертигації – урожайність кукурудзи зростає на 5–10 ц/га і більше порівняно з традиційними способами внесення в ґрунт тієї самої норми туків [8, с. 29].

Метою проведених автором досліджень було вивчення оптимальних норм, способів та строків внесення різних форм мінеральних добрив при інтенсивній технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах зрошення дощуванням.

1. Ефективність фертигації твердими мінеральними добривами

За даними досліджень, проведених в Інституті зернових культур НААН України, найвищого ефекту досягли шляхом поєднання традиційного способу внесення добрив і фертигації, за розрахункових норм добрив на запланований врожай зерна 10 т/га (табл. 1). Комбіноване застосування добрив (NPK – сухі туки під культивуацію перед сівбою + РКД з поливною водою після сівби) за ефективністю виявилось навіть краще за фертигацію (приріст урожаю зерна кукурудзи становив 0,39–0,55 т/га) [9, с. 76].

Таблиця 1

Урожайність зерна кукурудзи залежно від способу внесення мінеральних добрив, т/га

Спосіб внесення мінеральних добрив*	Гібрид Дніпровський 758		Гібрид Піонер 3978	
	1984 р.	1985 р.	1984 р.	1985 р.
NPK під культивуацію перед сівбою	10,7	9,2	10,7	9,6
NPK + РКД** з поливною водою після сівби	10,9	9,7	10,7	10,4
NPK під культивуацію перед сівбою + РКД з поливною водою після сівби	11,3	10,1	11,4	10,8

* За всіх способів дози добрив розраховані на 10 т зерна з гектара

** Рідкі комплексні добрива

У дослідях В.Х. Ківера і В.М. Куниці (1990) виявилось ефективнішим внесення під гібрид кукурудзи Дніпровський 758 на чорноземі звичайному середньо суглинковому NPK з поливною водою, ніж застосування сухих туків під культивуацію перед сівбою (табл. 2).

Для одержання планованого врожаю зерна кукурудзи 10 т/га були використані розрахункові дози мінеральних добрив: в 1986 р. – N₁₆₈P₉₀K₂₈; 1987 р. – N₁₉₂P₇₀K₂₇; 1988 р. – N₁₃₆P₃₅. Максимальний врожай зерна кукурудзи отримали на фоні внесення після сівби фосфорних і калійних добрив; азотні добрива

використовували разом з поливною водою рівними частинами після сівби, у фазі 10–12 листків і у фазі викидання волотей (10,6 т/га) [10, с. 19].

Таблиця 2

**Вплив на урожайність гібрида кукурудзи Дніпровський 758
строків і способів внесення добрив з поливною водою
(1986–1988 рр.)**

Спосіб і строки внесення добрив	Урожай- ність зерна, т/га	Приріст врожаю, т/га	Отримано зерна в розрахунку на 1 кг д.р. NPK, кг
NPK під культивуацію поверхнево сухі туки, контроль	9,64	–	3,89
NPK з поливною водою після сівби	9,95	0,31	4,01
P і K після сівби повною дозою, N – у фазі 10–12 листків	10,0	0,44	4,0
P і K після сівби повною дозою, N – ½ дози у фазі 10–12 листоків, ½ дози у фазі викидання волотей	10,4	0,76	4,19
Те ж саме, але N – 1/3 дози після сівби, 1/3 дози у фазі 10–12 листків, 1/3 дози – у фазі викидання волотей	10,62	0,98	4,31
Те саме, але N – повною дозою у фазі викидання волотей	10,19	0,55	4,11

Дослідження способів та строків внесення мінеральних добрив за інтенсивної технології вирощування кукурудзи на зерно зі зрошенням автор проводив протягом 1999–2001 рр. у навчально-дослідному господарстві «Самарський» Дніпровського державного аграрно-економічного університету [11, с. 60].

Грунтова відміна – чорнозем звичайний слабозмитий середньо суглинковий. Потужність гумусного шару становить 65–70 см, уміст гумусу в орному шарі ґрунту – 3,5–4,5 %. Уміст азоту після 7 діб компостування (за Кравковим) в 100 г сухого ґрунту – 1,4–3,8,

фосфору (за Чириковим) – 11,9–15,5; обмінного калію (за Масловою) – 10,0–14,4 мг/100 г сухого ґрунту. Підґрунтові води залягають на глибині більше 15 м.

У дослідях висівали середньоранній гібрид кукурудзи Піонер 3978. Вивчали норми мінеральних добрив, розраховані на одержання врожаю зерна 8 та 10 т/га. Передбачали також варіант без добрив. Технологія вирощування була загальноприйнятою для кукурудзи в зоні північного Степу України. Поливи проводили дощувальним агрегатом ДДА-100МА. Мінеральні добрива дозували в поливну воду спеціальним гідропідживлювачем, виготовленим в лабораторії Інституту зернових культур НААН України. Поливний режим передбачав підтримання вологості ґрунту в активному шарі не нижче 70–80 % НВ. Зрошувальна норма становила 1800–2100 м³/га. Посівна площа дослідних ділянок – 630, а облікова 150 м², повторність чотириразова. Статистичну обробку одержаних результатів проводили методом дисперсійного аналізу за відомою методикою.

Із мінеральних добрив застосовували сечовину (карбамід), гранульований суперфосфат і калійну сіль. Фосфорні і калійні добрива вносили в розрахункових дозах по ділянках під культивуацію, азотні – відповідно до програми досліджень під культивуацію і з поливною водою. Дози мінеральних добрив для одержання запланованого врожаю зерна кукурудзи обчислювали балансовим методом з урахуванням умісту основних елементів живлення в орному шарі ґрунту.

З метою вивчення ефективності внесення азотних добрив з поливною водою, порівняно з традиційним розкидним способом, і оптимальних параметрів фертигації були розроблені такі технологічні схеми внесення азотних добрив:

1) під культивуацію врозкид поверхнево повною нормою (контроль);

2) роздрібно: 40 % норми врозкид під культивуацію, а з поливною водою дозами по 20 % у фазі 10–12 листків, викидання волотей і молочної стиглості зерна;

3) роздрібно: 40 % норми врозкид під культивуацію, а з поливною водою 40 % у фазу 10–12 листків і 20 % – у фазу викидання волотей;

4) повна норма азоту з поливною водою: роздрібно дозами по 20 % у фазах 10–12 листків, викидання волотей і молочної стиглості зерна, а у фазу квітування волоті – 40 %;

5) повна норма азоту з поливною водою: роздрібно дозами 40 % після сівби до фази 10–12 листків, 40 % у фазу викидання волотей і 20 % – у фазу молочної стиглості зерна.

Результати засвідчили, що вміст у ґрунті азоту залежить від способу та строків внесення добрива. У разі застосування його врозкид восени під культивуацію нітрати мігрують із кореневого шару і він поступово збіднюється. До періоду інтенсивної потреби рослин кукурудзи в азоті (10–12 листків) нітратів у ґрунті було менше, ніж у період 5–6 листків, на 15,3 %, а у фазу молочної стиглості зерна – на 50,3 %. Водночас за кількарязового застосування азотного добрива з поливною водою вміст нітратів у ґрунті на цей період змінювався менше, й до того ж їх містилося (особливо у фазу молочної стиглості зерна) значно більше, що позитивно вплинуло на врожайність [12, с. 85].

Результати обліку врожаю показали, що в разі застосування твердих мінеральних добрив (карбаміду) розведених до певної концентрації з поливною водою кукурудза дає вищі врожаї зерна, ніж за розкидання їх по поверхні ґрунту (табл. 3).

Із підвищенням дози мінеральних добрив підвищувалась і урожайність зерна кукурудзи в середньому на 2,72–4,36 т/га порівняно з контрольним варіантом, де добрива не вносили зовсім.

За оцінювання будь-якого агротехнологічного заходу важливо враховувати його вплив не тільки на величину врожаю, а й на його споживчі якості. Під час зрощення разом із збільшенням урожаїв часто спостерігається погіршення якості зерна, зокрема зменшується в ньому вміст білка.

У разі збільшення норм мінеральних добрив спостерігається тенденція до підвищення вмісту білка (табл. 4).

Спосіб внесення азотних добрив також впливав на вміст білка в зерні кукурудзи. За фертигації вміст білка в зерні зростав, порівняно з поверхневим внесенням розкидним способом. Спосіб внесення азотних добрив суттєво не впливав на вміст крохмалю, жиру і клітковини в зерні.

На всіх агрофонах, що вивчалися, вміст нітратів був нижчим за гранично допустиму концентрацію (ГДК нітратів у зерні кукурудзи – 300 мг/кг). Високі норми мінеральних добрив, а також способи внесення азотних добрив з поливною водою не підвищували вмісту нітратів у зерні кукурудзи.

Таблиця 3

**Урожайність зерна кукурудзи залежно від дози
та способу внесення мінеральних добрив, т/га**

Програмована врожайність кукурудзи, т/га	Схема внесення азотних добрив	Урожайність по роках т/га			у серед- ньому	± до контролю	
		1999	2000	2001		т/га	%
Без добрив		5,16	5,96	5,48	5,53	-	-
8,0	1 (контроль)	7,86	7,75	8,01	7,87	-	-
	3	8,14	8,46	8,54	8,38	0,51	6,6
	5	8,28	8,65	8,58	8,51	0,63	8,1
	У середньому	8,09	8,28	8,37	8,25	-	-
10,0	1 (контроль)	9,28	9,34	9,46	9,36	-	-
	3	9,87	10,20	10,06	10,04	0,62	6,7
	5	10,14	10,32	10,42	10,29	0,93	10,0
	У середньому	9,76	9,95	9,98	9,89	-	-
НІР _{0,95} т/га для схем		0,03	0,47	0,21	-	-	-
НІР _{0,95} т/га для доз		0,24	0,32	0,13	-	-	-

Таблиця 4

**Якість зерна кукурудзи залежно від способів і термінів
унесення азотних добрив (середнє за 1999–2001 рр.)**

Програмована врожайність кукурудзи, т/га	Схема внесення азотних добрив	Вміст у зерні, %			
		сирий білок	жир	крохмаль	клітковина
Без добрив		8,9	4,9	61,8	2,9
8,0	1 (контроль)	9,1	4,9	62,2	3,1
	3	9,5	4,8	64,3	2,9
	5	9,4	5,0	63,1	3,0
	у середньому	9,3	4,9	63,2	3,0
10,0	1 (контроль)	9,4	4,9	62,9	2,9
	3	9,4	5,0	63,1	3,0
	5	9,6	5,0	61,8	3,0
	у середньому	9,4	4,9	62,6	2,9

Біоенергетична оцінка внесення мінеральних добрив свідчить про те, що витрати сукупної енергії на 1 га посівів з підвищенням

їхньої дози зростали. У дослідях вирощування кукурудзи без добрив витрати сукупної енергії були меншими за норми мінеральних добрив, розраховані на 8,0 т/га на 15,7 ГДж, а на врожайність 10,0 т/га – 32,5 ГДж (табл. 5). Це пов'язано з високим енергетичним еквівалентом твердих форм мінеральних добрив.

Способи внесення азотних добрив мало змінювали величину витрат через те, що витрати на внесення мінеральних добрив і додаткові витрати на збирання й транспортування додатково одержаного врожаю є незначними в загальних енерговитратах. Енергоємність виробництва 1 т зерна кукурудзи з підвищенням норми мінеральних добрив дещо підвищувалася.

У разі внесення азотних добрив з поливною водою витрати сукупної енергії на 1 т зерна зменшувалися на 0,38–0,59 ГДж, а біоенергетичний коефіцієнт зростав. Величина додатково одержаної енергії з одного гектара становила 15,8–36,8 ГДж.

Зазначимо, що використання фертигації заощаджує 0,5–0,6 кг/га пального, а витрата його на 1 т врожаю зерна кукурудзи знижується на 8,5 %, порівняно з традиційним поверхневим розкидним способом внесення мінеральних добрив [13, с. 53].

Таблиця 5

**Біоенергетична ефективність технологічних схем
внесення азотних добрив**

Програмована врожайність зерна кукурудзи, т/га	Схема внесення азотних добрив	Витрати сукупної енергії, ГДж/га	Енергоємність виробництва 1 ц зерна, ГДж	Приріст валової енергії ГДж/га
8,0	Без добрив 1 (контроль) 3 5	28,9 44,7	0,52 0,58 0,53	166
		44,5 44,6	0,53	226
				243
				245
10,0	1 (контроль) 3 5	61,2	0,59	268
		61,5	0,55	296
		61,6	0,54	300

Короткий огляд наукових публікацій і результати проведених нами досліджень переконують в тому, що фертигація за програмування врожаїв зерна кукурудзи стає одним із головних факторів підвищення ефективності використання поливної води,

мінеральних добрив, зрошуваних земель і дощувальної техніки. На сучасному етапі розвитку поливного землеробства необхідно впроваджувати новітні ефективні агротехнології, які передбачають зниження доз мінеральних добрив та підвищення їх окупності в 1,5–2,0 рази за рахунок оптимізації строків і способів внесення.

На нашу думку, у процесі вирощування високих і рекордних запрограмованих урожаїв зерна кукурудзи на зрошуваних землях у Степу України замість традиційних способів внесення азотних добрив доцільно використовувати роздрібне їх внесення з поливною водою, враховуючи біологічні особливості гібридів. Визначальним критерієм ефективності таких технологій повинна бути окупність приростом урожаю кожного кілограма туків.

Вносити з поливною водою розчинні мінеральні добрива (наприклад карбамід) рекомендується в певних пропорціях і у визначені періоди: 40 % всієї дози у фазу 10–12 листків, 40 % – у фазу викидання волотей і 20 % – за молочної стиглості зерна. Це дозволить підвищити урожайність зерна кукурудзи на 2,5–4,5 т/га і забезпечити одержання умовно чистого прибутку У наших дослідженнях вищу окупність мінеральних добрив урожаєм зерна одержали у разі норм, розрахованих на одержання 8 т/га зерна. Підвищення норм туків на рівень запрограмованого врожаю 10 т/га, незалежно від способів внесення добрив, знижувало їх ефективність [15, с. 45].

Принципи енергозаощадливої технології вирощування кукурудзи найкраще проявилися за програмою одержання зерна кукурудзи на рівні 8–10 т/га. Великі норми добрив у дослідях забезпечували врожайність зерна на рівні 12,3–13,8 т/га, але більш високою ціною, тому що окупність добрив знижувалася, а конкурентоспроможність отриманої продукції в умовах ринкових відносин зменшувалася.

За фертигації відчутно зменшуються негативні наслідки, пов'язані з ущільненням і деформацією ґрунту, оскільки зникає необхідність у застосуванні механічних засобів для поверхневого розкидання і загортання в ґрунт мінеральних добрив. Скорочення механічних обробок ґрунту зберігає його структуру від руйнування, поліпшує екологічні умови під час вирощування кукурудзи. Внесення добрив з поливною водою звільняє сільськогосподарські машини для інших робіт, зменшує потребу в причіпних і самохідних розкидачах добрив, а економія дизельного пального за такої технології становить 4–5 кг/га [11, с. 60].

2. Ефективність фертигації рідкими комплексними добривами

Наразі ще недостатньо вивчена технологія внесення з поливною водою рідких комплексних добрив (РКД), що отримують нейтралізацією орто- і поліфосфорної кислот аміаком з додаванням азотовмісних розчинів (сечовини, аміачної селітри) і хлориду або сульфату калію. У РКД відсутні недоліки, що притаманні твердим мінеральним добривам. За удобрювальних поливів немає потреби попередньо розчиняти їх у воді, вони не утворюють пилу, не злежуються, волога погода і дощі на них не впливають. Вартість технологічних операцій щодо зберігання, внесення у ґрунт і завантаження під час транспортування РКД нижча, ніж у твердих туків. Крім цього, РКД не містять вільного аміаку, тому їх можна перевозити в негерметичних ємкостях і зберігати півроку. Застосування РКД дозволяє механізувати всі технологічні процеси і знизити затрати праці [4, с. 37].

Автором були проведені дослідження з порівняння способів внесення, строків і видів мінеральних добрив, включаючи і рідкі комплексні добрива, за інтенсивної технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах зрошення протягом 2002–2004 рр. у навчально-дослідному господарстві “Самарський” Дніпровського державного аграрного університету [16, с. 77].

У дослідах висівали середньоранній гібрид кукурудзи Піонер 3978, який добре реагує на зрошення і був об'єктом досліджень. Строки і способи внесення мінеральних добрив вивчали за однієї розрахованої дози для одержання врожаю зерна 10 т/га – N₁₈₀P₉₀. Передбачали також варіант без добрив. Технологія вирощування кукурудзи була загальноприйнятною для цієї культури в зоні північного Степу України. Поливи проводили дощувальним агрегатом ДДА-100МА. Мінеральні добрива дозували в поливну воду спеціальним гідропідживлювачем. Поливний режим передбачав підтримання вологості ґрунту в активному шарі не нижче 70–80 % НВ. Зрошувальна норма становила 1500–2000 м³/га.

Із рідких мінеральних добрив застосовували азотно-фосфорний розчин 10:34 (N–10 %, P–34 %), який отримують шляхом нейтралізації поліфосфорних кислот аміаком. Дози мінеральних добрив для одержання запланованого врожаю зерна кукурудзи 10 т/га обчислювали балансовим методом з урахуванням умісту основних елементів живлення в орному шарі ґрунту.

З метою вивчення ефективності внесення рідких комплексних добрив з поливною водою, порівняно з традиційним розкидним

способом, і визначення оптимальних параметрів фертигації у варіантах вирощування кукурудзи на зерно були розроблені технологічні схеми внесення мінеральних добрив:

1) під культивуацію перед сівбою (карбамід + амофос) уроzkид повною нормою $N_{180}P_{90}$ (контроль);

2) під культивуацію перед сівбою (карбамід + РКД) нормою $N_{180}P_{90}$ з поливною водою (контроль);

3) роздрібно з поливною водою $N_{60}P_{30}$ після сівби та $N_{120}P_{60}$ у фазі 10–12 листків;

4) роздрібно з поливною водою: після сівби $N_{50}P_{25}$; у фазі 10–12 листків $N_{50}P_{25}$, у фазі викидання волотей $N_{40}P_{20}$, у фазі молочної стиглості зерна $N_{40}P_{20}$;

5) роздрібно з поливною водою: у фазі 10–12 листків $N_{60}P_{30}$, у фазі викидання волотей $N_{60}P_{30}$, у фазі молочної стиглості зерна $N_{60}P_{30}$;

6) роздрібно з поливною водою: у фазі 10–12 листків $N_{90}P_{45}$ і у фазі викидання волотей $N_{90}P_{45}$.

У дослідах передбачали також контрольний варіант без добрив. За першою схемою карбамід і амофос вносили перед культивуацією, за другою та всіма іншими (з поливною водою), щоб зрівняти вміст азоту і фосфору, до розрахункової дози рідких комплексних добрив додавали карбамід.

Норми і строки внесення рідких комплексних мінеральних добрив з поливною водою суттєво впливали на поживний режим ґрунту. Сприятливі умови зволоження і температури поліпшували азотний режим ґрунту за рахунок добрив і підвищення нітрифікаційної здатності. Відзначена максимальна кількість мінерального азоту в ґрунті на початку вегетації у варіанті внесення туків під культивуацію, що свідчить про підвищення енергії нітрифікації (рис. 1).

Аналізуючи вміст мінерального азоту в динаміці, реєстрували зниження його в ґрунті від фази 5–6 листків до молочної стиглості зерна, що підтверджує чимале споживання азоту кукурудзою в основні фази онтогенезу. До періоду інтенсивної потреби рослин кукурудзи в азоті (10–12 листків) NO_3^- у ґрунті було менше, ніж у фазі 5–6 листків, на 32,0 %, а у фазі молочної стиглості зерна – на 62,4 %. У варіанті без добрив спостерігалася така сама тенденція до зниження нітратного азоту в ґрунті (на 29,8 та 50,8 %, відповідно). Це обумовлювалось інтенсивним зростанням нітрифікаційних процесів у ґрунті за рахунок створення оптимальних умов (вологість ґрунту 70–80 % НВ, температура повітря 20–25 °С, добра

аерація) і низьким споживанням NO_3^- рослинами кукурудзи на початку вегетації. Того ж часу за неодноразового застосування добрив у дозі $\text{N}_{180}\text{P}_{90}$ з поливною водою вміст нітратів у ґрунті за цей період змінювався менше, їх містилося значно більше, особливо у фазі молочної стиглості зерна, що позитивно вплинуло на врожайність. Внесення мінеральних добрив з поливною водою у два строки у фазах 10–12 листків та викидання волотей дозою $\text{N}_{90}\text{P}_{45}$ забезпечувало максимальну кількість нітратного азоту у фазі молочної стиглості зерна (рис. 1).

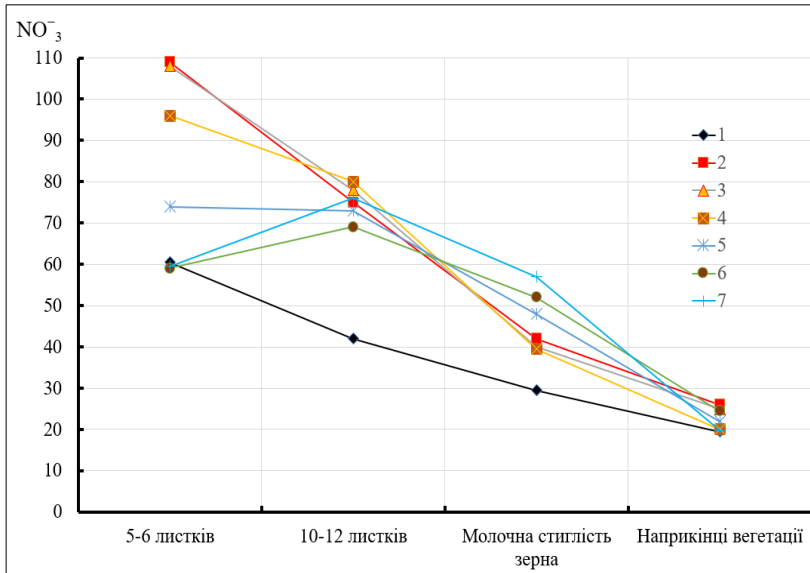


Рис. 1. Вплив способів і строків внесення мінеральних добрив на вміст нітратного азоту в шарі ґрунту 0–40 см (середнє за 2002–2004 рр.):

1 – без добрив (контроль); 2 – $\text{N}_{180}\text{P}_{90}$ врозкид під культивуацію (карбамід + амофос); 3 – $\text{N}_{180}\text{P}_{90}$ під культивуацію перед сівбою (карбамід + РКД) з поливною водою; 4 – роздрібно $\text{N}_{60}\text{P}_{30}$ після сівби і $\text{N}_{120}\text{P}_{60}$ у фазі 10–12 листків (з поливною водою); 5 – роздрібно з поливною водою: після сівби $\text{N}_{50}\text{P}_{25}$, у фазі 10–12 листків $\text{N}_{50}\text{P}_{25}$, викидання волотей $\text{N}_{40}\text{P}_{20}$, молочної стиглості зерна $\text{N}_{40}\text{P}_{20}$; 6 – роздрібно з поливною водою: у фазі 10–12 листків $\text{N}_{60}\text{P}_{30}$, викидання волотей $\text{N}_{60}\text{P}_{30}$, молочної стиглості зерна $\text{N}_{60}\text{P}_{30}$; 7 – з поливною водою: у фазі 10–12 листків $\text{N}_{90}\text{P}_{45}$ і у фазі викидання волотей $\text{N}_{90}\text{P}_{45}$

У фазі повної стиглості зерна кукурудзи, як за удобрювального зрошення, так і без добрив, кількість мінерального азоту в ґрунті виявилася майже однаковою.

Протягом вегетаційного періоду кукурудзи вміст NO_3^- – у шарі ґрунту 0–20 см був вищим, ніж у шарі 20–40 см, що пояснюється переміщенням азоту з нижніх шарів у верхні внаслідок інтенсивного випаровування вологи з поверхні ґрунту, а також ущільненням підорного шару і зниженням інтенсивності процесів мінералізації.

На всіх удобрених фонах кількість продуктивних качанів зареєстрована майже однаковою, але абсолютна маса зернин різною (табл. 6). Значно більшою вона була в досліді внесення добрив роздрібно з поливною водою.

Маса 1000 зернин зареєстрована максимальною (335,8 г) у варіанті з внесенням $\text{N}_{90}\text{P}_{45}$ у два строки (у фазі 10–12 листків і викидання волотей) і мінімальною на ділянках без добрив.

Внесення туків роздрібно з поливною водою підвищувало вихід зерна на 1,9–2,9 % (за винятком внесення туків у два строки – $\text{N}_{60}\text{P}_{30}$ та $\text{N}_{120}\text{P}_{60}$) порівняно з одноразовим їх внесенням.

Фертигація в різні строки створювала сприятливі умови для росту і розвитку рослин кукурудзи. Її позитивний вплив відзначали на збільшенні маси 1000 зернин, середньої маси качанів і виходу зерна кукурудзи.

Урожайність зерна гібрида Піонер 3978 за внесення рідких комплексних мінеральних добрив з поливною водою була вищою, ніж за традиційної технології їх внесення (табл. 7).

Максимальну врожайність зерна кукурудзи в середньому за три роки одержали за внесення $\text{N}_{90}\text{P}_{45}$ з поливною водою у фазах 10–12 листків і викидання волотей – 10,4 т/га. Доза добрив $\text{N}_{180}\text{P}_{90}$ найкраще окупалася приростом урожайності за внесення її у два строки рівними частинами у фазах 10–12 листків і викидання волотей (по $\text{N}_{90}\text{P}_{45}$).

За результатами цих досліджень можна зробити висновки, що внесення рідких комплексних мінеральних добрив роздрібно з поливною водою (фертигація) покращує поживний режим чорнозему звичайного. Використання туків у фазі 10–12 листків підвищує вміст нітратного азоту у шарі ґрунту 0–40 см на 4,9–24,6 мг/кг ґрунту, а у фазі молочної стиглості зерна – на 6,8–21,4 мг/кг ґрунту, ніж за традиційної технології внесення туків

Таблиця 6

**Продуктивність гібрида кукурудзи Піонер 3978
залежно від способів і строків унесення мінеральних добрив
(середнє за 2002–2004 рр.)**

Варіант	Кількість продуктивних качанів на 100 рослин, шт	Маса одного качана, г	Вихід зерна, %	Маса 1000 зерен, г
1 – без добрив (контроль)	98	190	79,9	265,5
2 – N ₁₈₀ P ₉₀ (карбамід + амофос) у розкид навесні під культивуацію (контроль)	102	225	79,4	286,6
3 – N ₁₈₀ P ₉₀ під культивуацію перед сівбою (карбамід + РКД) з поливною водою	103	225	80,6	282,6
4 – роздрібно з поливною водою: N ₆₀ P ₃₀ після сівби і N ₁₂₀ P ₆₀ у фазі 10–12 листків	102	230	79,6	298,4
5 – роздрібно з поливною водою: після сівби N ₅₀ P ₂₅ ; у фазах 10–12 листків N ₅₀ P ₂₅ , викидання волотей N ₄₀ P ₂₀ , молочної стиглості зерна N ₄₀ P ₂₀	104	250	82,5	305,6
6 – роздрібно з поливною водою: у фазах 10–12 листків N ₆₀ P ₃₀ , викидання волотей N ₆₀ P ₃₀ , молочної стиглості зерна N ₆₀ P ₃₀	103	240	83,5	318,4
7 – з поливною водою: у фазах 10–12 листків N ₉₀ P ₄₅ і викидання волотей N ₉₀ P ₄₅	103	270	82,8	335,8

Таблиця 7

Вплив способів і строків внесення мінеральних добрив на урожайність зерна гібрида кукурудзи Піонер 3978, т/га

Варіант	Урожайність зерна, т/га			Середнє за три роки
	2002 р.	2003 р.	2004 р.	
1 – без добрив (контроль)	3,7	3,6	4,2	3,8
2 – N ₁₈₀ P ₉₀ (карбамід + амофос) у розкид навесні під культивуацію (контроль)	9,9	8,2	9,7	9,3
3 – N ₁₈₀ P ₉₀ під культивуацію перед сівбою (карбамід + РКД) з поливною водою	9,6	8,4	9,8	9,3
4 – роздрібно з поливною водою: N ₆₀ P ₃₀ після сівби і N ₁₂₀ P ₆₀ у фазі 10–12 листків	10,0	8,7	10,1	9,6
5 – роздрібно з поливною водою: після сівби N ₅₀ P ₂₅ ; у фазах 10–12 листків N ₅₀ P ₂₅ , викидання волотей N ₄₀ P ₂₀ , молочної стиглості зерна N ₄₀ P ₂₀	10,9	8,7	10,1	9,9
6 – роздрібно з поливною водою: у фазах 10–12 листків N ₆₀ P ₃₀ , викидання волотей N ₆₀ P ₃₀ , молочної стиглості зерна N ₆₀ P ₃₀	11,0	8,7	10,3	10,0
7 – з поливною водою у фазах 10–12 листків N ₉₀ P ₄₅ і викидання волотей N ₉₀ P ₄₅	11,6	9,2	10,5	10,4
NIP _{0,95} т/га для способів і строків унесення добрив – від 0,20 до 0,30.				

З огляду на традиційну технологію внесення рідких комплексних мінеральних добрив, за фертигації збільшувалися маса одного качана, абсолютна маса зернин у качані, а також вихід зерна кукурудзи. Максимальну врожайність зерна кукурудзи одержали в разі внесення дози добрив N₁₈₀P₉₀, розділивши її на дві частини, з поливною водою у фазах 10–12 листків і викидання волотей.

Вивчення ефективності застосування рідких комплексних добрив у системі інтенсивної технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах зрошення доцільно продовжити.

Таким чином, зростання масштабів хімізації, що ми спостерігаємо сьогодні, виявилось логічним наслідком новітніх технологій в удосконаленні конструкцій зрошувальних систем, дощувальної та іншої поливної техніки, нових способів поливу, створення спеціального обладнання для введення агрохімікатів у поливну воду, в розробці сучасних мінеральних добрив, а також комплексної теорії живлення рослин.

Науковою основою технології удобрювального зрошення є загальна теорія морфогенезу рослин, планування врожаю (в контексті взаємодії факторів, що обумовлюють формування запрограмованого врожаю сільськогосподарських культур) і теорії мінерального живлення рослин.

Фертигація базується на теоретичних і прикладних дослідженнях із вивчення потреб рослин у воді й поживних речовинах протягом усього періоду вегетації, періодичності та інтенсивності їх поглинання у процесі формування запрограмованих урожаїв. Під час внесення добрив одночасно з поливом реалізується унікальна можливість синхронної оптимізації водного режиму рослин і забезпечення їх легкодоступними формами поживних елементів практично на всіх стадіях органогенезу. Всі стадії органогенезу, як і фенологічні фази розвитку рослин, настають у відповідній послідовності, біологічно обумовлюючи основні закономірності споживання елементів живлення і формування врожаю сільськогосподарських культур.

За допомогою фертигації можна успішно і науково обґрунтовано задовольняти потреби рослин протягом онтогенезу в будь-яких елементах живлення. Працюючи за біологічно обумовленою схемою застосування добрив і контролюючи її ефективність з використанням новітнього обладнання, апробованих сучасних методів діагностики ґрунту і рослин, можна своєчасно забезпечувати сільськогосподарські культури необхідними поживними речовинами в необхідних кількостях і співвідношеннях для формування запрограмованих урожаїв.

3. Ефективність фертигації з використанням рідких і твердих форм мінеральних добрив

Метою проведених нами досліджень було вивчення впливу різних способів внесення твердих і рідких мінеральних добрив на ефективність агротехнології виробництва зерна кукурудзи в умовах зрошення північного Степу України.

Польові досліді з вивчення впливу різних способів внесення мінеральних добрив на урожайність зерна кукурудзи проводили на полях у селянському фермерському господарстві «AIST» Синельниківського району Дніпропетровської області протягом 2016–2018 років [17, с. 140].

На дослідних ділянках вивчали чорноземи звичайні малогумусні важкосуглинкові з такими основними характеристиками: об'ємна маса шару ґрунту 0–70 см складає 1,96 г/см³, 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 м³/га (за найменшої вологоємності ґрунту). Потужність гумусованого шару становить 70–75 см, а вміст органічної речовини в орному шарі ґрунту за Тюрніним – 2,6–3,0 %. Нітратного азоту N-NO₃ (за Кравковим) в 1 кг сухого ґрунту містилось 8,2–20,6, рухомого фосфору P₂O₅ (за Чириковим) – 134–145, обмінного калію K₂O (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, а облікова площа 12,5 га, повторність – чотириразова.

Погодні умови за роки досліджень були в цілому 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, з 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 за годину. Поливний режим передбачав підтримання вологості ґрунту в активному шарі не нижче 70–80 % НВ. Зрошувальна норма становила у 2016 р. – 2100 м³/га, у 2017 р. – 2400, а у 2018 р. – 2500 м³/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 по 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 $N_{200}P_{90}K_{60}$.

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.

З метою вивчення ефективності внесення твердих і рідких форм мінеральних добрив з поливною водою, в порівнянні з традиційним розкидним способом і визначення оптимальних параметрів фертигації при вирощуванні кукурудзи на зерно були розроблені різні варіанти.

Технологічні схеми внесення мінеральних добрив були такими:

1) під культивуацію перед сівбою (карбамід) врозкид повною нормою N_{200} і під осінню оранку (амофос) нормою P_{90} при зрошенні;

2) під культивуацію перед сівбою (КАС-32) нормою N_{200} самохідним оприскувачем і під осінню оранку (амофос) нормою P_{90} при зрошенні;

3) роздрібно з поливною водою повною нормою N_{200} (карбамід) під час проведення вегетаційних поливів (фертигація);

4) роздрібно з поливною водою повною нормою N_{200} (КАС-32) під час проведення вегетаційних поливів (фертигація).

Також в дослідях передбачали контрольний варіант без добрив. За всіма наведеними технологічними схемами рідкі калійні добрива нормою K_{60} вносили самохідним оприскувачем під передпосівну культивуацію.

У таблиці 8 наведені дані з визначення вмісту нітратів (NO_3^-) у 0–60-сантиметровому шарі ґрунту в залежності від способів

внесення азотних добрив при програмуванні 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. 8). При розкиданні карбаміду по поверхні ґрунту навесні перед культивацією нітрати мігрують із кореневого шару і він поступово збіднюється. До періоду інтенсивної потреби рослин кукурудзи в азоті (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 %. При внесенні розчину КАС-32 оприскувачем по поверхні 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) 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 8

Вміст нітратів у ґрунті в залежності 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 по поверхні ґрунту під культивацію 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 по поверхні ґрунту під культивацію 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 при внесенні туків під культивуацію, що говорить про підвищення енергії нітрифікації.

Це обумовлювалось 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 NO₃⁻ рослинами кукурудзи на початку вегетації. У той же час при застосуванні добрив дозою N₂₀₀ разом з 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 в фазу молочної стиглості зерна (24,7 мг/кг ґрунту, табл. 8). У фазі повної стиглості зерна кукурудзи як за удобрювального зрошення, 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 в них відрізнялася (табл. 9). Значно більшою вона була за внесення мінеральних добрив разом з поливною водою.

Результати обліку врожаю показали, що маса 1000 зернин була максимальною (370,1 г) при внесенні карбаміду дозою N₂₀₀ роздрібно разом з поливною водою (фертигація), а мінімальною вона була на ділянках, де добрива не застосовували (268,3 г).

Були встановлені відмінності в середній масі качана (табл. 9). Найбільша маса качана (238 г) відмічена при внесенні КАС-32 дозою N₂₀₀ роздрібно разом з поливною водою, а мінімальною вона була на ділянках без добрив (161 г).

В порівнянні 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.

Таблиця 9

Продуктивність гібрида кукурудзи ДКС 4351 в залежності 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 по поверхні ґрунту під культивуацію навесні	101	202	87	332,1
норма N ₂₀₀ КАС-32 оприскувачем по 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

Внесення КАС-32 роздрібно з поливною водою в порівнянні 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 10 дані однозначно вказують на те, що фактична урожайність зерна гібрида кукурудзи ДКС 4351 за внесення мінеральних добрив з поливною водою була вищою, ніж за традиційної технології їх внесення.

Максимальну урожайність зерна кукурудзи, в середньому за три роки, одержали за внесення карбаміду нормою N₂₀₀ з поливною водою під час вегетаційних поливів – 12,9 т/га, а за внесення КАС-32 нормою N₂₀₀ з поливною водою під час вегетаційних поливів урожайність зерна була меншою всього на 0,2 т/га (табл. 10).

Таблиця 10

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 ₂₀₀ карбамід врозкид по поверхні ґрунту під культивуацію навесні	12,3	12,4	12,7	12,4
норма N ₂₀₀ КАС-32 оприскувачем по поверхні ґрунту під культивуацію навесні	12,4	12,5	12,7	12,5
норма N ₂₀₀ карбамід роздрібно з поливною водою	12,8	12,9	13,0	12,9
норма N ₂₀₀ КАС-32 роздрібно з поливною водою	12,8	12,7	12,8	12,7

НІР₀₅ для способів і термінів внесення добрив – 0,24 т/га

При оцінюванні будь-якого технологічного заходу важливо враховувати його вплив не тільки на величину врожаю, але і на його споживчі якості. При зрошенні разом із збільшенням урожаїв, часто спостерігається погіршення якості зерна, а саме зменшення білка. У таблиці 11 наводяться результати визначення білка, жирів, крохмалю і клітковини які показали, що при внесенні різними способами розрахункових доз мінеральних добрив вміст білка у зерні кукурудзи зростав, але суттєво не впливав на вміст крохмалю, жиру і клітковини в зерні. При фертигації карбамідом вміст 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 на 0,12 % порівняно з варіантом, де його вносили оприскувачем одноразово.

За результатами проведених трирічних досліджень було встановлено високу ефективність удобрювального зрошення (фертигація) на чорноземах звичайних при виробництві зерна гібрида кукурудзи ДКС 4351, взамін традиційних способів унесення мінеральних добрив.

Доведено, що внесення мінеральних добрив вроздріб з поливною водою (фертигація) покращувало поживний режим чорнозему звичайного. При розкиданні карбаміду по поверхні ґрунту навесні перед культивуацією і внесенні розчину КАС-32 оприскувачем по

поверхні ґрунту одноразово нітрати мігрують із кореневого шару і він поступово збіднюється. У фазі молочної стиглості зерна вміст нітратів у ґрунті при внесенні карбаміду з поливною водою був вищим на 64,3 %, а за внесення розчину КАС-32 з поливною водою вищим на 77,3 % в порівнянні з традиційним способом їх внесення.

Таблиця 11
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 ₂₀₀ карбамід врозкид під культивуацію навесні	7,61	3,52	62,9	2,9
норма N ₂₀₀ КАС-32 оприскувачем під культивуацію навесні	7,83	3,58	62,7	2,9
норма N ₂₀₀ карбамід роздрібно з поливною водою	8,15	3,12	63,1	3,0
норма N ₂₀₀ КАС-32 роздрібно з поливною водою	7,95	3,47	63,2	3,0

Встановлено, що за фертигації, порівняно з традиційною технологією внесення карбаміду збільшувалась 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. Роздрібне внесення з поливною водою цих добрив сприяло також зростанню кількості білка з одиниці площі.

Максимальну урожайність зерна кукурудзи за три роки досліджень одержали за внесення карбаміду нормою N₂₀₀ з поливною водою під час вегетаційних поливів (12,9 т/га), а за внесення КАС-32 тією ж нормою з поливною водою урожайність 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) урожайність зерна становила всього 5,3 т/га.

Висновки

Дослідженнями, які автор проводив на протязі 1999–2001 рр. в навчально-дослідному господарстві „Самарський» Дніпровського державного аграрного університету на чорноземах звичайних середньосуглинкових були встановлені оптимальні норми, способи та строки внесення мінеральних добрив при інтенсивній технології вирощування кукурудзи на зерно.

На сучасному етапі розвитку зрошеного землеробства необхідно впроваджувати нові ефективні агротехнології, які передбачають зниження доз мінеральних добрив та підвищення їх окупності в 1,5–2 рази за рахунок оптимізації строків і способів внесення. При вирощуванні кукурудзи за інтенсивною технологією на зрошуваних землях в північному Степу України азотні добрива (карбамід) доцільно вносити роздільно з поливною водою в таких пропорціях: 40 % всією дози в період 10–12 листків, 40 % у фазу викидання волотей і 20 % у фазу молочної стиглості зерна. За такого застосування мінеральних добрив урожайність зерна кукурудзи збільшувалась на 2,72–4,36 т/га, ніж у варіантах без добрив.

Застосування високих норм мінеральних добрив і внесення азотних добрив з поливною водою в розділь не впливало на вміст нітратів у зерні що, тим самим, не погіршувало його якісних показників.

За результатами проведених досліджень у 2002–2004 рр. в умовах північного Степу України, встановлено високу ефективність удобрювального зрошення (фертигація) рідкими комплексними добривами на чорноземах звичайних при виробництві зерна кукурудзи на зрошуваних землях. Внесення туків в розділь з поливною водою в порівнянні з одноразовим їх внесенням збільшувало вихід зерна на 1,9–2,9 % (за виключенням внесення туків у два строки – по $N_{60}P_{30}$ і $N_{120}P_{60}$).

Фертигація в різні строки створювала сприятливі умови для росту і розвитку рослин кукурудзи. Її позитивний вплив відмічали на збільшенні маси 1000 зернин, середньої маси качанів і виході зерна кукурудзи.

Максимальну урожайність зерна кукурудзи (10,56 т/га) одержали за внесення $N_{90}P_{45}$ з поливною водою у фазу 10–12 листків, і у фазу викидання волотей, тобто доза добрив $N_{180}P_{90}$ найкраще себе окуплювала приростом урожайності за внесення її в два строки рівними частинами (по $N_{90}P_{45}$).

Внесення з поливною водою засобів хімізації, використання ресурсоощадних та екологічно безпечних посівних, поливних, збиральних і транспортних засобів механізації дозволять знизити енергозатрати на виробництво зерна кукурудзи при зрошенні мінімум на 35–40 %, перетворивши в такий спосіб інтенсивну енергозатратну технологію вирощування в енергоощадливу.

Застосування запропонованої агротехнології дозволить отримати високі врожаї зерна кукурудзи в умовах зрошення за оптимального поєднання агротехнічних прийомів при раціональному використанні поливної води, мінеральних добрив, енергетичних та матеріальних ресурсів.

За результатами проведених автором досліджень у 2016–2018 рр. в умовах північного Степу України, встановлено високу ефективність фертигації з використанням різних форм мінеральних добрив на чорноземах звичайних. Сучасні методологічні підходи до поетапної оцінки всього технологічного циклу формування врожаю зерна кукурудзи і практичний досвід свідчать про значні наявні резерви зниження енергоємності цієї культури.

Максимальну урожайність зерна кукурудзи за три роки досліджень одержали за внесення карбаміду нормою N_{200} з поливною водою під час вегетаційних поливів (12,9 т/га), а за внесення КАС-32 тією ж нормою з поливною водою урожайність зерна була дещо меншою і становила 12,7 т/га. На ділянках де добрива не вносили (контроль) урожайність зерна становила всього 5,3 т/га.

Економічні розрахунки показали, що за фертигації виробничі витрати на 1 га при однакових дозах мінеральних добрив і однакових поливних нормах зменшилися, повна собівартість 1 ц продукції та собівартість вирощеної продукції на 1 га також зменшилися, а умовно чистий дохід з 1 га зростав порівняно із внесенням твердих мінеральних туків традиційним поверхневим способом розкидачами.

Результати проведених автором багаторічних досліджень та іншими дослідниками свідчать, що поєднання вегетаційних поливів із внесенням різних форм мінеральних добрив (фертигація) є ефективним шляхом заощадження енергетичних і матеріальних ресурсів, підвищення врожайності і якості врожаю зерна кукурудзи, охорони ґрунту від деградації

Список використаних джерел:

1. Vozhehova R.A., Maliarchuk M.P., Biliaieva I.M., Markovska O.Y., Maliarchuk A.S., Tomnytskyi A.V., Lykhovyd P.V., Kozurev 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, p. 125–130.
2. Ківер В.Ф. Энергосберегающая технология возделывания кукурузы на орошаемых землях. Київ : Урожай, 1988. 119 с.
3. Сахаров В.Д. Химигация в культуре кукурузы: итоги науки и техники. *Растениеводство*, 1991. Т. 8. 156 с.
4. Ківер В.Х. Онопрієнко Д.М. Фертигація і гербігація в зрошуваному землеробстві України : монографія. Херсон : Гринь Д.С., 2016. 148 с.
5. 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.
6. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України / за ред. С.А Балюка, М.І. Ромащенко, В.А. Сташука. Київ : Аграрна наука, 2009. 624 с.
7. Писаренко В.А. Ефективність водозберігаючих режимів зрошення сільськогосподарських культур. *Таврійський науковий вісник*. 2004. Вип. 32. С. 150–154.
8. Програмування врожаїв кукурудзи та озимої пшениці на зрошуваних землях / Ківер В.Х., Пікуш Г.Р., Куниця В.М., Демішев Л.Ф. Київ : Урожай, 1990. 136 с.
9. Ківер В.Х., Онопрієнко Д.М. Енергозаощадлива агротехнологія виробництва зерна кукурудзи на зрошуваних землях. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 4. с. 74–81.
10. Ківер В.Х., Куниця В.М. Зниження витрат енергоресурсів при вирощуванні запрограмованих урожаїв кукурудзи за інтенсивною технологією в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 1993. № 9. С. 14–20.
11. Ківер В.Х., Онопрієнко Д.М. Ефективність застосування мінеральних добрив з поливною водою при вирощуванні кукурудзи на зерно в Степу України. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2008. № 35. С. 59–62.
12. Онопрієнко Д.М. Агроекологічні основи застосування фертигації в північному Степу України. *Екологія та ноосферологія*. 2011. Т. 22, № 1–2. С. 83–89.

13. Ківер В.Х., Онопрієнко Д.М. Фертигація на кукурудзі. *The Ukrainian Farmer*. 2014. № 8. С. 52–54.

14. Ківер В.Х., Онопрієнко Д.М. Вплив фертигації на продуктивність рослин і якість зерна кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 8. С. 56–59.

15. Ківер В.Х., Онопрієнко Д.М. Ефективність фертигації при програмуванні врожаїв зерна кукурудзи в Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 79. С. 44–49.

16. Ківер В.Х., Онопрієнко Д.М. Вплив способів, строків і видів застосування мінеральних добрив на поживний режим ґрунту та продуктивність кукурудзи. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2011. № 1. С. 76–80.

17. Onopriienko D. Efficient use of solid and water-soluble fertilizers for corn production in the northern part of the steppe zone of the Ukraine. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov. Series II: Forestry. Wood Industry. Agricultural Food Engineering*. 2020. Vol. 13. № 2. P. 139–148.

РОЗДІЛ 3. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ. ЛІСОВЕ І САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-240-4-7>

Берднікова О. Г.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри землеробства

Херсонський державний аграрно-економічний університет
м. Херсон

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ РІЗНОГО СОРТОВОГО СКЛАДУ ЗАЛЕЖНО ВІД РЕЖИМІВ ЖИВЛЕННЯ ТА ЗРОШЕННЯ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Анотація. *Забезпечення населення України зерном є виключно важливою і актуальною проблемою. Стабілізувати виробництво основної зернової культури пшениці озимої в південній зоні України можливо за рахунок вирощування її на зрошуваних землях. При цьому першочергового значення набувають дослідження питань з оптимізації живлення з метою отримання сталих урожаїв зерна високої якості та збереження при цьому родючості ґрунту. В зв'язку з цим особливої актуальності заслуговує питання ефективного використання добрив, які б за менших витрат забезпечували високу продуктивність пшениці озимої. Для обґрунтування ефективності розміщення озимої пшениці на поливних землях, було заплановано і виконано комплекс досліджень з відпрацювання водозберігаючого режиму зрошення, який передбачає істотне зменшення зрошувальної норми і витрат поливної води на одиницю приросту врожайності зерна від зрошення. Дослідження присвячено вдосконаленню деяких методів вирощування нових сортів озимої пшениці в умовах зрошення, вивченню впливу регуляторів росту рослин на врожайність та якість зерна в умовах півдня України.*

Вступ

Одним із найважливіших завдань аграрного комплексу України є суттєве збільшення і стабілізація виробництва зерна. Потреба України в зерні становить 50–53 млн т., у тому числі пшениці озимої 21–22 млн т.

Більше третини щорічного виробництва зерна в країні припадає на південний Степ України, основного регіону вирощування головної зернової культури – пшениці озимої м'якої. Однак значний вплив несприятливих біотичних і абіотичних факторів у цьому регіоні призводить до значних недоборів зерна і нестабільного його виробництва. Для надійного забезпечення країни зерном важливе значення має зрошення, яке дозволяє одержувати високі врожаї усіх зернових культур. Існуючі сорти пшениці здатні забезпечувати врожайність зерна на рівні 80–100 ц/га. Державною Програмою «Зерно України 2008–2015 рр.» планується довести середню урожайність зерна пшениці озимої до 5–6 т/га.

В останні роки вітчизняною наукою накопичено нові знання про розвиток і формування високих урожаїв пшениці озимої. З'явилися можливості використання досягнень країн світу – новітньої техніки, технологій, засобів захисту рослин, точного землеробства тощо.

На базі цих знань існуюча в зоні Степу технологія вирощування пшениці озимої постійно удосконалюється, збільшуються її можливості, розроблені ресурсозберігаючі технологічні прийоми. Все це являє собою якісно новий етап у вирощуванні культури. Пшениця озима відноситься до числа найважливіших сільськогосподарських культур. За площами посіву вона ще в минулому сторіччі переважала інші зернові культури, а з 1961 року міцно зайняла перше місце й по валовому виробництву зерна у світі. Озима пшениця як сільськогосподарська культура є одним з найважливіших джерел енергії для людей і тварин. Значення цієї культури у всьому світі, безперечно, зростає, оскільки це поживна та економічно вигідна культура, яку можна вирощувати в різних ґрунтово – кліматичних умовах. Важливість зерна озимої пшениці для життя людини відрізняє цю культуру від багатьох інших і робить її унікальною.

Пшениця озима є досить економічно вигідною культурою, тому що її вирощування, зберігання й переробка є менш енергоємними порівняно з більшістю інших зернових культур.

1. Проблематика

Більше третини щорічного виробництва зерна в країні припадає на південний Степ України, основного регіону вирощування головної зернової культури – пшениці озимої м'якої. Однак значний вплив несприятливих біотичних і абіотичних факторів у цьому регіоні призводить до значних недоборів зерна і нестабільного його виробництва. Для надійного забезпечення країни зерном важливе значення має зрошення, яке дозволяє одержувати високі врожаї усіх зернових культур. Існуючі сорти пшениці здатні забезпечувати врожайність зерна на рівні 80–100 ц/га. Державною Програмою «Зерно України 2008–2015 рр.» планується довести середню урожайність зерна пшениці озимої до 5–6 т/га.

В останні роки вітчизняною наукою накопичено нові знання про розвиток і формування високих урожаїв пшениці озимої. З'явилися можливості використання досягнень країн світу – новітньої техніки, технологій, засобів захисту рослин, точного землеробства тощо.

На базі цих знань існуюча в зоні Степу технологія вирощування пшениці озимої постійно удосконалюється, збільшуються її можливості, розроблені ресурсозберігаючі технологічні прийоми. Все це являє собою якісно новий етап у вирощуванні культури. Пшениця озима відноситься до числа найважливіших сільсько-господарських культур. За площами посіву вона ще в минулому сторіччі переважала інші зернові культури, а з 1961 року міцно зайняла перше місце й по валовому виробництву зерна у світі.

Озима пшениця як сільськогосподарська культура є одним з основних джерел енергії для людей і тварин. Важливість цієї культури у всьому світі, безперечно, зростає, оскільки вона являє собою високоякісне насіння озимої пшениці, вироблене за оптимальних умов для її вирощування. Будь – яке відхилення від оптимального режиму вирощування може призвести до погіршення як окремих показників якості посіву, так і їх комплексу.

Озима пшениця дуже вимоглива до наявності у ґрунті елементів живлення, і особливо азоту. Вже в осінній період вона потребує близько 25 % його кількості від загальної потреби. В дослідях Інституту землеробства південного регіону НААНУ при внесенні під озиму пшеницю, яку вирощували в неполивних умовах по попереднику кукурудза, 2 ц/га сульфату амонію врожайність зерна підвищилась на 8,5 ц/га, а при застосуванні 2 ц/га суперфосфату – лише на 0,7 ц/га.

Подібні дані були отримані при вирощуванні озимої пшениці в умовах зрошення. При середньому запасі рухомих компонентів у ґрунті, коли для основного обробітку ґрунту використовувалися лише азотні добрива, врожайність зерна зростає на 32,2 ц/га, а врожайність за рахунок фосфору – на 2,2 ц/га. Водночас слід зазначити, що азотні добрива досягають такого високого зростання, лише якщо ґрунт містить достатню кількість рухомого фосфору та обмінного калію.

Ці дані можна отримати з аналізу ґрунту. Зараз попит на них дуже високий. Це пояснюється тим, що недостатнє використання добрив, особливо в останні роки, призвело до зниження родючості ґрунту та різноманітного вмісту в ньому компонентів.

Озима пшениця має тривалий період вегетації, восени вона сильно заглиблюється і розвиває сильну кореневу систему, відновлює ріст ранньою весною і поглинає відносно велику кількість азоту – від початку появи сходів до фази бульб (75–90 %) повне видалення.

Азот має великий вплив на елементи продуктивності рослин. Було виявлено, що під час фази кущіння дефіцит або надлишок азоту, час його впровадження та метеорологічні умови можуть суттєво вплинути на встановлення та реалізацію потенціалу кущення [2].

На Півдні України, коли осіння вегетація триває більше двох місяців, а весняна починається рано, терміни внесення азотних добрив навесні дуже обмежені; деякі наукові установи рекомендують вносити азотні добрива пізньою осінню або до осінніх заморозків [5; 6].

Однак більшість дослідників припускають, що весняний період вегетації озимої пшениці супроводжується інтенсивними процесами зростання і тому рослини озимої пшениці вкрай потребують азоту. Однак через низькі температури та високу вологість ґрунту, які пригнічують нітрифікацію, вміст азоту у кореневому шарі зазвичай недостатній ранньою весною, що призводить до початку першої критичної фази живлення азотом для рослин. Виходячи з цього, вони вважають, що навесні азотні добрива є обов'язковою агротехнікою, доцільність якої є обов'язковою. Оптимальна норма внесення азотних добрив коливається в широких межах. Його ефективність залежить від умов вологості ґрунту, запасів мінерального азоту в шарі ґрунту 40–60 см, особливостей сорту та інших факторів [8].

За даними Лісовала А. П. та інших дослідників [7], одним із шляхів підвищення ефективності азотних добрив є наближення часу її внесення до часу інтенсивного засвоєння азоту рослинами. Підживлення озимої пшениці азотними добривами проводиться для збільшення формування стебла та розміру колосків (2 органогенезу). За багаторічними даними науково-дослідних установ [9], підживлення озимої пшениці навесні азотом у нормі 30 кг/га д.р., забезпечує підвищення врожаю у Степу – на 2–3 ц/га, а в Лісостепу та на Поліссі – на 2–5 ц/га.

Ранньою весною вміст азоту у верхньому ґрунті зазвичай не відповідає високим вимогам до зростання озимої пшениці, особливо під час вирощування після силосної кукурудзи та стерні. За цей час рослини відчувають гострий дефіцит азоту і добре реагують на його надходження, оскільки він частково засвоюється рослинами як рухлива поживна речовина з осені, частково вимивається з верхніх шарів ґрунту талою водою, і мікробіологічні процеси не проявляються в відсутність достатнього тепла. Рослини не розвиваються, активізуються після відновлення вегетації і потребують великої кількості поживних речовин, особливо азоту. Якщо вони засуджені до дефіциту азоту для формування органів, їх коренева система розвивається погано. В результаті, навіть якщо для них на наступних етапах розвитку рослин будуть створені сприятливі умови, врожайність буде низькою. Тому азотне живлення навесні є одним із обов'язкових методів вирощування пшениці у всіх господарствах. Зазвичай кожен кілограм активного азотного добрива, внесеного в цей час, оплачується за 8–10 кг додаткового врожаю пшениці.

На думку інших дослідників, доза азоту для весняної підгодівлі залежить від вмісту азоту у ґрунті навесні, стану рослин та часу поновлення озимої пшениці навесні. N_{30-60} рекомендується для добре розвинених рослин і N_{60-70} для зріджених рослин. У добре розвинених густих культурах рівень азоту збільшується в кінці весняних років і знижується в ранні весняні роки.

За даними Ю. Сологуба [10], за кожен кілограм діючої речовини азотних добрив, внесених ранньою весною, сплачується 8–10 кг додаткового врожаю зерна пшениці. Водночас збільшені дози азоту призводить до ущільнення культурних рослин, мінеральні добрива та волога використовуються для підживлення непродуктивних пагонів та призводять до ослаблення врожайних стебел рослин.

З огляду на значні зміни гідротермального режиму навесні, підхід слід диференціювати: ранньовесняне підживлення на замерзлих

грунтах з дозою N_{30} ефективно лише для сільськогосподарських культур із пізніми строками сівби, які вийшли з зимової сплячки у фазі 3–4 листків тоді як на добре кущистих посівах непридатний. Найважливішою фазою в живленні азотом є четверта стадія органогенезу, що забезпечує більший вміст зерна у колосі, а також сприяє виживанню колосків на 2–4 порядки. На цьому етапі забезпечується і реалізується максимальна віддача азоту.

У умовах Херсонської області, за словами В.В. Гамаюнова, І.Д. [11]. Озима пшениця дуже добре реагує на азотні добрива, що збільшує її врожайність на 5–10 ц/га. Водночас дозування добрив для кожного поля слід визначати залежно від вмісту поживних речовин у ґрунті та висоти запланованого врожаю. Якщо аналіз ґрунту не проводився, разом із фосфорними добривами слід внести 60–90 кг/га азоту на попередник, що не містить пари.

На думку більшості вчених Херсонської області, навесні необхідно створити сприятливі умови для інтенсивного росту рослин. Для цього важливо підживлювати рослини азотними добривами померзло-талому ґрунту, що збільшує врожайність до 5 ц/га та покращує якість. Водночас стандарти азотних добрив слід диференціювати відповідно до попередників, передпосівних та сортових характеристик.

Дослідження сортів озимої пшениці Міроновська 61, проведене на лучно-чорнозмих ґрунтах, показало, що позакореневе підживлення Кристалоне в дозі 1 кг/га на початку стебла, 1 кг/га в стадія заготівлі порівняно з фоном N_{45} ранньою весною, поверхнево і N_{30} на початку стебла збільшує врожайність зерна на 24 т/га, тоді як контрольна врожайність становить 31,1 т/га. Найбільший вміст білка та вологої клейковини отримано у варіанті $N_{110}P_{120}K_{120}$.

На необхідність азотних добрив з метою покращення показників якості зерна озимої пшениці вказують також багато інших дослідників. Це пов'язано з тим, що в останні роки значна частина зерна пшениці, особливо в степовій зоні України, не відповідає харчовим умовам.

Вплив строку сівби на ріст та розвиток рослин озимої пшениці широко вивчався в різні роки та в різних регіонах України та за її межами. Можна було б показати, що періоди вегетації рослин із неоднозначних строків сівби проходять за різних метеорологічних умов, а це означає, що відповідні фізіологічні процеси у материнських рослин з однаковими генотипами визначають рівень продуктивності, якість зерна та насіння. При посіві озимої пшениці

в різні осінні періоди моделюються різні абіотичні умови для росту та розвитку рослин – температура повітря, сума ефективних температур, тривалість дня, опади. Від цих показників залежить розвиток рослин від сходів до кінця вегетації; це впливає на розмір і масу насіння, метаболізм та вміст різних біологічно активних речовин.

Як видно з наведених вище літературних даних, немає єдиної думки щодо доцільності внесення азотних добрив навесні. Кількість азоту під час підживлення значно коливається в залежності від гідротермального режиму осіннього та весняного періодів вегетації та сортів. Оскільки за останні роки різко змінився сортовий склад озимого зерна, родючість ґрунту та погодні умови осіннього та весняного періодів вегетації, виникла необхідність вивчення ефективності ярового підживлення озимої пшениці різними дозами азоту в особливих умовах експлуатації.

Озима пшениця дуже вимоглива до наявності у ґрунті елементів живлення, і особливо азоту. Вже в осінній період вона потребує близько 25 % його кількості від загальної потреби. В дослідях Інституту землеробства південного регіону НААНУ при внесенні під озиму пшеницю, яку вирощували в неполивних умовах по попереднику кукурудза, 2 ц/га сульфату амонію врожайність зерна підвищилась на 8,5 ц/га, а при застосуванні 2 ц/га суперфосфату – лише на 0,7 ц/га. Озима пшениця має тривалий період вегетації, восени розвиває міцну кореневу систему, відновлює ріст ранньою весною і засвоює відносно велику кількість азоту – від початку сходів до фази бульб (75–90 %) видалення.

Багато дослідників вважають, що скорочення використання органічних і мінеральних добрив призвело і продовжує призводити до деградації та виснаження ґрунту. Медведєв В.В. з глибокою стурбованістю зазначає: «Розвиток України як належної держави збігся з припиненням усіх програм родючості ґрунтів – лісових, водних та хімічних меліоративних робіт. Скорочення поголів'я призвело до різкого скорочення врожаю та внесення гною в ґрунт, через що він став стабільним, дефіцитом органічного вуглецю та балансом поживних речовин. При систематичному використанні добрив, як уже згадувалося, основні параметри родючості ґрунту навіть при зрошенні можна не тільки зберегти, але й покращити. У такій ситуації добрива набувають першочергового значення, і постає питання, як правильно і за найменших витрат застосовувати їх у разі їх дефіциту та високих витрат. При систематичному використанні добрив, як уже

згадувалося, основні параметри родючості ґрунту навіть при зрошенні можна не тільки зберегти, але й покращити.

2. Біологічні особливості культури

Пшениця – однорічна культура. Її коренева система мичкувата, складається з тоненьких корінців, які густо пронизують ґрунт. Основна маса коріння розміщується у верхньому шарі ґрунту. Розрізняють первинні, або зародкові, та вторинні, або стеблові корені. Зародкові корені утворюються з тканин зародка насінини, вторинні – з підземних стеблових вузлів і найбільше з вузла кущіння. На кінцях первинних і вторинних коренів є кореневі волоски. Загальна довжина коріння разом з волосками досягає у пшениці близько 10 км. На початку розвитку коріння росте швидше, ніж надземні органи. Так, на початку кущіння пшениці висота надземної частини рослини 20–25 см, а зародкове коріння заглиблюється в ґрунт на 0–60 см. Суцвіття у пшениці – колос. Він складається з членистого стрижня, який є продовженням стебла і колосків, розміщених на його виступах. На виступі колосового стрижня сидить по одному колоску. Кожен колосок широким боком прилягає до стрижня. З лицьової сторони колоски розміщуються черепицеподібно, а з бічної – утворюють два ряди. Колоскова луска має кіль, кільовий зубець і плече. У деяких видів пшениці замість кільового зубця утворюється остюк. Між колосковими лусками розміщено 3–5 квіток. Квітки у пшениці двостатеві, однодомні. Зовнішня квіткова луска більша, опукліше від внутрішньої. Між квітковими лусками розміщуються основні елементи квітки – маточка із зав'яззю і дволопатевою приймочкою та три тичинки. Кожна тичинка має коротеньку тоненьку ніжку і два пиляки. Пилок кулястий, дрібний, гладенький.

2.1. Вимоги до вологи

Озима пшениця потребує достатньої кількості вологи протягом усієї вегетації. Транспіраційний коефіцієнт у пшениці становить 400–500, у сприятливі за вологою роки він знижується до 300, у водоспоживанні озимої пшениці – період трубкування, особливо за 15 днів до виколювання з тривалістю близько 20 днів, коли рослина інтенсивно росте і в неї формуються колоски, квітки [1].

2.2. Вимоги до ґрунту

Озима пшениця вимоглива до родючості ґрунту. Найкраще вона росте на родючих чорноземах, темно-сірих опідзолених та сірих лісових ґрунтах. Малоприсадибні для неї кислі та перезволожені ґрунти.

Реакція ґрунтового розчину повинна бути близькою до нейтральної (рН 6,0–7,5). Коренева система пшениці найкраще розвивається на пухких ґрунтах, щільність яких становить 1,1–1,25 г/см³. При щільності 1,35–1,4 г/см³ ріст коріння пригнічується. Надмірна пухкість ґрунту (щільність менше 1,1 г/см³) теж несприятлива для формування коріння, бо при осіданні ґрунту можливе обривання коріння (що буває, наприклад, при запізній оранці) [7; 8].

За виносом поживних речовин з ґрунту озима пшениця є азотофільною рослиною: 1 ц зерна виносить у середньому з ґрунту азоту 3,75, фосфору – 1,3, калію – 2,3 кг. На початку вегетації особливо цінними для пшениці є фосфорно-калійні добрива, які сприяють кращому розвитку її кореневої системи і нагромадженню в рослинах цукрів, підвищенню їх морозостійкості. Азотні добрива більш цінні для рослин навесні і влітку – для підсилення росту, формування зерна і збільшення в ньому вмісту білка [1].

2.3. Добір попередника

Сучасні високопродуктивні сорти озимої пшениці відзначаються підвищеними вимогами до вмісту вологи в ґрунті, його чистоти від бур'янів. В зв'язку з цим зростає роль попередника при вирощуванні таких сортів. Кращими попередниками для пшениці в Степовій зоні України є чорні і зайняті пари, горох, при зрошенні – люцерна. Цілком задовільними попередниками є кукурудза на силос, ріпак, гречка та деякі стерньові попередники [9; 10; 11].

2.4. Обробіток ґрунту

Основною метою обробітку ґрунту у посушливих районах є збереження вологи на період сівби пшениці.

Обробіток ґрунту після багаторічних трав включає дискування в двох напрямках на глибину 6–8 см та оранку на 20–22 см. Оранку закінчують не пізніше як за 3–4 тижні до сівби. У подальшому при появі бур'янів поле обробляють культиваторами. Перед сівбою озимої пшениці проводять передпосівну культивуацію на глибину загортання насіння .

2.5. Підготовка насіння до сівби

За Державним стандартом України для сівби озимої пшениці необхідно використовувати насіння, яке за категорією відповідає 1–3 репродукціям зі схожістю для м'якої пшениці не менше 92 %, твердої – 87 %, чистотою від насіння бур'янів та інших домішок не менше 98 %, сортовою чистотою не менше 98 %, вологістю не більше 15 %.

Перед сівбою, проти збудників найбільш поширених хвороб (коренових гнилей, твердої сажки, борошністої роси, бурої листової іржі), проводять протруювання насіння одним з препаратів (вітавакс 200 ФФ, в.с.к. – 2,5–3,0 л/т, дивіденд стар 036 FS, т.к.с. – 1 л/т, раксилультра, т.к.с. – 0,2 л/т та ін.).

2.6. Строки і способи сівби

Основний спосіб сівби – звичайний рядковий. При вирощуванні озимої пшениці за інтенсивною технологією залишають технологічну колію або маркерний слід. Визначаючи строки сівби, слід виходити з того, що оптимальні умови перезимівлі і високу продуктивність забезпечують посіви, де рослини вегетували до початку зимівлі 50–55 днів і утворили не менше 2–3 стебел. Норму висіву визначають з урахуванням сортових особливостей і попередників. Оптимальна норма висіву складає: по чистим парам – 4–4,5 млн шт.; зайнятих парах, багаторічних травах і зернобобових – 4,5–5,0 млн шт.; непарових попередниках – 5,0–5,5 млн шт. схожого насіння на гектар. Глибина загортання насіння при сівбі в оптимальні строки і достатній зволоженості ґрунту 4–5 (5–6) або 3–4 см. В посушливих умовах допускається сівба озимих на глибину 6–8 см, але в цьому випадку посіви обов'язково повинні бути прикотковані.

2.7. Догляд за посівами

Узимку уважно стежать за станом перезимівлі рослин. У весняний період важливо своєчасно визначити площі озимих, які будуть підсіватись і пересіватись. Для боротьби з виляганням посівів, особливо на високих агрофонах, на початку фази виходу в трубку необхідно застосовувати ретарданти.

Навесні, у фазу кушіння, при наявності бур'янів вносять гербіциди. У період вегетації посіви пшениці пошкоджуються шкідниками – мишоподібними гризунами, клопами-черепашками, хлібною попелицею, злаковими мухами, попелицею, трипсами та ін. Якщо шкідники загрожують урожаю, що буває при перевищенні економічного порогу шкідливості (додаток А), посіви обробляють інсектицидами: Бі-58 новий (1,5 л/га), децис форте (0,05–0,08 л/га), золон (1,5–2,0 л/га), карате зеон (0,2 л/га), кінмікс (0,2 л/га), ф'юрі (0,07 л/га), парашут (0,5–0,75 л/га) та ін.

Рослини озимої пшениці від сівби до збирання часто уражуються хворобами, що призводить до зниження врожаю зерна та його якості. Щорічні втрати зерна від хвороб досягають 10–20 % і більше потенційного рівня врожаю. З інтенсифікацією виробництва і

збільшенням продуктивності рослин шкідливість хвороб посилюється і втрати можуть становити понад 50 %.

Найбільш поширені хвороби озимої пшениці – тверда і летюча сажка, іржа, борошниста роса, кореневі гнилі, снігова пліснява, септоріоз, фузаріоз та ін. Хвороби супроводжують впродовж усієї вегетації до повної стиглості зерна. Тому необхідно постійно проводити агробіологічний контроль за фітосанітарним станом поля. У випадку сильного ураження застосовують хімічні препарати для одного-трьох обприскувань посівів. Проведення хімічних захисних заходів найбільш ефективно, коли поширення патогенів перебуває на рівні економічного порогу шкідливості.

2.8. Збирання врожаю

Озимої пшениці проводиться переважно прямим комбайнуванням при досягненні повної стиглості і вологості зерна 15–18 %. Роздільним способом збирають забур'янені посіви, густу, високорослу пшеницю, сорти, схильні до обсіпання. Після збирання зерно очищують, при потребі просушують, доводять до стандартної вологості і використовують за призначенням.

3. Результати досліджень

Як відомо, продуктивність сільськогосподарських культур значною мірою залежить від ґрунтових та погодних умов. Ось чому їх необхідно враховувати при аналізі даних експериментальних досліджень. Дослід по вивченню впливу добрив та режимів зрошення на урожай та якість зерна пшениці озимої сортів Херсонська безоста та Одеська 267 було закладено на території дослідного господарства Інституту землеробства південного регіону НААНУ у 2007–2009 роках, розташованого в зоні південного Степу України. Відповідно агроґрунтового районування сюди входить більша частина земель Херсонської, Кримської та Запорізької областей. Тут зосереджено 67,3 % зрошуваних земель України.

Ґрунт дослідної ділянки темно-каштановий слабосолонцюватий середньо суглинковий. Темно-каштанові ґрунти займають значну територію зони сухого Степу. У виробництві їх використовується 1194,5 тис. га, що складає близько 3 % площі сільськогосподарських угідь України. Утворились вони в умовах полинно-типчаково-ковильних степів Причорноморсько-Присивашської зони. Рельєф тут рівнинний і слабкохвилястий з великою кількістю подів.

Послаблення розвитку дернового процесу порівняно з чорноземною зоною пояснюється тим, що більш зрідений рослинний

покрив гірше забезпечує ґрунт рослинними рештками, а умови для їх гуміфікації є менш сприятливими. Характерною особливістю темно-каштанових ґрунтів є чітка диференціація профілю на генетичні горизонти, в тому числі ілювіальний.

Власне гумусний горизонт, темно-сірий з каштановим відтінком, товщиною 0–28 см, характеризується грудкувато-зернистою структурою. Він містить значну кількість решток коренів. Ґрунтоутворна порода представлена лесом, який збагачений на вапно та гіпс. Материнська порода починається на 1,5 метровій глибині.

Взагалі, в зоні сухого Степу маса підземних органів рослин переважає над масою надземних органів. Як слідство, формування органічної речовини йде переважно за рахунок кореневих систем рослин. Орний горизонт 0–22 см. Перехідний горизонт має крупнозернисту або грудкувато-призматичну структуру. Під гумусним горизонтом залягає карбонатний ілювій у вигляді білозірки. Ґрунтоутворна порода представлена лесом, який збагачений на вапно та гіпс. Останній залягає на глибині близько 2 метрів.

В орному шарі темно-каштанових ґрунтів міститься 2–3 % гумусу. Кількість його з глибиною поступово зменшується.

Розвиток темно-каштанових ґрунтів в умовах слабкого промивання призводить до накопичення в цьому шарі поживних речовин. За їх кількістю темно-каштанові ґрунти майже не поступаються чорноземам південним.

Ємність поглинання темно-каштанових слабосолонцюватих ґрунтів складає 30,5 мг.-екв. в 100 г ґрунту, причому на долю кальцію приходить 21,3, магнію – 6,3, натрію – 1,3 та калію – 1,6 мг.-екв., тобто ґрунтово-вбирний комплекс насичений в основному кальцієм та магнієм. В темно-каштанових ґрунтах на значну глибину виносяться лише легкорозчинні солі. Скупчення карбонатів кальцію та магнію спостерігається в перехідному горизонті. В зв'язку з цим скипання під дією соляної кислоти можна спостерігати на незначній глибині.

Наявність поглиненого натрію та калію зумовлює нестійку, що легко розпилується, грудкувату структуру, а іноді безструктурність верхнього горизонту темно-каштанового ґрунту. Внаслідок цього після дощів та поливів ґрунти запливають, при пересиханні утворюють корку, а при оранці часто утворюють глиби. Реакція ґрунтового розчину верхніх горизонтів близька до

нейтральної або слаболужна (рН = 6,9–7,4), вниз по профілю, як правило, зростає.

Верхні горизонти темно-каштанових ґрунтів мають значну вологемкість, невелику об'ємну масу, порівняно з нижче лежачими шарами, а також досить велику щільність.

Взагалі, темно-каштанові ґрунти в роки з достатньою кількістю опадів, або при зрошенні, дають високі врожаї. Це кращі ґрунти в зоні сухого Степу.

Ґрунт дослідної ділянки містить в орному шарі 2,28 % гумусу, валових азоту, фосфору та калію 0,18; 0,16; 2,7 % відповідно, в тому числі нітратів 0,89, рухомого фосфору – 3,4, обмінного калію – 25 мг на 100 г ґрунту. рН водної витяжки 7,0–7,2. Скипання його від соляної кислоти спостерігається на глибині 25–45 см. Агрофізичні властивості метрового шару ґрунту характеризуються наступними показниками: щільність складення – 1,43 г/см³, загальна шпаруватість – 45,0 %, найменша вологемкість – 20,5 %, вологість в'янення – 9,1 %.

Досить важливе значення в житті рослин має надземна маса. Вони мобілізують з неї вуглеводи, азотисті та інші речовини для утворення продуктивної частини врожаю. Тому, починаючи з перших фаз розвитку, накопичення великої вегетативної маси рослин, є важливою умовою формування високого врожаю. Дослідники відзначають пряму залежність між врожаєм зерна пшениці та масою вегетативних органів. Особливо важлива роль надземній масі рослин відводиться на півдні України, де до періоду наливу зерна пшениці значна частина листкового апарату відмирає. На думку А.І. Задонцева, Г.Р. Пікуша, В.С. Ковтун, В.Д. Мединця, якщо загальний габітус рослин досягається шляхом створення для них найкращих умов освітлення, зволоження та живлення, то і продуктивність їх буде максимальною.

Абсолютні величини приросту надземної маси – це зовнішні показники внутрішніх процесів, які відбуваються в організмі рослин. Тому справедливо за темпами приросту надземної маси судять про вплив того чи іншого фактору на рослину. В значній мірі інтенсивність накопичення рослинами біомаси залежить від рівня мінерального живлення. «Живлення – основа росту та розвитку кожного живого організму, в тому числі і рослини. Чим краще живляться рослини, тим швидше вони ростуть», – вказує А.В. Петербургський.

Деякі дослідники відзначають, що при недостатньому азотному живленні пшениця слабо або й зовсім не кущиться, утворює

недостатньо розвинену листову поверхню світло-зеленого забарвлення, формує малі за розміром стебла та суцвіття. При посиленому азотному живленні рослини формують велику асиміляційну поверхню. На збільшення вегетативної маси рослин під впливом азотних добрив вказують Hussein та ін., Mahfouz. Надмірне азотне живлення призводить до утворення листків з великими та тонкостінними клітинами, які легко піддаються пошкодженню шкідниками. Такі рослини формують високий врожай соломи, але часто майже не підвищують врожаю зерна. Так, в дослідях И.В.Мосолова застосування високих доз азоту значно збільшувало надземну масу пшениці, але при цьому зменшувалася врожайність зерна та його білковість. Дослідженнями встановлено, що найбільш інтенсивний приріст біомаси пшениці ярої спостерігали при застосуванні повного мінерального добрива (NPK по 60 кг/га).

Таким чином, наведені вище дані свідчать про вплив добрив на ріст рослин та накопичення ними вегетативної маси. Причому стан поживного режиму ґрунту вже на початку росту відіграє значну роль в їх житті. Неприятливі фактори, які негативно впливають на початкові ростові процеси, позначаються як на подальшому розвитку, так і на розмірі врожаю. Загальновідомо, що фізіологічні та агрономічні дослідження своєю кінцевою ціллю мають вивчення складних закономірностей росту і розвитку рослин з тим, щоб на основі цих знань розробити найбільш сприятливі агротехнічні умови для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Це і стало приводом для проведення досліджень в цьому напрямку.

Формування продуктивності будь-якої сільськогосподарської культури під впливом багатьох факторів, зокрема і тих, які взято на дослідження, відбувається систематично упродовж усієї вегетації рослин. Дослідження з визначення продукційних процесів рослин сортів пшениці озимої були спрямовані на вплив досліджуваних факторів – добрив і зрошення на процеси росту й розвитку, накопичення вегетативної маси, зерна, його якості.

Високоякісне насіння озимої пшениці формується за оптимальних умов її вирощування культури. Будь-яке відхилення від оптимального режиму вирощування може призвести до погіршення як окремих показників посівних якостей, так і їх комплексу. На всіх типах ґрунтів південної зони України для пшениці озимої перш за все не вистачає азоту і тому найбільші прирости зерна забезпечують азотні добрива, які підвищують її

врожайність на 10–12 ц/га. Приріст від фосфорних добрив, як правило, не перевищує 2–3 ц/га. Калієм більшість ґрунтів степової зони забезпечені добре. Слід також зазначити, що добрива забезпечують більшу віддачу на ділянках, де проводиться захист посівів від шкідників, хвороб і бур'янів. Також, високі дози азоту призводять до надмірного формування надземної маси, яка швидко витрачає запаси вологи ґрунту, що призводить до «підгорання» посівів та зниження врожайності. Вологість ґрунту є головним фактором, який визначає повноту використання пшеницею озимою поживних речовин не тільки з ґрунту, а й з добрив. При визначенні доз добрив розрахунковими методами застосовують середні коефіцієнти використання елементів живлення з ґрунту і добрив, що знижує точність методів.

Точніше кажучи, в розрахунках необхідно використовувати не середні, а прогнозовані коефіцієнти, передусім, залежно від вологості ґрунту. У зоні Степу, де в першому мінімумі є волога, дози добрив слід визначати з урахуванням рівня водозабезпеченості посівів. Дози добрив потрібно встановлювати на той рівень урожаю, який може забезпечити волога. При застосуванні інтенсивних технологій значно підвищується і роль мікроелементів, без яких часто неможливий подальший ріст урожаю пшениці.

У нашому дослідженні ми використовували розрахункову дозу мінеральних добрив для запланованої врожайності зерна озимої пшениці 7,0 та 9,0 т/га. Цей метод дозволяє значно зменшити дозу добрив, коли ґрунт достатньо забезпечений поживними речовинами, і через його підвищений вміст у ґрунті дає можливість повністю або частково відмовитися від добрив. В один із років посіву сортів озимої пшениці ми обійшлися без фосфорних і калійних добрив, оскільки вміст рухомого фосфору та обмінного калію у ґрунті перевищував середній. Водночас комплексні добрива з мікроелементами Кристалоне та Тенсо використовувалися для добрив у фазі колосу та у фазу молочно-воскової стиглості у зерні. Це було пов'язано з тим, що після трьох років вирощування озиму пшеницю вирощували в комбінованій зрошуваній сівозміні, але в сівозміні не використовували органічних добрив. За таких умов рослини зазвичай реагують на використання мікроелементів; вони не завжди значно підвищують врожайність сільськогосподарських культур, але покращують якість продукції рослинництва.

Вміст нітратів у ґрунті був досить високим при вирощуванні сортів озимої пшениці протягом вегетаційного періоду. Навіть без

азотних добрив середня кількість нітратів коливалася в усі дослідницькі роки та в усі періоди його визначення у шарі ґрунту 0–30 см від 4,92 мг / 100 г ґрунту за період проростання насіння до 4,21 мг / 100 г фаза повної стиглості зерна на фоні зрошення, і від 4,87 до 3,78 мг / 100 г для зрошення та вегетативного зрошення.

Такий високий вміст NO_3 у не удобрених ґрунтах є результатом того, що озиму пшеницю вирощували після люцерни, в якій накопичилася значна кількість кореневих залишків, збагачених біологічним азотом. На думку багатьох дослідників, люцерна третього року життя можна прирівняти до внесення 30–40 т/га напівгнилого гною, і ця культура залишає в ґрунті в середньому 200 кг/га біологічного азоту.

Це також підтверджується нашими дослідженнями, крім того, при оптимізації водного балансу ґрунту розкладається органічний матеріал, створюються сприятливі умови для його мінералізації та виділення азоту бульбочковими бактеріями. Це початок, який пояснює відносно високий вміст рухомого азоту в ґрунті під час вегетації озимої пшениці, навіть не вносячи азотних добрив у вирощування у всіх досліджуваних шарах ґрунту.

В умовах використання азотних добрив вміст нітратів у ґрунті збільшувався із дозою його внесення. Так, за період посіву в орному шарі в середньому за три роки досліджень без добрив нітрати містили 4,92 мг, а за внесення азотних добрив їх кількість зросла до 5,28 і 5,77 мг / 100 г. а в шарі ґрунту 0–100 см кожен цей показник становив 1,44; 1,83 і 2,60 мг / 100 г ґрунту на фоні зрошення пшениці взимку.

Слід зазначити, що на період виходу рослин пшениці озимої в трубку та на початку колосіння і особливо по фоні лише вологозарядкового поливу кількість нітратів у ґрунті не лише не знижувалася порівняно з попереднім періодом їх визначення – початком вегетації культури, а навіть дещо збільшувалася.

На всіх типах ґрунтів південної зони України для пшениці озимої перш за все не вистачає азоту і тому найбільші прирости зерна забезпечують азотні добрива, які підвищують її врожайність на 10–12 ц/га. Приріст від фосфорних добрив, як правило, не перевищує 2–3 ц/га. Калієм більшість ґрунтів степової зони забезпечені добре. Слід також зазначити, що добрива забезпечують більшу віддачу на ділянках, де проводиться захист посівів від шкідників, хвороб і бур'янів. Також, високі дози азоту призводять до надмірного формування надземної маси, яка швидко витрачає

запаси вологи ґрунту, що призводить до «підгорання» посівів та зниження врожайності. Вологість ґрунту є головним фактором, який визначає повноту використання пшеницею озимого поживних речовин не тільки з ґрунту, а й з добрив. При визначенні доз добрив розрахунковими методами застосовують середні коефіцієнти використання елементів живлення з ґрунту і добрив, що знижує точність методів.

Точніше кажучи, в розрахунках необхідно використовувати не середні, а прогнозовані коефіцієнти, передусім, залежно від вологості ґрунту. У зоні Степу, де в першому мінімумі є волога, дози добрив слід визначати з урахуванням рівня водозабезпеченості посівів. Дози добрив потрібно встановлювати на той рівень урожаю, який може забезпечити волога. При застосуванні інтенсивних технологій значно підвищується і роль мікроелементів, без яких часто неможливий подальший ріст урожаю пшениці.

На всіх типах ґрунтів південної зони України для пшениці озимої перш за все не вистачає азоту і тому найбільші прирости зерна забезпечують азотні добрива, які підвищують її врожайність на 10–12 ц/га. Приріст від фосфорних добрив, як правило, не перевищує 2–3 ц/га. Калієм більшість ґрунтів степової зони забезпечені добре. Слід також зазначити, що добрива забезпечують більшу віддачу на ділянках, де проводиться захист посівів від шкідників, хвороб і бур'янів. Також, високі дози азоту призводять до надмірного формування надземної маси, яка швидко витрачає запаси вологи ґрунту, що призводить до «підгорання» посівів та зниження врожайності. Вологість ґрунту є головним фактором, який визначає повноту використання пшеницею озимого поживних речовин не тільки з ґрунту, а й з добрив. При визначенні доз добрив розрахунковими методами застосовують середні коефіцієнти використання елементів живлення з ґрунту і добрив, що знижує точність методів.

Точніше кажучи, в розрахунках необхідно використовувати не середні, а прогнозовані коефіцієнти, передусім, залежно від вологості ґрунту. У зоні Степу, де в першому мінімумі є волога, дози добрив слід визначати з урахуванням рівня водозабезпеченості посівів. Дози добрив потрібно встановлювати на той рівень урожаю, який може забезпечити волога. При застосуванні інтенсивних технологій значно підвищується і роль мікроелементів, без яких часто неможливий подальший ріст урожаю пшениці.

Це, у свою чергу, пов'язано зі сприятливими умовами для мінералізації органічних залишків попередньої культури люцерни.

У фазі повної стиглості зерна озимої пшениці вміст нітратів дещо зменшується. Звісно, це можна пояснити як використанням сполук азоту рослинами для формування культурних рослин, так і їх перерозподілом у шарах ґрунту, особливо під впливом зрошення. Однак зниження вмісту нітратів не було значним навіть у варіанті без добрив.

Наприкінці вегетації озимої пшениці кількість рухомого азоту у всіх досліджених шарах ґрунту залишалася достатньо високою та достатньою для забезпечення стабільної зернової продуктивності сортів озимої пшениці.

Разом з тим необхідно зазначити, що у роки досліджень забезпеченість ґрунту рухомих азотом, а саме нітратами, істотно різнилася. Найменше їх містилося у період вегетації 2006–2007 рр., а найбільше – у 2008–2009 рр. Низький вміст нітратів у всі періоди вегетації, включаючи посів озимої пшениці у 2006 році та подальшу вегетацію рослини, пояснюється малою кількістю опадів та високими температурами повітря та ґрунту. Єдине переривчасте водопостачання дало змогу зволожувати ґрунт, не відбувалося інтенсивне розкладання залишків коренів люцерни, процеси мінералізації за цих умов, очевидно, йшли повільно, а азот з бульбочкових бактерій лише погано поповнював запаси ґрунту поживними речовинами.

Умови мінералізації органічних речовин були дещо кращими у варіанті зрошення та вегетативного зрошення, проте забезпеченість рослин рухливими сполуками азоту у період вегетації 2007 р. Була значно нижчою, ніж у наступні дослідницькі роки. Погодно – кліматичні умови дослідницьких років значно меншою мірою вплинули на надходження рухомого фосфору в ґрунт. Вміст цього компонента в ґрунті до посіву рослин значно перевищував 3,0 мг/100 г, і в один із дослідницьких років жодне фосфорне добриво не вносилося до запрограмованого рівня врожайності зерна озимої пшениці. Кількість P_2O_5 протягом періоду вегетації рослин залишалася щонайменше оптимальною.

Протягом вегетаційного періоду врожайність демонструє сезонну динаміку, тобто від посіву-проростання озимої пшениці до повного дозрівання зерна вміст рухомого фосфору у досліджуваних шарах ґрунту, як 0–30, так і 0–50 см, поступово зменшувався, але зменшення не було значним. У разі вирощування сортів озимої пшениці без добрив протягом вегетації кількість P_2O_5 у шарі ґрунту 0–30 см зменшилася з 5,1 до 4,57 мг / 100 г та з 0–50 см – від 4,09 до

3, 34 мг / 100 г без добрив і відповідно від 5,1 до 4,29 та від 4,09 до 3,20 мг / 100 г на тлі азотних добрив у розрахунковій дозі при врожайності зерна 7,0 т/га . Незначна різниця у вмісті рухомого фосфору між зазначеними варіантами експерименту, звичайно, може бути пояснена тим, що хоча фосфорні добрива не використовувалися, використання азотних добрив сприяє тимчасовій зміні рН ґрунтового субстрату, що у свою чергу призводить до виділення в ґрунт малодоступних фосфатів. Тому, незважаючи на різне видалення сполук фосфору азотом, удобренням, та не удобренням рослинами озимої пшениці, вміст рухомих фосфатів у ґрунті дещо відрізнявся. Цьому також може сприяти вивільнення сполук фосфору з післязбиральних та кореневих залишків попереднього вирощування люцерни, і, крім того, воно поглинає значну кількість ґрунтового фосфату. Все це разом, мабуть, не призвело до значного зменшення кількості рухомого фосфору в ґрунті під час вегетації озимої пшениці.

Виявлено, що кількість K_2O у шарах ґрунту зменшувалась у сезонну динаміку через споживання цього поживного елементу рослинами озимої пшениці.

Таким чином, як із застосуванням розрахованих доз азотних добрив, так і без добрив, режим живлення ґрунту при вирощуванні озимої пшениці був сприятливим. Запас основних поживних речовин: нітратів, рухомого фосфору та обмінного калію був середнім і вище середнього, що дозволило рослинам рости та розвиватися, створюючи стабільний урожай зерна та високу якість.

Добрива та зрошення ще більше підвищують здатність сортів озимої пшениці створювати їх високу врожайність. Незважаючи на середній запас обмінного калію в ґрунті для посіву озимої пшениці та відсутність необхідності використовувати калійні добрива під час розрахунку доз добрив для запланованого рівня врожайності, ця поживна речовина є дуже важливою для всіх сільськогосподарських культур, включаючи озиму пшеницю. Зокрема, калій зміцнює соломину, покращує якість зерна, сприяє накопиченню цукру та зимівлі рослин, розвитку кореневої системи, підвищує стійкість рослин до хвороб, шкідників, несприятливих погодних умов тощо. Тому ми визначали вміст обмінного калію в ґрунті та його зміни протягом вегетаційного періоду озимої пшениці залежно від досліджуваних факторів.

Внесення добрив та зрошення ще більше підвищило здатність сортів озимої пшениці створювати їх високу врожайність.

Спостереження за динамікою росту маси надземної рослини, поверхні листя та їх лінійної висоти показало, що ці показники залежали і змінювалися під впливом досліджуваних факторів та протягом вегетаційного періоду рослини. Таким чином, збільшення висоти сортів озимої пшениці залежало від внесених доз мінеральних добрив, фази розвитку культури та погодних умов років дослідження, незважаючи на те, що дослідження проводилися в умовах зрошення. За всі роки досліджень рослини озимої пшениці відрізнялися значно більшою висотою для вирощування на фоні добрив. Слід зазначити, що внесення мінеральних добрив суттєво вплинуло на висоту рослин озимої пшениці, збільшивши її відповідно до 32,0–40,9 см та до 54,0–99,5 см у сорту херсонська безоста. Так само під впливом вивчених факторів та років досліджень змінилася висота рослин озимої пшениці сорту Одеська 267. Знову ж таки, рослини були найнижчими у дуже сухому дослідженні 2007 року. Внесення мінеральних добрив цього року, порівняно з іншими роками досліджень, значно збільшило цей показник. Так, під час вирощування озимої пшениці сорту Одеська 267, висота рослин становила 46,0 см, а після їх внесення вона зросла до 60–62 см, тобто на 30,4–34,7 %. У 2009 році рослини озимої пшениці досягли висоти 95,3 см, а удобрені – 108,2–108,6 см, тобто кількість зросла лише на 13,9 %.

Для формування економічно цінної частини врожаю важливо збільшити загальну біомасу рослин. Абсолютні показники збільшення маси ґрунту – це зовнішні показники виробничих процесів, що відбуваються в них. Ми вже помітили, що інтенсивність накопичення біомаси рослинами значною мірою залежить від умов вирощування. В умовах зрошення найважливішу роль у формуванні цього показника відіграє мінеральне живлення рослин. Саме з наземної маси рослин вони мобілізують вуглеводи, азотисті речовини та інші.

Дослідження впливу умов вологості та диференціації мінерального живлення пшениці озимої на динаміку накопичення маси рослин у двох сортах показали відмінності. У перші дні після відновлення весняної вегетації інтенсивність накопичення надземної маси в обох сортів була низькою.

Вже на етапі виходу рослин у трубку швидкість накопичення надземної біомаси рослинами озимої пшениці зростає і значно залежить від фону живлення, зрошення та погодних умов у роки дослідження. Представлені дані показують, що в різко посушливий

2007 рік надземна маса порівняно з наступними сприятливими дослідницькими роками (2008 та 2009) накопичилася майже у 7–8 разів менше за період виходу в трубку.

У посушливий 2007 рік рослини досліджуваних сортів озимої пшениці в усі основні періоди вегетації накопичували значно меншу кількість вологої надземної маси, ніж у решту років спостереження. Найбільша вегетативна маса рослин озимої пшениці, вирощеної на фоні добрив, була зібрана у дослідницькому 2009 році, але вона не суттєво відрізнялася від попереднього року вирощування у 2008 році. Використання мінеральних добрив позитивно вплинуло на зростання надземної рослинної біомаси пшениці озимої, яка збільшувалася залежно від розрахункової норми. Вказана залежність була простежена навіть у сильно сухих та несприятливих погодних умовах у 2007 р. Що переконливо на прикладі озимої пшениці сорту Херсонська безоста. Як видно з наведених вище даних, за роки досліджень у 2008 році удобрені рослини озимої пшениці накопичили трохи більшу кількість надземної маси. Слід зазначити, що позакореневе підживлення сортів озимої пшениці Кристалоне та Тенсо практично не вплинуло на накопичення надземної маси.

Так само, як і збільшення біомаси сировинних рослин, також накопичувалася кількість сухої речовини, оскільки вона залежить від вмісту вологи в зеленій масі рослин озимої пшениці в певні періоди, вегетаційного періоду та вихід їх маси з одиниці площі. Показники продуктивності пшениці озимої виступають у ролі кінцевих основних результатів впливу досліджуваних нами факторів: мінерального живлення, режиму зрошення та сорту. Значну зацікавленість викликало питання: як досліджувані фактори у сукупності своїй у тому числі і залежно від особливостей погодних умов року в кінцевому підсумку позначаються на рівні врожайності та якості зерна досліджуваних нами сортів пшениці озимої – Херсонська безоста та Одеська 267. Збільшення врожайності та якості зерна пшениці озимої є виключно важливим завданням. Зокрема ще і тому, що зі вступом України до СОТ економічна конкуренція значно зросла, у зв'язку з чим вітчизняним товаровиробникам необхідно істотно підвищити економічну ефективність і конкурентоспроможність українського зерна. Пшениця озима у цьому плані є однією з найцінніших та основних продовольчих культур і вимагає вирощувати зерно з високоякісними борошномельними і хлібопекарськими властивостями.

На світовому ринку вона дуже високо цінується. В Україні, на жаль, поки спостерігається недостатній обсяг виробництва зерна пшениці озимої внаслідок низької врожайності та часткового зменшення площ її вирощування. У зоні Степу України із його сухим кліматом й відносно родючими ґрунтами створюються найбільш сприятливі умови для формування високоякісного зерна, проте жорсткі кліматичні умови обмежують можливість формування високого рівня врожайності, що призводить до її нестабільності. На Півдні України землеробство ведеться в досить складних умовах недостатнього зволоження. Середньорічна кількість опадів на півдні України становить 350–400 мм, що недостатньо для формування високопродуктивного посіву пшениці. Часті посухи згубно впливають на формування повноцінного зерна основних сільськогосподарських культур.

Штучне зволоження має бути спрямованим на оптимальне зволоження ґрунту, створення сприятливих умов для проростання насіння, одержання дружних сходів і нормального розвитку пшениці озимої в осінній період, але разом з тим ставить підвищені вимоги до технології їх вирощування. На зрошуваних землях це досягається використанням оптимальних режимів зрошення. Ця культура позитивно реагує на зрошення, про що свідчать результати чисельних досліджень у районах нестійкого та недостатнього зволоження. Однак, у роки з несприятливими погодними умовами ефективність зрошення значно зростає і воно забезпечує збільшення врожайності у 5–8 і більше разів. Ці наукові матеріали свідчать про те, що скорочення посівних площ пшениці озимої на поливних землях є стратегічною помилкою.

У зв'язку з цим ми проводили дослідження з сортами пшениці озимої на фоні двох розрахункових доз удобрення та двох водозберігаючих режимів зрошення. У посушливій південній зоні України, де гідротермічний коефіцієнт значно менше одиниці, альтернативи зрошенню немає. Тільки за умов проведення вегетаційних поливів сільськогосподарських культур і особливо у критичні періоди, можна отримувати очікувані рівні врожаїв.

До того ж процеси фотосинтезу і надходження елементів живлення в рослині тісно пов'язані із забезпеченістю їх вологою. Оптимальна забезпеченість рослин водою дозволяє їм підтримувати нормальний стан, а саме, неохолоджуватись і не перегріватись. Зрошення, як захід регулювання водного режиму та фотоклімату посіву, зменшує депресію фотосинтезу і покращує

водний режим ґрунту. У зв'язку з цими та іншими перевагами зрошення дослідники вважають, що рівень урожаю сільськогосподарських культур знаходиться у прямій залежності від забезпеченості рослин вологою.

У наших дослідженнях залежно від кількості опадів у роки вирощування сортів пшениці озимої, зрошувальна норма різнилася. Вологозарядкові поливи у всі роки досліджень проводили нормою $700\text{ м}^3/\text{га}$, а вегетаційні по $500\text{ м}^3/\text{га}$. Останні проводили від одного у вологому 2008 р. до трьох – у 2007 та 2009 рр. Поливи необхідно проводити для створення сприятливих умов формування належної продуктивності будь-якої культури. Основою правильного режиму зрошення є сумарне водоспоживання, тобто кількість ґрунтової вологи, яка втрачається рослинами на транспірацію протягом вегетації та випаровування вологи безпосередньо із ґрунту. В свою чергу висушування ґрунту рослинами складається із транспірації та витрат ґрунтової вологи на формування біологічної маси рослин.

В літературі є відомості, що на формування біологічної маси рослин втрачається від 0,8 до 1,5 % води від сумарного водоспоживання. В свою чергу сумарне водоспоживання значно залежить від показника випаровування, який є комплексною характеристикою метеорологічних умов водоспоживання сільськогосподарських культур. На випаровування впливають наступні показники: вологоємність повітря, яка характеризується дефіцитом вологості повітря; кількість теплової енергії, яка може випаровуватись поверхнею за одиницю часу та інтенсивність турбулентного водообміну. Якщо запаси вологи в ґрунті високі, то сумарне водоспоживання практично порівнюється з випаровуванням, а за їх дефіциту показники його значно менші за показники випаровування. Як свідчать наведені дані, на період відновлення вегетації рослин озимої пшениці у 2007 році вологість шару ґрунту 0–200 см становила 88,8 % НВ. Проте високі температури повітря, недостатня кількість опадів (від відновлення весняної вегетації до фази трубкування опадів зовсім не було) сприяли значному зниженню вологості розрахункового шару ґрунту та продуктивних запасів вологи, що спостерігали й інші дослідники. Проведення трьох вегетаційних поливів зрошувальною нормою $1500\text{ м}^3/\text{га}$ деякою мірою збільшувало вологість ґрунту, але вже на період повної стиглості зерна, через раннє припинення поливів, цей показник у шарі ґрунту (0–100 см) був нижчим вологості в'янення (9,2 %). Сумарне водоспоживання в шарі ґрунту 0–200 см у 2007 р.

склало 2273 м³/га у варіанті з вологозарядковим поливом і 3401 м³/га у варіанті з вологозарядковим і вегетаційними поливами.

У наступному 2008 році досліджень сумарне водоспоживання пшениці озимої виявилось значно більшим і у зазначених варіантах досліді у шарі ґрунту 0–200 см склало 3746 та 4018 м³/га, а в середньому за всі три роки відповідно 2995 і 3771 м³/га.

Висновки

За вирощування пшениці озимої після люцерни третього року життя поживний режим ґрунту є сприятливим навіть без внесення мінеральних добрив. Застосування азотного добрива у розрахункових дозах на заплановані рівні врожайності зерна 7,0 та 9,0 т/га, а саме N₁₃₈P₀K₀ та N₁₇₃P₀K₀ відповідно сприяє збільшенню вмісту нітратів у всіх досліджуваних шарах ґрунту. Так, по фоні вологозарядкового поливу у середньому за три роки досліджень у шарі 0–30 см неудобреного ґрунту їх містилося 4,92, а за внесення зазначених доз добрив 5,28 та 5,77 мг/100 г, а у шарі ґрунту 0–100 см – 1,44; 1,83 та 2,60 мг/100 г відповідно. У сезонній динаміці до фази повної стиглості зерна пшениці озимої вміст нітратів у всіх досліджуваних шарах ґрунту дещо знижується і особливо за вирощування по фоні вологозарядкового та вегетаційних поливів. Це пов'язано як зі споживанням рухомого азоту рослинами на формування врожаю, так і частковим перерозподілом його по шарах ґрунту (особливо під впливом вегетаційних поливів та опадів). Проте зменшення вмісту нітратів було незначним навіть у варіанті без добрив, що свідчить про достатню забезпеченість ґрунту цим елементом живлення високої продуктивності зерна сортами пшениці озимої. У роки досліджень забезпеченість ґрунту рухомим азотом істотно різнилася. Найменше нітратів містилося у період вегетації пшениці озимої 2006–2007 рр., у якому відсутність атмосферних опадів, високі температури повітря не сприяли мінералізації корневих залишків люцерни, цей процес уповільнювався і азот бульбочкових бактерій слабо поповнював запаси ґрунту. На фоні вологозарядкового та вегетаційних поливів умови для мінералізації органічної речовини складались дещо сприятливіше, проте забезпеченість рослин рухомим азотом у 2007 році була значно нижчою порівняно з наступними роками досліджень. Найбільше нітратів упродовж вегетації пшениці озимої містилося у 2008–2009 рр.

Калійне добриво під пшеницю озиму не вносили, – вміст цього елементу живлення в ґрунті був середнім та достатнім для отримання запланованих рівнів урожайності зерна. У сезонній динаміці кількість K_2O у шарах ґрунту 0–30 та 0–50 см знижувалася внаслідок споживання його рослинами. Це зменшення було істотним за вирощування пшениці озимої по фоні застосування азотного добрива та сумісного проведення вологозарядкового і вегетаційних поливів. Як за внесення розрахункових доз азотного добрива, так і без добрив, поживний режим ґрунту впродовж вегетації пшениці озимої складався сприятливо і дозволяв рослинам досліджуваних сортів рости, розвиватися, формувати сталу врожайність зерна та високу його якість.

Так, якщо у шарі 0–30 см неудобреного ґрунту по фоні вологозарядкового поливу на період сівби-сходів містилося $38,5 \text{ мг}/100 \text{ г}$ K_2O , то у фазу повної стиглості зерна – $25,2 \text{ мг}/100 \text{ г}$. за проведення сумісно вологозарядкового та вегетаційних поливів зазначені показники склали $35,9$ і $23,1 \text{ мг}/100 \text{ г}$; а в ґрунті варіанта розрахункової дози добрива на урожайність $9,0 \text{ т}/\text{га}$, а саме $N_{173}P_0K_0$, зазначені показники відповідно склали $36,2$ і $21,1$ та $36,1$ і $19,9 \text{ мг}/100 \text{ г}$ ґрунту. Як за внесення розрахункових доз азотного добрива, так і без добрив, поживний режим ґрунту впродовж вегетації пшениці озимої складався сприятливо і дозволяв рослинам досліджуваних сортів рости, розвиватися, формувати сталу врожайність зерна та високу його якість.

Погодно-кліматичні умови років досліджень незначно позначилися на забезпеченості ґрунту та рослин пшениці озимої рухомим фосфором. Вміст цього елемента живлення на період сівби культури істотно перевищував $3,0 \text{ мг}/100 \text{ г}$ і у жодному із років фосфорне добриво під запрограмовану врожайність зерна не вносили. Забезпеченість пшениці озимої вологою залежала від кількості опадів, вегетаційного періоду, початкових її запасів на період сівби та проведення поливів. Так, якщо сумарне водоспоживання у середньому за роки досліджень із шару ґрунту 0–50 см склало $2099 \text{ м}^3/\text{га}$, то у 2006–2007 рр. вегетації воно склало 1173 , а у 2007–2008 рр. – $3023 \text{ м}^3/\text{га}$. Зазначені показники із шару ґрунту 0–200 см виявилися відповідно наступними: 3771 ; 3401 та $4018 \text{ м}^3/\text{га}$.

Встановлено, що сумарне водоспоживання тісно корелює з випаровуванням, яке є комплексною характеристикою метеорологічних умов. Коли запаси вологи в ґрунті є високими,

сумарне водоспоживання практично дорівнює випаровуванню, а за його дефіциту є значно меншим, ніж випаровування.

Узагальнюючи дослідження, які присвячені основним технологічним прийомам вирощування пшениці озимої за збереження родючості ґрунту, бачимо, що ця проблема є важливою і актуальною. Добрива, зрошення, обробіток ґрунту, сорти значною мірою впливають на продуктивність та основні показники стану ґрунту – вміст у ньому макро- і мікроелементів, мікробіологічну діяльність, інші важливі властивості родючості. У зв'язку з екологічною, економічною, соціальною ситуаціями ці питання потребують зонального різностороннього і глибокого вивчення та удосконалення. Тим більше, що в умовах зрошення півдня України, де достатня кількість сонця і тепла, тобто сприятливі агрокліматичні фактори, на перше місце виходить оптимізація живлення рослин. Саме при раціональному поєднанні зрошення і добрив тут можна отримувати високі та стабільні врожаї сільськогосподарських культур. У зв'язку з цим нами в умовах дослідного господарства Інституту землеробства південного регіону були проведені польові дослідження, в яких вивчали ефективність різних норм мінеральних добрив та режимів зрошення під озиму пшеницю.

Список використаних джерел:

1. Киндрук Н.А., Сечняк Л.К., Слюсаренко О.К. Экологические основы семеноводства и прогнозирование урожайных качеств семян озимой пшеницы. Урожай, 1990. 181 с.
2. Господаренко Г.О. Удобрения озимой пшеницы : електронний ресурс. Київ : Газета «Агробізнес сьогодні», 2010. URL: <http://agro-business.com.ua/.../content/.../62.html>.
3. Панченко П.С., Москаленко Ф.Л. Влияние сроков и способов подкормки на урожай и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от предшествующей удобрённости почвы. Использование удобрений при интенсивной технологии возделывания с.-х. культур. Днепропетровск, 1990.
4. Выблов Б.Р., Выблова А.В. Повышение урожайности и качества озимой пшеницы, возделываемой по интенсивной технологии использование удобрений при интенсивной технологии возделывания с.-х. культур Днепропетровск, 1990. С. 121–131.
5. Рыжов Т.Ф., Климов С.В., Акманов И.И. Под основную обработку полное внесение минеральных удобрений в сочетании

вместе с подкормкой ранней весной. *Вестник с.-х. науки*. Москва, 1990. С. 79–83.

6. Оверченко Б.Н. Догляд за посівами озимої пшениці в осінньо-зимовий період. Пропозиція. 2001. 32 с.

7. Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко Л.І. Система застосування добрив. Київ: „Вища школа», 2002. 187 с.

8. Оверченко Б.Н. Особливості ранньовесняного підживлення озимої пшениці. Пропозиція. 2002. С. 31–32.

9. Сологуб Н.С. Підживлення озимих посівів. *Агроном*. 2004. С. 14–18.

10. Гамаюнова В.В., Філіп'єв І.Д. Рекомендації по догляду за озимими культурами та проведенню весняно-польових робіт у 2002 році : метод. рекомєнд. Херсон, 2001. 35 с.

11. Система ведення сільського господарства Херсонської області.

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-240-4-8>

Василенко Н. Є.

*кандидат сільськогосподарських наук,
здобувач вищої освіти ступеня доктора наук
кафедри землеробства
Херсонський аграрно-економічний університет
м. Херсон*

Аверчев О. В.

*доктор сільськогосподарських наук,
професор кафедри землеробства,
проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності
Херсонський аграрно-економічний університет
м. Херсон*

**НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В РОСЛИННИЦТВІ.
ЛІСОВЕ І САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО**

Анотація. В останні роки питання підвищення адаптивності сільськогосподарських культур є особливо актуальним для сільськогосподарського виробництва. Тому, на зміну традиційним енерговитратним технологіям у рослинництві повинні прийти нові прийоми землеробства, які базуються на впровадженні нових елементів сучасних технологій вирощування.

Актуальним питанням сільського господарства є гарантоване забезпечення нашої країни продовольством за умови збереження і підвищення родючості ґрунтів, зменшення енергоспоживання, охорони навколишнього середовища. Вирішенню його, особливо на етапі становлення багатокладних форм господарювання, сприятиме впровадження новітніх технологій і машин, зокрема, комплексної механізації рослинництва на основі науково обґрунтованої системи машин.

Гарантоване забезпечення населення продовольством є для України одною із важливих задач. Джерелом отримання цінних олій продовольчого і технічного призначення – є олійні культури, що використовуються для виготовлення продуктів харчування та годівлі худоби, а також технічних препаратів. Україна має сприятливі природноеконімічні умови для її переробки, а отже

задоволення не лише внутрішніх потреб в рослинних жирах, а й реалізації її на зовнішньому ринку.

Рішення проблеми виробництва олійних культур тісно пов'язано зі зростанням валових зборів за рахунок підвищення урожайності й удосконалення агротехнічних прийомів їх вирощування.

Головною передумовою зміцнення кормової бази тваринництва за сучасного їх стану є поліпшення та розширення площ культурних пасовищ і сіножатей, підвищення ефективності польового травосіяння. Реалізація таких можливостей в кормовиробництві найчастіше стримується відсутністю в господарствах достатньої кількості насіння багаторічних трав. У зв'язку із глобальними змінами клімату в останні десятиліття, підвищенням температур, нерівномірності випадання опадів, що все частіше обумовлює прояви посухи внаслідок різко зменшилась продуктивність рослин.

Вступ

Продуктивність рослинництва, в значній мірі залежить від уміння отримувати доброякісне насіння, правильно його зберігати та використовувати.

Добре обробити ґрунт, внести достатню кількість органічних і мінеральних добрив, своєчасно сіяти і все зробити по догляду за рослинами, але якщо насіння за посівними та врожайними якостями погане, то бажаного результату навіть у сприятливий рік отримати практично не можливо.

На сучасному етапі розвитку агротехніки основними завданнями: Створення сприятливих водно – повітряного та теплового режимів для відповідних культур;

Забезпечення та адаптація у часі і просторі умов раціонального живлення вирощуваних культурних рослин;

Боротьба з бур'янами, шкідниками та хворобами культурних рослин; Відповідне переміщення шарів ґрунту, органічних і мінеральних добрив та рослинних решток;

Попередження вітрової та водної ерозій на посівних площах, забезпечення загальної та локальної екологічної безпеки агротехнічних прийомів.

Важливою передумовою успішного вирішення продовольчої проблеми є підвищення продуктивності тваринництва на основі інтенсифікації польового і лучного кормовиробництва, що можливе при умові успішного розвитку насінництва кормових культур.

Система насінництва багаторічних трав базується на принципі концентрації виробництва насіння окремих видів їх у найбільш сприятливих за кліматичними умовами зонах. Залежність насінневої продуктивності від екологічних факторів та агротехнічних умов вирощування, зокрема: щільності агроценозу, забезпеченості вологою, світлом та поживними речовинами залежно від етапів органогенезу. Розроблення концепції проведення агротехнічних прийомів по оптимізації умов живлення рослин злакових трав в критичні фази росту і розвитку, зокрема в період формування насінниці, з метою збільшення об'єму виходу кондиційного насіння. Система удобрення, що розроблена має базуватись на використанні мінеральних, водорозчинних добрив, які містять макроелементи та забезпечені мікроелементами (B, Mo, Mg, S) та органічних мікродобрив, асоціативних азотфіксаторів та фосфоромобілізуєчих препаратів [1].

Для потреб лукопасовищного та польового кормовиробництва України, згідно концепції його розвитку, необхідно щорічно виробляти 170 тис. тонн насіння багаторічних трав. Проте, за сучасного рівня організації насінництва, потреби виробництва не забезпечуються ні за об'ємами, ні за асортиментом. Не набула потрібного розвитку зональна спеціалізація господарств по виробництву насіння трав.

Важливе значення в інтенсивних технологіях виробництва насіння багаторічних трав має ефективна система удобрення. Потреба багаторічних злакових трав в елементах мінерального живлення значно більша, ніж в однорічних культур. Крім того багаторічні злакові трави потребують додаткового мінерального живлення протягом всього періоду вегетації. На основі проведених досліджень необхідність визначення потреби насінницьких посівів злакових трав в основних елементах живлення залежно від строку їх використання, встановити найбільш критичні по забезпеченню поживними речовинами періоди росту і розвитку рослин, дослідити вплив макродобрив і водорозчинних та органічних мікродобрив на насінневу продуктивність та посівні якості насіння.

Сучасне рослинництво в значній мірі залежить від погодних умов, які обумовлюють значні коливання продуктивності сільсько-господарських культур не тільки по країнах, але і по континентах.

Характер прояву критичних періодів і екологічної стійкості рослин залежить від співвідношення темпів їх зростання, їх біологічних потреб до факторів зовнішнього середовища, що лімітуючий рівень врожайності саме в період активної вегетації стійкість рослин до несприятливих факторів зовнішнього середовища [1]. Адаптація

сільськогосподарських культур до змін клімату визначається і такими факторами, як зміни набору вирощуваних культур, які є більш теплолюбними і засухоустійкими.

При розробці і вдосконаленні прийомів агротехніки, які забезпечать формування гібридами та сортами сільськогосподарських культур максимальної продуктивності, виникає проблема ресурсозбереження. Тому розробка найбільш ефективних прийомів вирощування сільськогосподарських культур на основі досягнень оптимального рівня генетичного потенціалу гібридів та сортів, а також проблеми зниження енерговитрат в умовах екологічного кризису в Україні є актуальним питанням.

На даний час активний розвиток землеробства в Україні потребує новітніх знань, підходів до інновацій в управлінні мінеральним живленням культурних рослин. Тому наукові пошуки були спрямовані на підвищення насінневої продуктивності сільськогосподарських культур [1; 2].

Олійні культури є джерелом отримання цінних олій продовольчого і технічного призначення, що використовуються для виготовлення продуктів харчування та годівлі худоби, а також технічних препаратів. Україна має сприятливі природноекономічні умови для її переробки, а отже задоволення не лише внутрішніх потреб в рослинних жирах, а й реалізації її на зовнішньому ринку.

1. Удосконалення агроприймів вирощування соняшнику

Для вирішення проблеми виробництва соняшника, як культури, тісно пов'язано зі зростанням валових зборів за рахунок підвищення урожайності й удосконалення агротехнічних прийомів їх вирощування. Соняшник на попереднє місце повертається через 5–6 років у ланці: чорний пар – озима пшениця – соняшник. Під соняшник основний обробіток ґрунту проводиться за системою поліпшеного зябу, яка передбачає боротьбу з бур'янами у літньо-осінній період. Оранку на глибину 20–22 см проводять у вересні – на початку жовтня. Боронування та передпосівна культивування проводяться на глибину 6–8 см. Проводити сівбу соняшнику краще в третій декаді квітня – першій декаді травня з нормою висіву насіння на 15–20 % більше від оптимальної кількості при гербіцидній технології і на 25–30 % при безгербіцидній, спосіб сівби – широкорядний. Густина стояння рослин перед збиранням: для сортів – 40–45 тис. шт./га, для гібридів – 45–50 тис. шт./га, для крупноплідних сортів – 30–35 тис. шт./га. Добрива вносять під

оранку восени: мінеральні з нормою $N_{40}P_{60}$, гній – 30–35 т/га. Під час сівби – $N_{10}P_{10}$. На соняшнику – вносять ґрунтові гербіциди в залежності від складу бур'янів (естерон, лонтрел, раундап).

Таблиця 1
Вплив применення інкрустації насіння соняшнику
на його посівні якості і польову схожість

Варіанти	Запорізький 26		Прометей		Запорізький кондитерський	
	Енергія проростання	Польова схожість	Енергія проростання	Польова схожість	Енергія проростання	Польова схожість
І строк сівби						
контроль	82,3	74,6	86,7	73,1	84,7	82,5
Колфуго супер	84,7	78,9	89,1	80,2	84,7	88,7
Роял фло	86,1	81,2	89,3	77,1	84,3	88,6
Дерозал	84,7	78,9	87,7	79,7	85,3	87,8
ІІ строк сівби						
контроль	84,7	81,9	84,8	79,8	84,9	86,1
Колфуго супер	85,1	83,9	90,3	83,1	86,2	88,4
Роял фло	86,9	84,3	90,5	83,5	86,8	87,9
Дерозал	87,2	82,3	89,5	84,2	87,1	86,9

При механічних засобах прилаштовують ротаційно-пальчаті приладдя (перший міжрядний обробіток), загортачі-окучники (другий міжрядний обробіток). Збирання врожаю соняшнику проводять при вологості насіння в кошиках 12–14 % прямим комбайнуванням. Удосконалення агротехнічних прийомів їх вирощування, одним з яких є інкрустації насіння соняшника, яка дає можливість посилити пристосувальні функції проростків до несприятливих кліматичних умов, збагатити насіння елементами живлення, захистити насіння і проростки від хвороб і шкідників, що в подальшому сприяє отриманню високих урожаїв соняшника. Зважаючи на захищеність насіння і проростків, можна здвигати строки сівби в бік більш раннього або пізнього, що дозволить забезпечити реалізацію сортами та гібридами соняшника свого генетичного потенціалу.

Застосування інкрустацій насіння підвищує стійкість проростків до несприятливих кліматичних умов, підвищує їх життєздатність, покращує обмін речовин, збагачує насіння елементами живлення, захищає насіння і проростки від хвороб і шкідників, що дозволяє забезпечити реалізацію сортами і гібридами потенціалу [3; 4]. Польова схожість при ранньому строкові сівби була більшою на 2,2–7,1 % в порівнянні з контролем, а при рекомендованому збільшувалась у Прометейу на 4,0–5,6 %, у Запорізького 28 на 0,7–3,6 %, у Запорізького 26 на 1,3 %, у Запорізького кондитерського на 2,1–3,0 % (табл. 1). Застосування інкрустації сприяло меншому зниженню густоти стояння рослин перед збиранням в порівнянні з весняною. При ранньому строкові сівби різниця густоти стояння рослин склала у Прометей – 0,6–1,0 тис. шт/га, Запорізького 26–0,7–1,1 тис. шт/га, Запорізького 28–0,8–1,0 тис. шт/га, Запорізького кондитерського – 0,3–0,8 тис. шт/га. При рекомендованому строкові сівби ця різниця була менш значною. Застосування інкрустації насіння соняшнику сприяло підвищенню урожайності при ранньому строкові сівби у гібрида Запорізький 26 на 1,4–2,5 ц/га, Запорізький 28–1,3–2,1 ц/га, Запорізький 32–1,8–2,8 ц/га, сортів Прометей – 1,0–2,7 ц/га, Запорізький кондитерський – 1,1–1,7 ц/га. При рекомендованому строкові сівби лише сорту Прометей 1,2–1,4 ц/га. У 2014 році найбільша урожайність 25,7 ц/га соняшника гібрида Запорізький 32 отримана при II строкові сівби 24 травня з густиною стояння рослин 70 тис. шт/га і шириною міжряддя 30 см. При другому строкові сівби (5.05) отримана найбільша урожайність гібрида Запорізький 32 (23,3–27,5 ц/га). Оптимальна площа живлення на 1 рослину соняшника у варіанті з максимальною врожайністю склала 1425 см².

2. Технологічні прийоми вирощування рицини

Рід *Resinus*, до якого відноситься рицина, належить до родини Молочайних (*Euphorbiaceae*), підродини *Acalyphoideae* Aschers, перехреснозапильними багаторічними рослинами. В умовах степу України рицина до приходу осінніх заморозків встигає дозріти [5]. По виходу олії вона займає перше місце серед інших культур олійного напрямку [5,8]. В її насінні міститься 55–59 % касторової олії заради якої ця рослина, головним чином і вирощується людиною. Її вносять як добрива в ґрунт, тому що вона містить близько 7 % азоту та 2 % фосфорної кислоти і вимиває на поверхню ґрунту ґрунтових шкідників [6]. Кращі попередники рицини-озими

колосові культури, кукурудза на зерно, Рицина–добрий попередник для зернових колосових, у тому числі озимих. Кормові культури після рицини висівати не слід, оскільки при засміченні їх падалицею цієї культури можливо отруєння тварин.

При вирощуванні рицини після зернових колосових культур основний обробіток ґрунту, починали з лушення стерні на глибину 6–8 см. На полях, не засмічених багаторічними бур'янами, застосовували систему поліпшеного зябу. На полях засмічених багаторічними бур'янами (осот, в'юнок і ін.), застосовувати систему пошарової обробки ґрунту. Після першого лушення, коли з'являться нащадки бур'янів, проводили лушення лемішним знаряддям, важкою дисковою чи бороною культиватором – плоскорізом на глибину 10–12 см. При необхідності до оранки здійснюють ще 1–2 поверхневі обробки, а потім у вересні – жовтні поле орють плугами з передплужниками на глибину 20–22 см. Мінеральні добрива вносять під основний обробіток ґрунту з дозою $N_{40} P_{60}$. Проводять дві культивачії – 8–10 см, для боротьби с бур'янами. Оптимальні календарні строки для посіву насіння рицини – третя декада квітня на глибину заробки насінин 6–8 см [7]. З метою знищення бур'янів після появи сходів проводилась міжрядна культивачія на глибину 6–8 см [5; 9].

Таблиця 2

Урожайність сортів рицини при різних строках сівби і густоті стояння рослин

Сорт (А)	Густина стояння рослин, тис.шт/га (С)	Строк сівби (В)		
		I	II	III
Громада	30	1,73	1,73	1,52
	40	1,77	1,76	1,57
	50	1,76	1,71	1,65
	60	1,81	1,75	1,69
Хортицька 1	30	1,69	1,64	1,63
	40	1,81	1,73	1,68
	50	1,74	1,77	1,70
	60	1,72	1,78	1,73
Хортицька 3	30	1,52	1,51	1,37
	40	1,58	1,56	1,47
	50	1,67	1,64	1,55
	60	1,59	1,63	1,61
НІР _{05 т/га} (А) 0,03–0,05 (В) 0,02–0,03 (С) 0,06–0,07				

Рицина відрізняється від інших культур своєї багаторічністю – вона вегетує до морозів. З 100–130 днів вегетації 50–90 днів доводиться на плодоутворення. Період дозрівання плодів характеризувалась побурінням і підсиханням коробочок і частковим обпаданням листя. Збирання рицини ефективне при десикації посівів. Цей важливий агротехнічний прийом забезпечує припинення вегетації рослин, їх облистненість, підсушування коробочок на кореню, дає можливість збирати в оптимальні агротехнічні строки. Десикація проводиться в пізні терміни (жовтень), коли температура повітря опускається нижче 10 °С, не дає ефекту. Рицину збирають двома способами: двофазним і однофазним. Двофазний спосіб передбачає збір плодів (коробочок) машиною, їх подальшу сушку і обмолот в стаціонарних умовах. Для його здійснення застосовують переобладнанні зернозбиральні комбайни і спеціальні молотарки. При однофазному способі від спеціалізованих комбайнів основну частину урожаю насіння одержують в обмоченому і обчищеному вигляді. Зменшення густоти стояння рослин до 30 тис./га підвищує насінневу продуктивність однієї рослини. При цьому збільшення врожаю відбувалося за рахунок бокових китців, що приводило до затримки збирання врожаю. Максимально високий врожай на центральних китицях отримано при середньому строковій сівбі у сорта Громада – врожайність склала 1,17 т/га дещо нижче за раннього строку сівби – 1,06 т/га та 0,92 т/га – показник склав у сортів Хортицька 1 і Хортицька 3. Найвищий рівень урожайності з центральних з центральних китиць було отримано за густоти стояння рослин 60 тис./га у сорта Громада – 1,17 т/га, дещо нижчим – 1,08 т/га та 1,01 т/га – цей показник був відповідно у сортів Хортицька 1 і Хортицька 3.

3. Технології вирощування сої

Соя – унікальна білкова й олійна культура світового рослинництва. Рід *Glycine* кращими попередниками сої є озимі і ярі зернові культури, кукурудза на зелений корм і силос. Сою сіють також після овочевих, кормових культур, кукурудзи на зерно. Повертати сою на попереднє місце рекомендується не раніше, ніж через 2 роки. Основний обробіток ґрунту. Після збирання попередньої культури на посівах сої проводять дво-триразове луціння стерні. Перше – дисковими луцільниками на глибину 6–8 см, слідуючі – лемішними на глибину 12–14 см, оранку проводять на глибину 27–30 см. Не рекомендується застосовувати безотвальний та поверхневий обробітки ґрунту.

Органічні добрива під сою вносять під попередник. Перш за все необхідно застосовувати бактеріальні добрива, ризоторфін. Обробляють насіння в день сівби. Норми мінеральних добрив встановлюють залежно від вмісту поживних речовин в ґрунті. Фосфорні і калійні добрива (P₄₅₋₆₀ K₄₅₋₆₀) вносять під зяблеву оранку. Азотні добрива при дотриманні вимог агротехніки не застосовують. Стартову дозу азоту (N₂₀₋₃₀) дають під культивуацію на бідних ґрунтах та після гірших неудобрених попередників. Насіння перед сівбою обробляють мікроелементами – цинк, бор, кобальт, молібден. Обробіток ґрунту в допосівний період. При досяганні фізичної спілості ґрунту проводять вирівнювання зябу волокушами або культиваторами на глибину 8–10 см. Далі проводять передпосівну культивуацію на глибину заробки насіння – 4–5 см

Сівба сої проводиться в другій декаді травня при стійкому прогріванні ґрунту до 12–14 °С на глибині заробки насіння 45 см, з нормою висіву 600–700 тис. шт./га для ранньостиглих та середньоранніх сортів, для середньостиглих і середньопізніх – 500–600 тис. шт./га, спосіб сівби – широкорядний. Боронування та передпосівна культивуація проводяться на глибину 6–8 см для сої, на 3–4 см. Вносять гербіциди: гезагард 50 % с.п., дуал 95 % к.е., раундап 35 % в.р., харнес 81,5 % к.е. Досходове і післясходове боронування проводять коли бур'яни знаходяться у фазі «білої ниточки», друге боронування у сої проводиться не раніше появи першої пари справжніх листків [11; 12].

Таблиця 3

Врожайність сої в залежності від способів сівби та норми висіву

Сорт	Ширина міжряддя, см	Норма висіву млн/га	Врожайність ц/га
Сонячна	15	0,3	24,0
		0,5	26,8
		0,7	29,0
	30	0,3	23,8
		0,5	26,5
		0,7	27,2
	60	0,3	21,9
		0,5	26,7
		0,7	23,5
НСР _{0,95} ц/га по сортам 0,83 0,81 0,7 по способам посіву 1,02 1,00 0,87 по нормам посіву 1,01 0,86 0,87			

При необхідності на посівах сої за 7–10 днів до збирання проводиться десикація хлоратом магнію (20–30 кг/га). Сою починають збирати у фазі повного дозрівання при вологості зерна 14–16 % способом прямого комбайнування. Зібране та очищене насіння зберігати при вологості 14 % в сухих добре очищених і продезинфікованих приміщеннях. Під час зберігання слідкують за вологістю і схожістю насіння. Аналіз врожайності залежно від норм висіву показав, що збільшення норми висіву з 0,3 до 0,5 млн шт. схожого насіння на 1 га призводило до збільшення врожайності в обох сортів за всіх способів посіву. Найбільша врожайність насіння сої у сорту Аркадія одеська забезпечував посів із міжряддями 15 та 30 см, у сорту Сонячна з міжряддями 30 та 60 см. Збільшення норми висіву з 0,3 до 0,5–0,7 млн/га призводило до збільшення врожайності в обох сортів за всіх способів посіву. Максимальна врожайність отримано: у сорту Аркадія одеська при посіві з шириною 30 см та нормою висіву 0,7 млн/га (26,8 ц/га), у сорту Сонячна при посіві з шириною міжрядь 30 см та нормою висіву 0,5 млн/га (27,9 ц/га)

4. Технології вирощування молочаю

Молочай олійний (*Euphorbia lathyris*) відноситься до родини *Euphorbiaceae*, роду *Euphorbia*. Його насіння містить 50–52 % жиру за хімічним складом дуже близького до оливкового. За вмістом олеїнової кислоти вона стоїть на першому місці серед усіх вивчених рослинних олій. За даними німецьких вчених, при урожайності насіння молочаю олійного 2,0 т/га збір олії становить 1,0 т/га [11]. Зона півдня України за ґрунтовими та кліматичними умовами придатна для вирощування молочаю олійного. Однак, приймаючи до уваги тривалий вегетаційний період молочаю олійного, лімітуючим фактором при його вирощуванні в степовій зоні України є волога, її запаси в ґрунті й раціональне використання. Молочай олійний вибагливий до родючості і обробітку ґрунту. Найкраще його сіяти в озимому клину сівозміни по зайнятих удобрених парах з тим, щоб після нього сіяти просапні культури. Потрібно звернути увагу, що падалиця може завдати непоправної шкоди тваринництву, після молочаю олійного зернові і кормові культури сіяти не можна.

Після збирання попередника проводять лущення стерні з подальшою оранкою на глибину 22–25 см. Під зиму (кінець жовтня) разом з посівом проводять чизелювання на глибину 30–35 см. Краще сіяти широкорядним способом з міжряддям 45–60 см,

з нормою висіву 25–35 кг/га. Одними з основних елементів агротехніки вирощування сільськогосподарських культур, які в значній мірі впливають на їх коефіцієнт водоспоживання, тобто раціональність використання вологи з ґрунту, є строки сівби та густота стояння рослин. Актуальність даної проблеми, а також відсутність в науковій літературі даних що до вивчення водоспоживання молочаю олійного в залежності від умов вирощування в степовій зоні України, були проведені дослідження залежності водоспоживання молочаю олійного від строків сівби та норм висіву насіння. Збір врожаю проводиться під час досягання насіння на променах 4–5 – го порядків, що припадає на середину вересня. Від вмісту вологи в ґрунті залежать життєві процеси рослин, а також інтенсивність біологічних, хімічних і фізико-хімічних процесів, які відбуваються в ґрунті, впливаючи на пересування речовин, повітряний, поживний, тепловий режими та його фізико-хімічні властивості. Дефіцит вологозабезпеченості ґрунту призводить до значного уповільнення росту та розвитку рослин, зменшення урожайності сільськогосподарських культур. Оскільки кількість атмосферних опадів є фактором лімітуючим урожай сільськогосподарських культур в степовій зоні України, то коливання урожайності досягають 40–60 %. Крім того, особливістю водного балансу орних земель Степу України є те, що від 33 до 50 % річної суми опадів витрачається непродуктивно, без користі для врожаю. Частина вологи опадів витрачається на фізичне випаровування з поверхні ґрунту і з поверхні листків рослин, частина – на інфільтрацію за межі шару в якому розташоване коріння, частина – на поверхневий стік у долини річок та басейни. Найбільша врожайність отримана при першому строковій сівби і склала 1,67–1,86 т/га. При сівбі у другий та третій строки врожайність знижувалась до 1,40–1,66 т/га і 1,34–1,60 т/га відповідно. Оптимальною густотою стояння рослин при сівбі з шириною міжрядь 45 см виявилась 250 тис./га, а при сівбі з шириною міжрядь 70 см – 200 тис/га Враховуючи сумарне водоспоживання та рівень врожайності встановлено, що найбільш раціонально ґрунтова волога використовувалась при сівбі у більш ранній строк.

Коефіцієнт водоспоживання при цьому склав на посівах з міжряддям 45 см–162,1–164,5 м³/т; на посівах з міжряддям 70 см – 172,2–177,3 м³/т. При сівбі у більш пізні строки сумарне водоспоживання зростало, а врожайність при цьому зменшувалась, що сприяло значному збільшенню коефіцієнта водоспоживання.

Сівба молочаю олійного в більш пізні строки призводила до зменшення сумарного водоспоживання. Водоспоживання молочаю олійного в значній мірі залежало від строків, способів сівби та густоти стояння рослин. За роки досліджень сівба у більш ранні строки призводила до зменшення водоспоживання посівів молочаю олійного. При сівбі у I декаді квітня сумарне водоспоживання склало – 2958–3057 м³/га; у II декаді квітня – 2880–2958 м³/га; у III декаді квітня – 2857–2903 м³/га. Найбільш раціонально ґрунтова волога використовувалась при сівбі молочаю олійного у ранній строк з шириною міжрядь 45 см. Коефіцієнт водоспоживання склав 1641–1655 м³/т.

5. Технологічні процеси вирощування льону

Льон олійний – важливе джерело сировини для виробництва технічної олії в нашій країні. Насіння його містить 42–50 % жиру, який швидко висихає. Він належить до родини Льонових (Linaceae D.) [15]. Сучасна технологія льону олійного – це мінімалізована енерго- (ресурсо-) зберігаюча й екологічно безпечна технологія. Льон олійний висівають через 6–7 років, після багаторічних трав. Основний обробіток ґрунту проводиться за системою поліпшеного зябу, яка передбачає боротьбу з бур'янами у літньо-осінній період. Оранку проводять на глибину 20–22 см. Боронування та передпосівна культивування проводяться на глибину на 3–4 см для льону олійного. Сівба льону олійного проводиться слідом за сівбою ранніх ярих зернових з нормою висіву 4,0 млн шт. схожих насінин на 1 га при суцільному посіві, при широкорядному способі посіву норма висіву 3,0 млн шт. схожих насінин на 1 га. Для сівби використовують зернові сівалки СЗ-3,6; СЗТ-3,6.

Добрива вносять під оранку восени: мінеральні з нормою N_{40–60}, P₆₀. Обов'язковим є післяпосівне коткування посівів дрібнонасіневих олійних культур льону олійного, ріпаку озимого). При утворенні поверхової кірки – досходове боронування проводиться легкими зубчастими або ротаційними боронами поперек рядків. Азотне добриво – аміачна селітра – 34,5 д.р., фосфорне – суперфосфат простий – 19,5 д.р. Посів проводити в оптимально ранні строки, одночасно з ранніми яровими культурами. Підживлення рослин проводять у фазі «ялинки» суперфосфатом P₁₅ та калійною сіллю 0,7 ц/га (на ґрунтах з дефіцитом калію). Льон олійний збирають роздільним способом, скошування рослин у валки проводиться коли вологість насіння становить 25–35 %.

Підбирають валки – коли насіння набуде 10–12 % вологості. При використанні комбайнів з двобарабанним апаратом (СДК-5, СК-6). Запаси води в шарі ґрунту 0–100 см становили від 272,3 мм до 315,2 мм. Норма висіву – 4,0 млн схожих насінин/га. В досліді вивчалися два сорти льону олійного селекції Інституту олійних культур Дебют та Південна ніч.

Основну кількість добрив внесли під зяб, а в трьох варіантах (6,8,10) ще й перед посівом різні дози азоту. Порівнюючи дані по сортах, видно, що вони сформували приблизно однаковий урожай. По сорту Дебют він був дещо вищий, але фактична густина стояння у цього сорту була вища, ніж у сорту Південна ніч. Складні погодні умови, тривала засуха, дефіцит води в період сходи-бутонізація, коли закладаються і формуються репродуктивні органи льону олійного і потреба в поживних речовинах найбільша, не дозволяє в повній мірі використати рослинам дію мінеральних добрив. Підвищення продуктивності льону в великій мірі проявляється в роки з сприятливим зволоженням. Вегетаційний період 2014 року по рівню опадів перевищував середньобагаторічні показники в середньому на 40,1 мм. Такий рівень води дозволив рослинам льону достатньо повно використати свій потенціал і сформувати високий урожай насіння в цілому. Так на контролі (в варіанті без добрив) урожайність по обох сортах була на рівні – 21,4 ц/га у сорту Південна ніч і 21,6 ц/га у сорту Дебют. В інших варіантах з внесенням різних доз азотно-фосфорних добрив рівень урожайності був вищий по всіх варіантах.

6. Технології вирощування рижю

Рижій відноситься до роду хрестоцвітних к роду *Camelina*, не заселяється шкідниками та не уражується хворобами [12; 13]. Кращими попередниками є горох, картопля, колосові та інші культури які дають можливість з осені добре підготувати та вирівняти ґрунт. Після збирання попередника (колосових хлібів) ґрунт лущать дисковими знаряддями (ЛДГ-10, ЛДГ-15, БД-10, БДТ-7) на глибину 6–8 см, потім орють на 20–22 см. На засмічених багаторічними бур'янами полях здійснюють систему посиленого зяблевого обробітку з використанням гербіциду 2,4 Д (1,5–2,0 кг/га д. р.), раундап д.р. 4–6 л/га, не пізніше ніж за 2–3 тижні до оранки. Оранку на глибину 20–22 см, та поверхневої на 10–12 см обробітку ґрунту. Прийоми обробітку в системі поліпшеного зябу рекомендується чергувати так, щоб домогтися повного знищення бур'янів.

Таблиця 5

**Вплив строків сівби, норм висіву і строків збирання
на олійність та врожайність насіння рижію ярого
сорту Степовий**

Строк сівби	Норма висіву млн/га	Строк збирання	Олійність насіння %	Врожайність насіння, ц/га	Вихід олії, г
I	5,0	I	40,4	13,2	469
		II	40,6	13,6	486
	6,0	I	40,0	14,8	521
		II	40,3	14,6	518
	7,0	I	39,9	13,7	481
		II	40,2	13,4	474
II	5,0	I	39,4	8,9	309
		II	39,4	9,2	319
	6,0	I	39,1	10,1	348
		II	39,0	9,9	340
	7,0	I	39,2	9,2	317
		II	39,3	9,1	315
III	5,0	I	30,3	4,1	109
		II	30,3	0,4	107
	6,0	I	29,6	5,3	138
		II	29,4	0,7	181
	7,0	I	29,5	4,6	119
		II	29,7	0,6	157
НСР ₀₉₅ , ц/га по строках сівби 0,45 0,21 по нормам висева 0,45 0,21 по строкам збирання врожаю 0,17					

Перше луцення проводять після збирання попередника дисковими знаряддями (ЛДГ-10, ЛДГ-15, БД-10, БДТ-7) на глибину 6–8 см, друге й третє – в міру відростання бур'янів (ППЛ-10–25), (БД-10, БДТ-7), (КПС-4) чи (КПШ-5, КПШ-9) на глибину 8–10 і 10–12 см. Оранку проводять у жовтні на глибину 25–27 см. Мінеральні добрива вносять під основний обробіток ґрунту у нормі N₄₀P₆₀. Якщо восени ґрунт не вирівнювали, то при досяганні ним фізичної зрілості слід провести боронування БЗТС-1,0 або БЗСС-1,0 боронами зі шлейфами. Передпосівний обробіток ґрунту здійснюється культиваторами УСМК-5,4, КПС-4 безпосередньо перед посівом. Через мілке загортання насіння перед посівом ґрунт

ущільнюють котками. Посів рижю можна проводити в ті ж строки, як і для посіву ранніх ярих культур, тобто до повної стиглості ґрунту до сівби, суцільним рядковим способом з нормою висіву 8–10 кг/га. Для сівби використовують сівалки «Клен-6», СЗТ-3,6.

Оптимальна глибина заробки насіння – 2–3 см. При пересиханні посівного шару ґрунту глибину заробки насіння збільшують до 4–5 см з обов'язковим коткуванням посіву кільчасто-зубчастими або кільчасто-шпоровими котками. Збирання рижю проводять роздільно або прямим комбайнуванням. Збирають його зерновими комбайнами, обов'язково обладнаними для дрібнонасінневих культур. Відразу ж після збирання проводять первинне очищення від домішок зелених рослин та соломи, а потім уже кінцеве очищення. Зберігають насіння при вологості 10–11 %. Найбільша врожайність отримана при I строки посіву з нормою висіву насіння 6,0 млн шт./га, а при II строковій посіву – 7,0 млн шт./га. Застосування мінеральних добрив сприяло підвищенню врожайності рижю сорту Степовий 1 на 0,7–2,7 ц/га. Найбільша врожайність 12,9 ц/га отримана при внесенні $N_{30}P_{90}$ під основний обробіток ґрунту. Внесення тільки азоту в дозі N_{30} і фосфору P_{45} , теж дало приривку врожаю по відношенню до контролю на 0,6 і 1,8 відповідно.

7. Технології вирощування сафлору культурний

Рід *Carthamus* родина Айстрових – це культура, пристосована до ранньовесняного висіву, але дуже вибаглива до тепла в період цвітіння і дозрівання [14; 15]. Сучасне рослинництво в значній мірі залежить від погодних умов, які обумовлюють значні коливання продуктивності сільськогосподарських культур. Характер прояву критичних періодів і екологічної стійкості рослин залежить від співвідношення темпів їх зростання, їх біологічних потреб до факторів зовнішнього середовища, що лімітують рівень врожайності, а саме в період вегетації стійкість рослин до несприятливих факторів зовнішнього середовища.

Кращими попередниками для сафлору є озима пшениця, яку висівають по пару або після трав, а також просапні культури. Сафлор – добрий попередник для ярих колосових культур. Технологія вирощування сафлору така ж, як і соняшнику. Оранка на 20–22 см. На засмічених багаторічними бур'янами полях здійснюють систему посиленого зяблевого обробітку з використанням гербіциду 2,4 Д (1,5–2,0 кг/га д. р.), не пізніше ніж за 2–3 тижні до оранки.

Таблиця 6

**Вплив способів основної обробки ґрунту
на врожайність сафлору**

Спосіб обробки ґрунту	Урожайність ц/га		
	2013 г.	2014 г.	середня
Оранка, ПН-5-35 (контроль)	13,1	14,6	13,9
Безотвальная, ПРПВ-5-50	12,7	14,3	13,5
Поверхностная, БДТ - 7	12,5	13,7	13,1
НСР ₀₉₅ , ц/га 0,56 0,71			

Прийоми обробітку в системі поліпшеного зябу рекомендується чергувати так, щоб домогтися повного знищення бур'янів. Перше лущення проводять після збирання попередника дисковими знаряддями (ЛДГ-10, ЛДГ-15, БД-10, БДТ-7) на глибину 6–8 см, друге й третє – в міру відростання бур'янів багатолемішними плугами (ППЛ-10-25), важкими дисковими боронами (БД-10, БДТ-7), паровими культиваторами (КПС-4) чи культиваторами-плоскорізами (КПШ-5, КПШ-9) на глибину 8–10 і 10–12 см. Оранку проводять у жовтні на глибину 25–27 см. Мінеральні добрива вносять під основний обробіток ґрунту N₄₅ P₆₀ K₄₅. Обробіток ґрунту в до посівний період. Якщо восени ґрунт не вирівнювали, то при досяганні ним фізичної зрілості слід провести боронування важкими БЗТС-1,0 або середніми БЗСС-1,0 боронами зі шлейфами. Передпосівний обробіток ґрунту здійснюється культиваторами УСМК-5,4, КПС-4 безпосередньо перед посівом. На вирівняних з осені полях боронування весною не проводиться, а виконується тільки передпосівна культивація на глибину загортання насіння 5–6 см. Посів проводять у ранні строки з шириною міжрядь 45 см та густотою стояння рослин 280 тис./га, або з міжряддями 70 см та густотою 240 тис./га. Посіви обов'язково коткують кільчастощпоровими котками. Догляд за посівами складається з післясходового боронування поперек рядків та 2–3 розпушуваль міжрядь. Сафлор збирають прямим комбайнуванням, бо насіння з кошика при досяганні не висипається. Зберігають насіння при вологості 13%. В кінцевому підсумку умови вирощування відбилися на урожайності сафлору. Найбільша врожайність 12,9–15,1 ц/га в середньому за три роки отримана при першому

строкові (ранньому) посіву. Більш пізній посів знизив врожайність на 1,5-ц/га.

Найкращим способом основного обробітку ґрунту під сафлор за роки досліджень була оранка. Більш ранній строк посіву сприяв збільшенню врожаю врожаю порівняно з другим строком на 2,2–2,8 ц/га. Велика врожайність сформована при посіві з шириною міжрядь 45 см і густотою стояння рослин 280 тис/га. Оптимальна густота стояння рослин в двох строках сівби з шириною міжряддя 45 см була 280 тис/га та шириною міжряддя 70 см – 240 тис/га. Зменшення або збільшення густоти стояння рослин призводило до зниження врожайності. Збільшення ширини міжрядь з 45 до 70 см призводить до зниження врожайності на 0,1–1,2 ц/га при першому строкові на 0,5–1,1 ц/га при другому строкові посіву. Таким чином, найкращий спосіб основної обробки ґрунту під сафлор – оранка. Ранній строк сівби сприяє збільшенню врожаю в порівнянні з другим строком сівби на 2,1–2,7 ц/га. Найбільша врожайність сформована при сівбі з шириною міжряддя 45 см та густотою стояння рослин 280 тис/га.

8. Технології вирощування кунжуту

Належить до стародавніх культурних олійних рослин. Рід *Sesamum L.* Технологічний проект вирощування кунжуту на півдні України такий, як і для інших теплолюбних просапних культур (рицина, арахіс), але має свої особливості. Необхідно враховувати, що ця культура – дрібнонасінна рослина з глибиною заробки насіння не більше 3–4 см. З урахуванням пізнього строку сівби (при прогріванні ґрунту до 16–18 °С) та ймовірно висихання посівного шару ґрунту, ефективно вирощування кунжуту можливе лише за умов зрошення. Кращими попередниками кунжуту є зернові культури, які йдуть по чистих парах, або просапні культури та бобові культури. Кунжут поглинаючи велику кількість поживних речовин, він сильно виснажує ґрунт, тому основне внесення мінеральних добрив у дозах $N_{90}P_{90}K_{60}$. Добре реагує кунжут на органічні добрива – гній, компост.

Передпосівний обробіток ґрунту на вирівняних з осені полях, відсутність багаторічних бур'янів, відсутність брил [17; 18]. Весною зяб боронують, або культивують на глибину 8–10 см з боронуванням, перед посівом проводять передпосівну культивуацію з внесенням гербіциду трифлан на глибину загортання насіння 4–6 см, передпосівне коткування. Проводять посів при температурі

грунту – 14–18 молочаю олійного С на глибину заробки насіння 4–5 см, ширина міжряддя 45–70 см, сівалки СО – 4,2. Після посіву проводять 3–4 міжрядні обробки [18]. Збір врожаю з розтріскуючими коробочками проводиться роздільним способом. До скошування приступають при побурінні нижніх коробочок (до їхнього розкриття), коли насіння набуде характерного забарвлення.

Слід відмітити, що показники елементів продуктивності кунжуту при сівбі з міжряддям 45 см були вищими в порівнянні з посівом з міжряддям 70 см. Сівба кунжуту з шириною міжрядь 45 см забезпечила вищий рівень урожайності в порівнянні із сівбою з шириною міжрядь 70 см як на богарі, так і на зрошенні. Використання інкрустації насіння дає можливість посилити пристосувальні функції проростків до несприятливих кліматичних умов, підвищити життєздатність проростків, посилити обмін речовин, збагатити насіння елементами живлення, захистити насіння і проростки від хвороб і шкідників, що в подальшому сприяє отриманню високих урожаїв кунжуту та льону олійного, забезпечує реалізацію сортами свого генетичного потенціалу.

9. Технології вирощування багаторічних злакових трав

Відмінною особливістю багаторічних злакових трав є їх довговічність і властивість утворювати нові надземні пагони. Для посіву трав на насіння зяблева оранка є обов'язковим агроприйомом. У системі передпосівного обробітку ґрунту проводять вирівнювання поля шлейфами та боронами і коткують. Доцільно застосовувати агрегати типу Європак Котві, КОМВІ, Атлас, Європак 600, коли в одному проході агрегату виконуються всі операції по передпосівній підготовці ґрунту. При весняному посіві проводять культивуацію з одночасним боронуванням та до- і післяпосівним коткуванням. Система удобрення включає внесення меліоративних матеріалів, органічне добриво, основне внесення мінеральних туків та підживлень. Ґрунти, що мають рН нижче 5,5 мають бути провапновані. Вапно доцільно вносити під попередні культури в сівозміні перед зяблевою оранкою. Органічні добрива вносять під зяблеву оранку за 1–2 роки до сівби трав в нормі 30–40 т/га гною на ґрунтах, що бідні на поживні речовини і 20–30 т/га на середньо забезпечених. Для трав озимого типу розвитку, в яких восени закладаються генеративні пагони азотні добрива необхідно внести в два прийоми. У роки використання насінневих травостоїв злакових трав основна роль азотних підживлень полягає у

створенні сприятливих умов для рослин у літньо-осінній період кушіння, особливо інтенсивному їх розвитку навесні, а саме в серпні-початку вересня, що сприяє формуванню генеративних пагонів.

Злакові трави ярого типу за умов весняного безпокровного посіву можуть в той же рік формувати генеративні стебла і забезпечити урожай насіння, а в наступні роки формують урожай насіння і з другого укосу (райграс високий і пажитниця багатоквіткова, тимофіївка лучна, пирій безкореневищний, тонконіг болотний). Існує група трав напіввозимого типу. В перший рік життя вони розвиваються як озимі, а в наступні як ярі, тобто формують генеративні пагони з другого укосу. Це мітлиця біла, лисохвіст лучний і стоколос безостий. Для широкорядної сівби найкраще застосувати сівалки точного висіву – «Містраль», «Клен-6» з електронною системою контролю норми висіву (ВСС). Використовують також овочеві сівалки СО-4,2, переобладнані бурякові, ССТ-12Б, пневматичні СУПН-8А та ін., а для звичайного рядкового посіву – СЛТ-3,5, СУТ-4,7, СЗТ-3,6, СЗТ-3.6А, СТС-2,1, СКК-12 та ін. Малі норми висівають із застосуванням баласту. На широкорядних безпокровних посівах у рік посіву проводять два рихлення міжрядь. Перше рихлення – після означення рядків на глибину 3–5 см, друге – у фазі кушіння (5–7 см) [20]. На суцільних безпокровних посівах трав у перший рік життя бур'яни знищують 1–2 разовим підкошуванням (до початку їх цвітіння) з наступним збиранням рослин з поля. Сіють злакові трави, як покривну культуру, використовують ярий ячмінь, овес, вико-вівсяні та інші суміші на зелений корм. Під ярі зернові культури трави висівають одночасно або не пізніше 7 днів після їх посіву, під озимі – при першій можливості виїзду в поле. Літній посів деяких швидкоростучих злакових трав можливий, але не на великих площах, тому що врожай насіння на таких ділянках залежить від погодних умов, які створюють труднощі не тільки організаційного порядку (затяжні дощі), але й затримують ріст і розвиток рослин (затяжна посуха).

Посіви багаторічних трав після збирання покривної культури в умовах теплої і вологої погоди швидко переростають, що може стати причиною незадовільної їх зимівлі. Тому скошування їх повинно бути проведено не пізніше ніж за 4–5 тижнів до кінця вегетації злакових трав на висоті 12–14 см. На посівах трав минулих років наповесні проводять обробіток в 1–2 сліди голчастими боронами, культиваторами обладнаними долотами, а в окремих

випадках на посівах третього року користування і дисковими лушчильниками. На посівах трав минулих років напровесні проводять обробіток в 1–2 сліди голчастими боронами, культиваторами обладнаними долотами, а в окремих випадках на посівах третього року користування і дисковими лушчильниками. Злакові трави збирають переважно прямим комбайнуванням. Проте види, дуже схильні до осипання, а також полегли і нерівномірно дозріваючі травостої доцільно збирати роздільно.

Значний вплив на величину одержаного урожаю є оптимальні строки і способи збирання. Запізнення із збиранням на 2–3 дні призводить до втрат 30–50 % урожаю, проте і передчасне збирання призводить до значних його втрат через неповний вимолот. Крім того передчасне збирання збільшує на 10–15 % кількість фізіологічно недорозвинутого насіння, що впливає на його якісні посівні характеристики. Елементом новизни інтенсивних технологій, що будуть розроблені, є диференційований підхід до забезпечення насінницьких посівів злакових трав елементами життєдіяльності залежно від фізіологічної потреби в окремі етапи органогенезу, що дозволить регулювати процес плодоутворення. Найбільшим приростам висоти сприяли добрива, внесені в основне удобрення. Так при внесенні N_{60} висота генеративних пагонів порівняно з варіантом без добрив залежно від сорту зростала на 9,0–11,1 см, вегетативних – на 6,2–10,6 см, при внесенні мінеральних добрив в повному складі ($N_{60}P_{45}K_{45}$) спостерігалось подальше зростання висоти генеративних пагонів на 8,1–12,7 см, вегетативних – 6,8–7,1 см, що в загальній сумі склало для генеративних пагонів 17,1–23,8, вегетативних – 13,0–17,7 см.

Проведеними дослідженнями встановлено, що кількість генеративних і вегетативних пагонів залежала від фону мінерального живлення. Найбільший вплив на кількість пагонів мали мінеральні добрива, внесені в основне удобрення. Так, на варіанті без добрив кількість генеративних пагонів для сорту Всеслав в середньому за 2015–2019 роки склала 100 шт./м², а при внесенні N_{60} – 151 шт./м², при внесенні $N_{60}P_{45}K_{45}$ – 183 шт./м². Для сорту Всеслав в середньому за 2016–2020 роки ці показники склали відповідно 122; 180, та 208 шт./м². Збільшення кількості продуктивних пагонів від внесення N_{60} і $N_{60}P_{45}K_{45}$ в основне удобрення становило 51 і 83 шт./м² для сорту Марс та 58 і 86 шт./м² для сорту Всеслав [21]. Внесення в ґрунт фосфорних добрив спричиняє нестачу цинку для рослин,

а застосування калійних добрив – магнію. На доступність хром елементів для рослин впливає також реакція ґрунтового розчину. Ознакою стиглості насіння злакових трав є їх осипання з верхівок (5–10 %) суцвіття при легкому ударі суцвіття по долоні. У зв'язку з цим виникає проблема розробки і застосування більш ефективних методів визначення стану готовності травостою до збирання, які порівняно з оцінкою за зовнішніми ознаками дозволяли б вибрати оптимальні строки збирання врожаю, що значно зменшило б втрати насіння під час обмолоту [22]. Оптимальна вологість насіння під час збору врожаю – 35 %, за цих умов врожайність за роки проведення досліджень для костриці тонколистої склала 391 кг/га, а мітлиці тонкої – 479 кг/га. Під час збирання насіння з вологістю 30 % врожайність зменшувалася на 9 кг/га у костриці тонколистої, або на 2,4 %, а у мітлиці тонкої – на 7 кг/га, або на 1,5 % (таблиця 1). Коли збирали насіння за вологості 45 і 40 %, врожайність костриці тонколистої Барва склала 223 кг/га, а мітлиці тонкої Юнона – 345 кг/га і була нижчою на 14,6 і 15,4 % через неповний обмолот.

Втрати врожаю значно зростають через природне осипання і видування з комбайна насіння з незначною фізичною масою під час обмолоту. Єдиною перевагою строків збирання за вологості 25 і 20 % є те, що насіння мають меншу вологість і містять незначну кількість домішок, і це полегшує процес їх досушування і очищення. На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що кострицю червону доцільно збирати прямим комбайнуванням за вологості насіння 35–30 %. Це дозволяє зібрати насіння з найменшими втратами і з високими посівними якостями. Більш раннє збирання врожаю (за вологості 40–45 %), а також пізнє (за вологості 20–25 %) призводить до втрати 20–50 % насіння. Показники структурного аналізу врожаю насіння костриці червоної сорту Айра і тонколистої сорту Барва, зокрема маса 1000 насінин, залежали від строків збирання врожаю. За вологості насіння 30–20 % маса 1000 насінин становила 0,82–0,85 г. Проведення їх обмолоту за вологості насіння 45 і 40 % призводило до зменшення маси 1000 насінин на 0,15 і 0,11 г порівняно з оптимальним терміном збирання врожаю за вологості 30–35 %.

10. Технологія вирощування багаторічних бобових трав

Багаторічні бобові трави – переважно перехреснозапильні ентомофільні рослини. Основними їх запилювачами (крім люцерни)

є медоносні бджоли, допоміжними – дикі комахи. У системі передпосівного обробітку ґрунту проводять вирівнювання поля шлейфами та боронами і коткують. Це створює дрібногрудочкову структуру ґрунту і сприяє збереженню вологи та створенню на глибині загортання насіння ущільненого шару, що є необхідною передумовою одержання дружних сходів. Для цього доцільно застосовувати агрегати типу Європак Котві, Ехріот 3,2–6,7, Компактор, Систем, Корунд, Європак 600, коли в одному проході агрегата виконуються всі операції по передпосівній підготовці ґрунту. При весняному посіві проводять культивуацію з одночасним боронуванням та до- і післяпосівним коткуванням. Серед насіння бобових трав зустрічаються тверді насінини, які тривалий час (до кількох років) не бубнявляють у воді чи вологому ґрунті. Кількість їх коливається по роках, іноді досягає 25–30 %, а в козлятник східного цей показник досягає 45–48 % і більше залежно від погодних умов в період формування насіння. При зберіганні, особливо в сухому місці, схожість його підвищується протягом трьох років, а кількість твердого насіння знижується до 4 %. Період сівба-сходи, залежно від вологості ґрунту та температурного режиму, триває 5–18 діб. Через 4–5 днів після появи першої пари сім'ядольних листків з'являється перший справжній листок. На 16–25-й день після сходів формується стебло, на 25–32-й день починається його галуження.

Бобові трави розвиваються як рослини ярого типу – при безпокровній весняній сівбі зацвітають і дають насіння. Проте, у більшості видів (за винятком люцерни і конюшини лучної), насіння у рік сівби не збирають. У рік сівби люцерна починає цвісти через 60–70 днів, дозрівання насіння настає через 135–150 днів після появи сходів. Значним гальмом для росту насінневої продуктивності бобових трав, зокрема люцерни посівної, конюшини лучної, еспарцету, буркуну білого є підвищена кислотність ґрунту, яка лімітує позитивну дію інших елементів технології вирощування. Так, оптимальне значення рН для люцерни 7–7,5, що сприяє утворенню до 350 кг/га азоту в ґрунті внаслідок азотфіксації бульбочковими бактеріями. При рН 5,0 ця культура накопичує всього 40 кг/га азоту, а при рН 4–4,5 вона зовсім не росте.

Органічні добрива вносять під зяблеву оранку за 1–2 роки до сівби трав в нормі 30–40 т/га гною на ґрунтах, що бідні на поживні речовини і 20–30 т/га на середньо забезпечених. Під бобові трави ефективним є внесення молібденових добрив (молібденово-кислий

амоній) – 0,3 кг/га на початку відростання, борних (борна кислота) – 1,0 кг/га та водорозчинних (плантафол 5; 15; 45) – 1,0 кг/га в фазу стеблуння. Прибавка урожаю насіння складає 25–30 %. На карбонатних ґрунтах високий ефект забезпечує внесення борних добрив: борат магнею (2,0 кг/га бору) під культивуацію або борна кислота або бура (0,25–0,50 кг/га бору) в період бутонізації рослин методом їх обприскування у поєднанні із застосуванням інсектицидів. Багаторічні бобові трави в симбіозі з бульбочковими бактеріями здатні засвоювати азот атмосфери і нагромаджують його від 150 до 310 кг/га, внаслідок чого вони взагалі не потребують внесення азотних добрив.

При розміщенні посівів бобових трав на ґрунтах з низькою родючістю рекомендується вносити невеликі норми азотних добрив (20–30 кг/га д.р.) в період, коли бульбочкові бактерії на коренях ще слабо розвинені і не в змозі забезпечувати рослини атмосферним азотом. Покривну культуру на підпокровних посівах бобових трав необхідно зібрати як можна раніше і в можливо короткі строки, відразу ж після обмолоту зернових культур звільнити поле від соломи [21]. Сіють бобові і злакові трави, як покривну культуру, використовують ярий ячмінь, овес, вико-вівсяні та інші суміші на зелений корм. Під ярі зернові культури трави висівають одночасно або не пізніше 7 днів після їх посіву, під озимі – при першій можливості виїзду в поле. Посіви багаторічних трав після збирання покривної культури в умовах теплої і вологої погоди швидко переростають, що може стати причиною незадовільної їх зимівлі. Тому скошування їх повинно бути проведено не пізніше ніж за 6–7 тижнів до кінця вегетації бобових. На широкорядних безпокровних посівах у рік посіву проводять два рихлення міжрядь. Перше рихлення – після означення рядків на глибину 3–5 см, друге – у фазі куціння (5–7 см). На суцільних безпокровних посівах трав у перший рік життя бур'яни знищують 1–2 разовим підкошуванням (до початку їх цвітіння) з наступним збиранням рослин з поля. Покривну культуру на підпокровних посівах бобових трав необхідно зібрати як можна раніше і в можливо короткі строки, відразу ж після обмолоту зернових культур звільнити поле від соломи. Найбільш поширений спосіб збирання бобових трав – роздільний. Скошують травостій жатками ЖРС-4,9, ЖВН-6, ЖИС 6-12, ЖБА-3,5А, КПТ-4,2, ЖВП-4,9 а низькорослі культури, такі як лядвенець рогатий, конюшина повзуча – сінокосярками КС-2ДА, КЗН-2,2А, КСП-2ДА з валкоутворювачами або самохідними жатками ЖБВ-5, ЖБВ-4,2.

Бобові трави розвиваються як рослини ярого типу – при безпокровній весняній сівбі зацвітають і дають насіння. Проте, у більшості видів (за винятком люцерни і конюшини лучної), насіння у рік сівби не збирають. У рік сівби люцерна починає цвісти через 60–70 днів, дозрівання насіння настає через 135–150 днів після появи сходів. Люцерна, конюшина повзуча, еспарцет, лядвенець рогатий, козлятник східний – багаторічні полікарпічні рослини, конюшина лучна і гібридна – багаторічні монокарпічні рослини (після збирання насіння вони відмирають), буркун – одно або дворічна. Найдовший період господарського використання (9–10 років життя) є у козлятника східного, що має важливе значення для підвищення родючості ґрунтів. Люцерну запилюють в основному дикі бджоли. Медопродуктивність буркуну становить близько 200 кг/га, козлятнику східного – 160–180 кг/га, конюшини гібридної і повзучої – 100–120, еспарцету, лядвенцю рогатого, люцерни – 60–80, конюшини лучної – 30–50 кг/га.

Вегетативний стеблостій є конкурентом формуванню насінневої продуктивності стоколосу безостого. Зокрема азотні добрива (N60) та повне мінеральне добриво (N₆₀P₄₅K₄₅) підвищувало густоту продуктивного стеблостою у відповідних варіантах на 51–54 і 82–86 шт./м² для сорту Марс та 56–60 і 82–85 шт./м² для сорту Всеслав. Кількість вегетативних стебел при внесенні N60 зростала відповідно до сортів на 56–77 і 47–59 шт./м², при внесенні N₆₀P₄₅K₄₅ відповідно на 111–125 та 76–86 шт./м². Основою сучасних технологій виробництва насіння є одновидові посіви з оптимальною густиною стояння травостою. Для конюшини лучної він повинен становити 60–80, конюшини гібридної та лядвенцю рогатого – 80–100, конюшини повзучої – 40–60, люцерни та козлятнику – 25–30 рослин на 1 м². На посівах трав минулих років напровесні проводять обробіток в 1–2 сліди голчастими бородами, культиваторами обладнаними долотами, а в окремих випадках на посівах третього року користування і дисковими луцильниками. На посівах люцерни, де в попередній рік збирали насіння, перед ранньовесняним розпушенням спалюють стерню. Цим заходом знищують до 90 % яєць клопа і підвищують врожай насіння. Такий же агрозахід по відновленню травостою до початку відростання рослин проводять на посівах злакових трав другого і більше років користування.

Висновки

Загущення посівів ріцини до 50–60 тис. рослин на гектар скорочує між фазні періоди розвитку рослин на етапах ювенільного віку, але значно уповільнює темпи репродуктивного розвитку рослин.

Ширина міжряддя і норми висіву істотно впливали на врожайність сортів сої, що вивчаються. Так, урожайність сої була вищою при посіві з міжряддями 15 і 30 см і складала 23,4–27,1 ц/га та 23,2–28,8 ц/га відповідно. Збільшення міжрядь до 60 см призвело до зниження врожайності до 21,6–24,8 ц/га. У сорта Сонячна найбільша врожайність була при посіві з міжряддями 30 та 60 см призвело, де врожайність складала 23,7–27,9 ц/га та 25,2–27,5 ц/га відповідно. При посіві з міжряддям 15 см урожайність знижувалася до 23,8–26,1 ц/га.

Суттєва залежність рівня врожайності від строків, способів сівби та густоти стояння рослин молочаю олійного. Рівень врожайності на посівах з міжряддям 45 см був вище порівняно з посівами з міжряддям 70 см: при I строкові сівби на 0,02–0,14 т/га; при II строкові сівби на 0,09–0,17 т/га; при III строкові сівби на 0,09–0,23 т/га.

Максимальну прибавку по відношенню до контролю у сорта Дебют льону олійного отримано в варіанті з $N_{60}P_{90} + N_{30}$ весною – 3,6 ц/га., у сорта Південна ніч в тому ж варіанті – 4,0 ц/га. В відповідності з технологічною картою затрати на 1 га посіву льону олійного складають: з добривами – 610 грн., без добрив – 520 грн.

Застосування мінеральних добрив сприяло підвищенню врожайності рижію сорти Степовий 1 на 0,6–2,5 ц/га. Найбільша врожайність 13,3 ц/га отримана при внесенні $N_{30}P_{90}$ під основний обробіток ґрунту. Внесення тільки азоту в дозі N_{30} і фосфора P_{45} , теж дало прибавку врожаю по відношенню до контролю на 0,6 і 1,8 відповідно.

Найбільша врожайність рижію ярого до (до 14,8 ц/га) отримана при більш ранньому строці сівби. Найбільш оптимальна норма висіву насіння рижію ярого на всіх строках посіву складала 6–7 млн шт./га.

Найбільша врожайність сформована сафлором при посіві в більш ранній строк з шириною міжрядь 45 см і густотою стояння рослин 280 тис./га – 15,1 ц/га. При застосуванні безвідвальної обробки ґрунту спостерігалася тенденція до зниження врожайності в усі роки досліджень на 0,3–0,5 ц/га. Заміна оранки поверхневою

обробкою приводила до істотного зниження врожайності на 0,7–0,9 ц/га.

Найбільша урожайність – 15,8 ц/га – за роки досліджень отримана при посіві на зрошенні з шириною міжряддя 45 см та густотою стояння рослин 675 тис./га. Оптимальна густота стояння рослин кунжуту сорту Надія з шириною міжряддя 70 см – 375 тис./га; з шириною міжряддя 45 см – 525 тис./га. Оптимальна густота стояння рослин кунжуту сорту Надія

Реалізація результатів досліджень дозволить досягти потенційних рівнів насінневої продуктивності зареєстрованих та перспективних сортів злакових трав, зокрема мітлиці тонкої – 0,7–0,8; пажитниці багаторічної – 1,0–1,2; костриці тонколистої – 0,5–0,6; костриці овечої – 0,3–0,4; костриці червоної – 0,4–0,5; костриці валійської – 0,5–0,6; тонконогу лучного – 0,2–0,3 т/га за рахунок збільшення виходу посівного насіння на 15–20 %, зменшення втрат при збиранні на 20–25 %.

Розробка оптимального технологічного процесу збирання урожаю насіння та його післязбиральна підготовка. Відомо, що багаторічні злакові трави в значній мірі спроможні до осипання, тому їх збирання проводиться при вологості насіння (30–40 %). Крім того насінневий ворох містить значну частину листо-стебельної маси. Такий ворох має властивість швидко зігріватись, при цьому насіння втрачає свої посівні якості. На основі вивчення процесу формування насіння злакових трав буде розроблена методика прогнозування збиральної стиглості насіння, на базі якої буде удосконалено технологічний процес збирання та післязбиральної підготовки насіння. Це дозволить збільшити вихід насіння з високими посівними якостями, значно скоротити енерговитрати та затрати праці при збиранні та післязбиральній підготовці насіння.

Елементом новизни інтенсивних технологій, що будуть розроблені, є диференційований підхід до забезпечення насінницьких посівів злакових трав елементами життєдіяльності залежно від фізіологічної потреби в окремі етапи органогенезу, що дозволить регулювати процес плодоутворення.

Список використаних джерел:

1. Василенко Н. Є., Антонів С. Ф., Колісник С. І., Коновальчук В. В., Запрута О. А., Фостолович С. І., Вплив строків збирання на насінневу продуктивність та посівні якості насіння низових злакових трав. *Корми і кормо виробництво*. № 85. Вінниця, 2018 р., С. 34–40.

2. Вожегова Р. А. Голобородько С. П., Сахно П. В. та ін. Ресурсоощадні технології вирощування люцерни на насіння в південному Степу України. Херсон : Атлант. 2012. С. 8.

3. Аксенов И. В. Агроприемы выращивания и урожайность подсолнечника. *Науково-технічний бюлетень*. Запоріжжя, 2004 р.

4. Поляков А. И., Василенко Н. Е., Никитенко О. В. Продуктивность гибридов подсолнечника Запорожский 32 в зависимости от применения физиологически активных веществ и биологических препаратов. *Науково-технічний бюлетень*. Запоріжжя, 2005 р. С. 168–171.

5. Василенко Н.Е. Строки сівби ріцини і їх вплив на тривалість міжфазних періодів. *Сучасні аспекти ведення сільського господарства* : зб. наук. праць. Чернігів, 2010. С. 15–28.

6. Салатенко В. Н., Василенко Н. Є. Інтенсивність процесів і розвитку досліджуваних сортів ріцини у зв'язку зі строками сівби та густотою стояння рослин. *Науковий вісник НУБіП України Серія «Агрономія»*. Київ. № 162. Ч. 1. 2011р. С. 143–149.

7. Василенко Н.Є. Вплив густоти стояння рослин та строків посіву насіння на продуктивність різних сортів ріцини. *Науково-технічний бюлетень*. Запоріжжя, 2003 р. С. 226–228.

8. Салатенко В. Н., Василенко Н. Є. Біометричні показники росту і розвитку сортів ріцини різних груп стиглості в залежності від строків сівби та густоти стояння рослин. *Науково-технічний бюлетень*. № 16. Запоріжжя, 2011. С. 117–120.

9. Салатенко В.Н., Василенко Н.Є. Порівняльна продуктивність районованих і перспективних сортів ріцини вітчизняної селекції. *Екологіческие основы онтогенеза природных и культурных сообществ Евразии*. № 21. Херсон, 2002 р. С. 151–152.

10. Василенко Н.Є. Сортова агротехніка нових сортів ріцини різних за типом гілкування. *Таверійський вісник*. № 27. Херсон, 2004 р. С. 34–39.

11. Dohne E. Anbau und Verwertung von Euphorbia. «Erwartungen bestatingt». *Landtechnik*, 1989. 44. № 5. P. 173–174.

12. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножка М. А. Рослиництво. К. : Аграрна освіта, 2001. 396 с.

13. Комарова И. Б., Рожкован В. В. Рыжик – перспективная масличная культура. *Науково-технічний бюлетень ІОК УААН*. Вип. 6. Запоріжжя, 2001. С. 74–77.

14. Поляков А. И., Вахненко С. В. Влагопотребление рыжика ярового в зависимости от сроков посева и норм высева. *Науково-технічний бюлетень*. Запоріжжя 2003 р. С. 245–250.

15. Бойко К. Я., Минковский А. Е., Поляков А. И. Формирование урожайности сафлором сорта Солнечный в зависимости от агроприемов выращивания. *Науково-технічний бюлетень*. Запоріжжя, 2003 р. с. 222–225.

16. Поляков А.И., Ручка В.А., Никитенко О.В. Влияние условий выращивания на продуктивность льна. *Науково-технічний бюлетень*. Запоріжжя, 2005 р. с. 179–183.

17. Петрулек В. Л., Марієвський В. Ф., Шевчук В. Я. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні : Компанія «Юнівест маркетинг», 1996.

18. Поляков О. І., Нікітенко О. В Вплив агротехнічних умов вирощування на урожайність кунжуту сорту Надія в умовах півдня України. *Науково-технічний бюлетень*. Запоріжжя, 2005 р. С. 172–178.

19. Аксенов И. В., Кирпичева Н. М. Определение зависимости посевных свойств семян кунжута от температуры хранения и температуры их прорастания. *Науково-технічний бюлетень*. Запоріжжя, 2003 р. с. 193–199.

20. Білоконь О.П. Удосконалення технології та технічних засобів сівби кунжуту. *Науково-технічний бюлетень*. Запоріжжя, 2003 р. С. 207–210.

21. Аверчев О. В., Василенко Н. Є Необхідність досягнення удосконалення системи удобрення стоколосу безостого для отримання найкращих врожаїв *Вісник Хмельницького національного університету*. 2019. № 6. С. 20–25.

22. Vasylenko Natalia, Averchev Oleksandr. Sowing qualities and formation of yield fescue depending on foilar fertilizing. *Journal "Biotechnology Insights"*. 2019, The American Publishing House. S. 1–7.

23. Аверчев О. В., Василенко Н. Є Формування врожаю насіння низових злакових трав та його посівних якостей залежно від строків його збирання. *Таврійський вісник*. № 108. Херсон, 2019 р., С. 3–11.

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-240-4-9>

Мельник О. В.

кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник,
завідувач лабораторією адаптивного овочівництва,
зберігання і стандартизації
Інститут овочівництва і баштанництва
Національної академії аграрних наук України
сел. Селекційне, Харківська область

ВИКОРИСТАННЯ АНТИВІРУСНИХ РЕЧОВИН В ОВОЧІВНИЦТВІ І КАРТОПЛЯРСТВІ

Анотація. Обґрунтовано необхідність стримування виродження сільськогосподарських рослин, що розмножують вегетативним шляхом (зокрема – картоплі і часнику). Встановлено інтенсивність реінфекції оздоровленого насінневого матеріалу при послідовному репродукуванні вірусами. Визначено препарати, які мають стримуючий вплив на розвиток вірусів в межах їх прояву. Дослідження препаратів Інтерферон, ДГ-67 та суміші Бровадезу 20 з ДМСО здійснювалось за послідовного накладання обробок та у післядії. Досягнуто зменшення прояву візуальних симптомів вірусних хвороб, що підтверджується даними серологічного аналізу. Ефект від каскадного методу застосування антивірусних препаратів полягає у зростанні продуктивності досліджуваних рослин. Збільшення насінневої продуктивності сприяє підвищенню коефіцієнту розмноження. Економічна ефективність розроблених способів підтверджується їх високою рентабельністю та зниженням собівартості продукції.

Вступ

Явище реінфекції насінневого матеріалу картоплі, оздоровленого методом апікальних меристем, обумовлює суттєве зменшення урожайності вже перших польових репродукцій. У зонах сильного та помірного виродження поєднання цього фактору з високим природним інфекційним фоном і великою чисельністю переносників вірусів картоплі значною мірою сприяє повторному ураженню оздоровленого насінневого матеріалу вірусами у польових

умовах. За відсутності сортів картоплі з комплексною стійкістю до вірусних хвороб перешкодити масовому перезараженню можливо лише технологічними прийомами (просторова ізоляція, захист від комах-переносників, фітосанітарні прочистки).

Неможливість повного позбавлення рослин картоплі від вірусної інфекції обумовлює пошук методів стримування росту її концентрації у межах мінімального прояву. Існуючі активні методи елімінації найбільш шкодочинних збудників вірусних хвороб базуються на використанні термо- та хемотерапії в культурі меристем чи вакцинації картоплі слабопатогенними штамми вірусів.

Метою досліджень було створення за допомогою антивірусних препаратів ефективних способів підтримання якості оздоровленого біотехнологічним методом насінневого матеріалу в процесі продукування. Для її досягнення були вирішені наступні завдання:

- 1) вивчено вплив досліджуваних препаратів на ураженість рослин картоплі вірусами X, S, Y в прихованому стані;
- 2) вивчено візуальний прояв вірусних хвороб під впливом досліджуваних препаратів;
- 3) встановлено характер змін у продуктивних показниках насінневої картоплі під дією вказаних препаратів;
- 4) досліджено інтенсивність процесу виродження оздоровленої картоплі при використанні речовин антигенної природи.

Наукова новизна даних досліджень полягає у встановленні впливу речовин антигенної природи на накопичення та прояв вірусів в оздоровленому насінневому матеріалі картоплі.

Практичне значення розроблених способів полягає у суттєвому зменшенні втрат від ураження посівів вірусними хворобами, зростанні урожайності та насінневої продуктивності картоплі, що підтверджується відповідним зростанням економічної ефективності. Також велике значення має економія ресурсів при проведенні фітосанітарних прочисток, отриманого з використанням розроблених способів насінневого матеріалу.

1. Стан вивчення питання

Однією з основних проблем насінництва картоплі є так зване виродження (дегенерація) культури: з кожною новою репродукцією рослин знижується їх продуктивність, змінюються морфологічні та фізіолого-біохімічні показники. Швидкість та ступінь погіршення продуктивних якостей залежить, перш за все, від ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування, і особливо від

розповсюдження в них вірусних хвороб, кільцевої та сухої гнилизни, чорної ніжки, фітофторозу та ін. [1–3].

Існують теорії, які по-різному пояснюють причини виродження картоплі (екологічна, температурна, вірусна, імунна, генетична, теорія токсинів та фізіологічного старіння) і передбачають різні шляхи боротьби з ними [4; 5]. Однією з перших наукових теорій виродження картоплі пояснювалось його фізіологічним старінням внаслідок тривалого вегетативного розмноження (Пермантьє, 1786; Г.М. Лінник, 1955, 1957; А. Герн, 1961; П.А. Генкель, 1963). У відповідності з цим вважалось, що виродження картоплі – це зовнішній прояв її старіння і є закономірним процесом вікової мінливості, що закладено в самій природі рослини. А вірус не причина, а лише наслідок виродження, старіння сорту [6]. Виходячи з цього, було запропоновано скошувати бадилля на весняних посівах і таким способом переносити утворення бульб на осінній період, а також отримувати нові сорти шляхом висіву ботанічного насіння, яке утворюється в ягодах рослин [7]. Ця теорія була домінуючою протягом тривалого часу і продовжує вдосконалюватися в теперішній час [2; 3; 8].

Теорія екологічної депресії пояснює виродження несприятливими екологічними факторами, домінуючим з яких є температура, і недосконалістю прийомів вирощування та зберігання бульб (Г. Морштатт, 1925; Ф. Меркеншлягер, 1929–1932; Циглер, 1932; Т.Д. Лисенко, 1947; О.М. Фаворов, 1965; Л.В. Рожалін, 1966). Різними вченими виродження картоплі, зокрема розвиток зморшкуватої мозаїки, готики, скручування листя та інших, вважалось порушенням співвідношення між вуглеводами та азотистими речовинами або порушенням водного балансу і перенасиченням рослин солями внаслідок високої коллоїдності і вмісту калію в ґрунті [2; 3; 9; 10; 11]. Екологічна теорія заходи боротьби з виродженням зводить до вирощування картоплі в районах, найбільш відповідних біологічним особливостям культури, збалансованому внесенню добрив, пізній посадці, правильному зберіганню бульб і т. д. [12; 13; 14; 15; 16; 17]. Теорія екологічного виродження сприяла розробці різних технологічних і насінницьких прийомів, обумовлюючих ріст урожайності в більшості країн.

Теорія токсинів (А.С. Сабашников, 1936; М.Г. Бондарєв, 1938; С.П. Орлов, 1940; М.М. Муш, 1959) пояснює виродження картоплі дією токсичних речовин материнської бульби, які нагромаджуються при несприятливих температурних умовах. Для запобігання

шкідливої дії токсинів на рослини пропонується висаджувати картоплю невеликими шматочками бульб або відокремленими від них паростками [18; 19].

На сьогодні домінуючою є вірусна теорія. Згідно з цією теорією виродження є патологічним явищем, яке відбувається під дією вірусів та вірусоподібних організмів [20–27]. В теперішній час відомо вже більше 30 таких збудників, вражаючих картоплю [28; 29].

Багаті вуглеводами та водою картоплиння і бульби є сприятливим середовищем для розвитку патогенів, зокрема вірусів. Вегетативне ж розмноження картоплі забезпечує можливість їх існування в активному стані протягом тривалого часу в період вегетації у рослинах і бульбах, а в період зберігання – у бульбах.

Вірусологи вважають, що на перебіг вірусних хвороб картоплі дуже впливають екологічні фактори. Негативний вплив їх виявляється не тільки в безпосередньому погіршенні насінних якостей бульб, але і в зниженні опору рослин проти вірусних хвороб.

Уражений вірусами організм рослини активно бореться із захворюванням. Результат цієї боротьби залежить не тільки від внутрішніх факторів, що зумовлюють імунітет рослин, але й від різних факторів зовнішнього середовища [30–40].

Основними заходами захисту є селекція вірусостійких сортів і оздоровлення насінневого матеріалу методом культури тканин з послідовним культивуванням в умовах ефективного захисту від вторинної інфекції [41].

Нещодавно з'явилася гіпотеза, яка пояснює виродження картоплі з позицій імунітету рослин [41]. Перспективним є пояснення виродження з позицій генетики, при якому особлива увага приділяється необхідності диференційованого підходу до оздоровлення кожного конкретного сорту від кожного конкретного вірусу [42; 43].

У літературі зустрічаються різні дані відносно шкодочинності вірусних хвороб залежно від видів та штамів вірусів. Найбільш значущий вплив на симптоми вірусних хвороб мають віруси L, X, S, M, Y, A, F, R.

Віруси складаються з білкових молекул і нуклеїнових кислот. Вони не мають власного обміну речовин, у них відсутні типові клітинні органели, вони розмножуються тільки в організмі господаря чи переносника, на штучних поживних середовищах не ростуть, мають своєрідний механізм розмноження, в їх складі немає води [44].

Більшість фітопатогенних вірусів можна віднести до чотирьох морфологічних груп: паличкоподібні, ниткоподібні, сферичні, бацилоподібні. Віруси картоплі мають, переважно, ниткоподібну форму (X, M, Y).

Генетичний апарат вірусів представлений всіма можливими формами нуклеїнових кислот : одно – і двухнитчастою РНК, одно – і двухнитчастою ДНК. Білкова оболонка вірусу – капсида – складається з двох типів білкових молекул – гемаглютининів (з їх допомогою вірус кріпиться до клітинної оболонки) і нейрамінідаз, які блокують захисні властивості клітинних мембран, коли вірусу необхідно потрапити в клітину чи вийти з неї [45].

Клітини організму при контакті з вірусом продукують специфічні антитіла проти його гемаглютининів і нейрамінідаз, що робить можливою ідентифікацію вірусів серологічними методами [44].

Відмінна особливість розмноження вірусів полягає в тому, що в клітину потрапляє лише їх нуклеїнова кислота. Синтез білкового і нуклеїнового компонентів у часі та просторово рознесений і відбувається за рахунок матеріалу і енергії клітини-господаря, після чого відбувається формування нових вірусних часток [2; 44; 46].

Для вірусів характерна наявність позаклітинної інфекційної фази (віріонів), що забезпечує їх незалежне існування. Більшість виділених з клітин вірусів утворюють кристалічні скупчення характерної для кожного з них форми і розміру. У такому бездіяльному віріонному стані віруси можуть перебувати досить довго, не втрачаючи здатності ушкоджувати живі клітини організму.

На відміну від вірусів, віроїди не мають білкової оболонки і складаються лише з ковалентно замкнутої кільцевої РНК, маючої порівняно невисоку молекулярну масу [44]. Віроїди внаслідок біологічних особливостей здатні тривалий час зберігатися у воді та поживних розчинах з широким діапазоном рН і залишатися інфекційними при 100 °С [47].

Для віроїду веретеноподібності бульб картоплі відомий ряд штамів, які різняться за ступенем вираження патологічних ознак, які вони викликають у рослини-господаря. Визначення нуклеотидної послідовності свідчить про те, що ці штами різняться лише 3–4 нуклеотидними замінами [48].

Деякі хвороби виродження картоплі (стовбурне в'янення, пурпурне скручування верхівки, відьмині мітли, пожовтіння) викликані мікоплазмами [2]. Мікоплазми представлені групою поліморфних організмів, які не мають справжньої клітинної стінки, що істотно відрізняє їх

від бактерій. На відміну від вірусів вони мають клітинну будову і здатні розмножуватися на штучних поживних середовищах [44].

Фітопатогенні віруси самостійно у природі поширюватися не можуть. Вони переносяться різними комахами, грибами, контактено при стиканні хворих і здорових рослин, сільськогосподарськими машинами і знаряддями, людиною, бульбами тощо [29].

Віруси, що проникли у рослину, переміщуються в бульби, де й нагромаджуються, знижуючи з кожним роком урожайність картоплі [49; 50]. Патогени викликають хвороби, які призводять до зміни фізіологічних процесів – дихання, фотосинтезу, утворення амінокислот, білків, вуглеводів, нуклеїнових кислот, вітамінів та багатьох інших речовин [51–55].

Для різних хвороб характерні різні патологічні зміни. Так, інфекціям мозаїчного типу властиве руйнування хлорофілу в паренхімі листків і ростова деформація; при скручуванні листя і мікоплазмозах спостерігається ураження провідної системи – закупорення і некроз судин. В уражених рослинах, як правило, посилюється транспірація, знижується вбирна здатність коріння. Внаслідок цих змін рослини втрачають здатність ефективно використовувати вологу і мінеральне живлення.

Залежно від способу перенесення вірусів, останні можна розподілити на облігатно-ентомофільні, які переносяться комахами, зокрема попелицями та цикадками (L, вірус жовтої карликовості); контактено-векторні, які переносяться як переносником (комахи, нематоди, ґрунтові гриби), так і механічно-контактним шляхом (Y, A, M, F, R, вірус щіткоподібності верхівки, вірус мозаїки люцерни); контактні віруси, які переносяться переважно механічно (S, X).

Однією з особливостей вірусів є їхня здатність вражати організм господаря без прояву симптомів захворювання. Відрізняють латентну і приховану форми зараження.

У латентній формі вірус можна виявити, користуючись сучасними способами діагностики: він зберігає інфекційність і, заражуючи інші рослини, здатний викликати в них симптоми захворювання. У прихованому стані вірусні частки в організмі виявити не вдається. Вони неінфекційні і перебувають в особливому фізичному стані. Їхня інфекційність може проявитися лише після дії певного провокуючого фактору [56].

Віруси в латентній формі менш шкодочинні, ніж у відкритій. Та ж різниця має місце між слабкими і сильними штамами одного й того ж вірусу.

Шкодочинність вірусної інфекції в результаті проявляється в зменшенні у гнізді хворої рослини кількості і розміру бульб. Зменшення урожайності картоплі при садінні ураженими найбільш поширеними вірусами бульбами складає : У – 20–90 %, L – 28–64, М (К) – 9–48, Х – 10–28, R – 10–30, S – 10–20, А – 10–15, F – до 10 %; віроїдом веретеноподібності бульб – 20–85 %; мікоплазмами – до 10 % [2; 3; 57].

Нерідко на одній рослині можуть бути наявні ознаки двох і більше вірусних захворювань. Віруси, які викликають лише незначне зниження врожайності (легкі вірусні захворювання), такі, як S, X, А при змішаній інфекції з іншими вірусами (L, Y) у результаті ефекту синергізму можуть значно підвищувати свою шкодочинність і різко знижувати врожайність бульб. У цих випадках уражені рослини мають симптоми тяжких форм вірозів і знижують урожайність до 50 % і більше [2; 3; 29; 40; 58; 59]. Кожен відсоток ураження садивного матеріалу вірусами знижує урожайність картоплі на 0,5 % [60].

Використання вихідного оздоровленого біотехнологічними методами матеріалу забезпечує приріст урожаю бульб на 12–75 % залежно від сорту і якості насінневого матеріалу [60–62]. У зв'язку з цим виділилася самостійна галузь насінництва – виробництво насінневого матеріалу шляхом використання активних методів оздоровлення через культуру тканин (апикальну меристему), термо- та хіміотерапію вірусів. В Україні 70 % всієї еліти картоплі виробляється на оздоровленій (безвірусній) основі [61; 63].

Проте, разом з тим використання згаданих методів має істотні недоліки. По-перше, через відсутність 100 %-вої діагностики важко стверджувати, що отримані рослини *in vitro* є вільними від вірусів. По-друге, відомі факти утворення термостійких вірусів, що зводить нанівець використання методу термотерапії. По-третє, при певних умовах гени вірусів вмонтовуються в геном рослини, а тому стають недосяжними. Тобто, метод термотерапії та верхівкової меристеми не дає гарантії отримання рослин, вільних від вірусної інфекції [59].

Саме поняття „безвірусна картопля» досить відносне. В даному випадку мова йде тільки про небагато поширених вірусів, які порівняно просто визначаються в латентному стані методом серодіагностики. Але при цьому не виключається наявність прихованої чи слабо вираженої інфекції, яку не вдається визначити в рослині існуючими методами.

При розмноженні насінневої картоплі, оздоровленої як шляхом добору здорових рослин з додатковою перевіркою на приховане

ураження вірусами (клоновий добір), так і вирощених з верхівкової меристеми, трапляються рецидиви вірусної інфекції, не пов'язані з повторним ураженням нею [64].

У зв'язку з цим можна зробити припущення, що в процесі оздоровлення не відбувається повного звільнення від вірусу, а проходить елімінація його активної форми чи зниження концентрації вірусного антигену до рівня, нижчого за межу чутливості методів діагностики. Але і в цьому разі оздоровлення виконує позитивну функцію: якщо не в абсолютному звільненні від вірусів, то в захисті від вірусних хвороб, знижуючи і стримуючи розвиток вірусів до рівня їх прояву і шкодочинності [61].

У той же час слід розрізняти поняття «віруси» та „вірусні хвороби». Існує припущення, що віруси – лише потенційні збудники хвороб, а хвороби є особливою, але не обов'язковою реакцією рослин-господарів, що визначається їх генетичною природою і зовнішніми умовами [43; 65].

За даними досліджень НДІ картопляного господарства Росії оздоровлений матеріал вдвічі менше пошкоджувався паршею звичайною і різоктоніозом, був стійкішим проти збудників кільцевої та мокрої гнилі, чорної ніжки [60]. Але оздоровлений насінневий матеріал при вирощуванні в полі значною мірою схильний до повторного ураження вірусами через високий інфекційний стан і велику чисельність переносників вірусів картоплі (головним чином – попелиць), а в окремих випадках інтенсивної дії природних факторів на розвиток прихованої вірусної інфекції в оздоровленому матеріалі [67; 68].

Насамперед це стосується оздоровленого матеріалу мікробульб або рослин, одержаних у пробірці, коли їх висаджують у поле. Сходи таких рослин внаслідок їх біологічних особливостей тривалий час залишаються фізіологічно молодими і значною мірою схильними до ураження вірусними патогенами. Уже в перший рік внаслідок повторного ураження вірусною інфекцією недобір урожаю становить 13–20 % [69].

Це пояснюється тим, що звільнення від вірусів у процесі оздоровлення їх активними методами з використанням мікроклонального розмноження *in vitro* робить сорт більш чутливим до повторного ураження. У меристемних рослин вірусна інфекція із прихованої форми може масово переходити в явну, особливо при стресовому погіршенні умов вирощування, що різко знижує урожайність насінневого матеріалу.

Деякі дослідники вважають, що повне звільнення картоплі від вірусів сприяє втраті генетично обумовленої толерантності сорту до вірусної інфекції [70]. Тому оздоровлення доцільне лише тоді, коли в полі рослини залишаються поза контактом з вірусною інфекцією. Оскільки це практично неможливо, то вони вважають, що оздоровлення створює тиск штучного добору на збереження популяції нестійких проти вірусів рослин [61; 71; 72].

Оздоровлення рослин картоплі активними методами і їх розмноження внаслідок істотного збільшення мікромутаційної гетерогенності різних господарсько-біологічних ознак та властивостей призводить до біологічного забруднення сортів картоплі у вигляді мікромутаційних генотипових змін кількісних ознак, які зумовлюють продуктивність, зниження стійкості до хвороб та адаптивності, зміни скоростиглості тощо.

Це суттєво зменшує ефективність ведення первинного насінництва картоплі прискореним методом мікроклонального розмноження *in vitro*, а також погіршує збереження генофонду у вигляді колекцій мікробульб, одержаних від меристемних рослин у пробірках. Тому при веденні первинного насінництва на біотехнологічній основі слід враховувати можливість генетичної гетерогенності меристемного вихідного матеріалу картоплі [72], бо з врахуванням значного коефіцієнту розмноження при культивуванні *in vitro* навіть дуже рідко виникаючі зміни створюють серйозну небезпеку для сортів [44; 73; 74; 75].

Відносно перспективним методом захисту від вірусів та вірусних хвороб є інокуляція (вакцинація) рослин слабпатогенними штамми [28; 66]. Хоча, навіть при ураженні рослин слабкими штамми вірусів втрачається 5–10 % урожаю, інфіковані рослини є потенційним джерелом інфекції, невідомою залишається реакція інших сортів на слабкий штам того чи іншого вірусу і нарешті, існує загроза появи агресивних мутантів [61].

Багато вчених вважає, що одним з найбільш перспективних напрямків отримання здорового від вірусних та інших хвороб насінневого матеріалу є використання для цих цілей ботанічного насіння. Але цей метод теж має цілу низку невирішених проблем [59].

Певна частина вчених вважає, що клоновими доборами вдається знизити загальний патогенний тиск в посівах картоплі, зокрема насінницьких, і тим самим зменшити втрати врожаю від вірусних хвороб. У той же час необхідно відмітити, що культура меристем і клоновий добір в насінництві мають різні завдання.

Якщо метод культури тканин передбачає елімінацію вірусної інфекції і зростання коефіцієнту розмноження, то клоновий добір взагалі вилучає із подальшого розмноження генетично малоцінний матеріал і підтримує морфобіологічну типовість сорту [61; 76]. Обидва ці методи повинні доповнювати один одного.

Клоновий добір дає змогу суттєво підвищити ефективність селекції картоплі, особливо на польову вірусостійкість, продуктивність і життєздатність, а іноді й адаптивність, фітофторостійкість, скоростиглість, стійкість проти механічних пошкоджень тощо [70; 77].

Відомо, що різні сорти картоплі по-різному реагують на оздоровлення. Це проявляється в інтенсивності їх повторного ураження вірусною інфекцією та продуктивних якостях [61]. Накопичення вірусної інфекції в рослинах і урожайність картоплі при репродукуванні еліти залежить не стільки від виду насінневого матеріалу та способу його отримання, як від генотипу сорту [78; 63].

Одним з дієвих способів запобігання ураження вірусними хворобами є створення стійких до вірусів сортів. Стійкість більшості з них базується на таких її типах, як польова стійкість та надчутливість. Сортів з комплексною стійкістю до вірусів на даний час не існує [29; 46; 79].

Для захисту насінницьких насаджень від інфікування вірусами і мікоплазмами обов'язковим є комплекс таких технологічних заходів, як просторова ізоляція насінницьких посівів від посівів іншого призначення; раннє садіння пророщеними бульбами та раннє знищення картоплиння з урахуванням нагромадження врожаю та строків масового льоту переносників; збалансоване використання добрив та зрошення; застосування хімічних препаратів для захисту від комах-переносників; боротьба з бур'янами як джерелом вірусної інфекції на посадках та навколо них; ретельне проведення фітосанітарних прочисток [3; 44; 57; 80-85].

Суттєво зменшити вірусне навантаження при регенерації рослин *in vitro* та послідовному репродукуванні дозволяє використання синтетичних хімічних препаратів. Встановлено антивірусу дію таких речовин, як рибонуклеаза [86], кампозан [87], тур (хлорхолінхлорид), сорбінова кислота, фенольні сполуки, антибіотик іманін [88], перманганат калію [89], віразол [58; 90], препарати ТБ [91], ДГТ (2,4-діоксогексо-1,3,5-триазин) [92], цианогuanідін, натрійалканмоносультат, 2-аніліно-5-адамантил-1,3,4-тіадіазол,

глікозиди (нікотіанозид, сомелонгозид, томатозид, фітонік), 2,5-олігоаденілати та інших органічних і неорганічних сполук [45].

Але в більшості випадків їх використання обмежувалось додаванням до складу живільних середовищ, що не мало довготривалого ефекту при репродукуванні в польових умовах. Тому існує необхідність створення способів стримування реінфекції картоплі впродовж всього процесу виробництва оригінального та елітного насіння.

Препарати, використані у досліджах:

Інтерферон лейкоцитарний людський сухий (INTERFERONUM LEUCOCYTICUM HUMANUM) відноситься до цитокінів і складається з суміші різних підтипів натурального Інтерферону альфа з лейкоцитів людини. Механізм противірусної дії полягає в створенні захисних механізмів в неінфікованих вірусом клітинах: зміна властивостей клітинних мембран, що перешкоджають проникненню вірусу в клітину; ініціація синтезу низки специфічних ферментів, що запобігають реплікації вірусної РНК і синтезу білків вірусу. Існують дані про здатність вірусів рослин ініціювати утворення ендogenous Інтерферону в організмі тварин і людини, що може бути доказом спорідненості рослинного та тваринного Інтерферону за походженням та принципом дії.

ДГ-67 (ді-(N-оксид-2-метилпіридин)-цинк (II)-йодид) відноситься до групи піридинів і є аналогом препарату ДГ-77 (ді-(N-оксид-2-метилпіридин)-цинк (II)-хлорид, який має антивірусні властивості та стимулює ріст та розвиток рослин картоплі (патент України на винахід № 77677 від 15 січня 2007 р.).

Бровадез 20 (діюча речовина – бензалконія хлорид) є дезінфекантом з вираженою бактеріцидною, віруліцидною та фунгіцидною дією, який широко використовується в ветеринарії та медицині. Є відомості про його вплив на парамікрівіруси, каліцивіруси, рабдовируси та інш.

Використання препарату ДМСО (DIMETHYLSULFOXIDE, діметилсульфоксид, дімексид) зумовлено його здатністю проникати через біологічні мембрани, тому його часто застосовують для посилення дії інших речовин, в даному випадку – Бровадезу 20.

Польові досліді проводили в 2007–2010 рр. в Інституті овочівництва і баштанництва НААН на полях овочевої сівозміни. Інститут знаходиться в східній частині лівобережного Лісостепу України, на території Харківського району. Проведеними дослідженнями вивчалась антивірусна дія препаратів Інтерферон, ДГ-67 та суміші Бровадезу 20 з ДМСО.

Обробка рослин картоплі ранньостиглого сорту Тирас антивірусними препаратами виконувалась по досягненні рослинами висоти 10–15 см через кожні 7 діб шляхом обприскування. Вивчення післядії досліджуваних препаратів на процеси накопичення вірусної інфекції оздоровленої картоплі здійснювалось при подальшому послідовному репродукуванні з використанням методу накладання.

Польовий дослід був закладений згідно «Методичних рекомендацій щодо проведення досліджень з картоплею» (Немішаєв, 2002): повторність 4-х-разова, ділянки 4-х-рядкові, схема садіння – 70 × 35 (густота садіння – 40,8 тис. шт./га), площа облікових ділянок не менше 25 м². За вегетаційний період здійснено 5 обробок рослин розчинами досліджуваних препаратів.

Схема проведення досліджень по роках

№ вар.	Препарат	Суперсупереліта (2007–2009 рр.)	Супереліта (2008–2010 рр.)	Еліта* (2009–2010 рр.)
1	Інтерферон	обробка	накладання обробок	накладання обробок
2		обробка	накладання обробок	післядія накладання
3		обробка	післядія	післядія післядії
4	ДГ-67	обробка	накладання обробок	накладання обробок
5		обробка	накладання обробок	післядія накладання
6		обробка	післядія	післядія післядії
7	Бровадез 20 + ДМСО	обробка	накладання обробок	накладання обробок
8		обробка	накладання обробок	післядія накладання
9		обробка	післядія	післядія післядії
10	Контроль	без обробки		

* – двохрічні дані

Визначення антивірусної дії Інтерферону на рослини часнику виконували на сортах Дюшес і Мереф'янський білий. Обробку рослин каскадним методом здійснювали за їх наклдання при послідовному розмноженні садивного матеріалу.

Економічні розрахунки здійснено за відповідними на час проведення досліджень цінами та тарифами.

2. Вплив досліджуваних препаратів на розвиток вірусів та прояв вірусних хвороб

За прийнятим в Україні положенням насіннєвий матеріал картоплі повинен відповідати вимогам ДСТУ 4013-2001 «Сортові та посівні якості картоплі насінної. Технічні умови» (Київ, 2001), згідно якого ураженість посівів картоплі в умовах Лісостепу за зовнішніми ознаками не повинна перевищувати на момент апробації 2,5 % для оригінального насіння (в т. ч. 0,5 % – тяжкими вірусними хворобами, ВВБК та мікоплазмами, 2,0 % – легкими вірусними хворобами) та 4,8 % для елітного насіння (в т. ч. 1,0 % – тяжкими вірусними хворобами, ВВБК та мікоплазмами, 3,5 % – легкими вірусними хворобами, 0,3 % – чорною ніжкою). Зазначений рівень ураженості посівів повинен бути забезпечений своєчасним проведенням фітосанітарних прочисток під час яких рослини з симптомами хвороб видаляються з поля.

Отриманий методом культури апікальних меристем оздоровлений насіннєвий матеріал репродукувався до еліти за чотирьох-річною схемою насінництва. В ході проведених досліджень виконувалось по 2–3 прочистки за вегетаційний період, під час яких виконувався облік ураженості рослин хворобами за візуальними ознаками.

Ураження сорту Тирас відбувалося переважно легкими вірусними хворобами (звичайна та складчаста мозаїка, аукуба-мозаїка), та в незначній мірі (переважно – еліта) – тяжкими вірусними хворобами (зморшкувата мозаїка, скручування та мозаїчне закручування листя) і мікоплазмами. На розвиток вірусних хвороб значний вплив спричинили погодні умови. Особливо складними вони були у 2009 і 2010 роках.

Зменшення ураженості суперсупереліти вірусними хворобами при використанні досліджуваних препаратів порівняно до контролю (2,8 %) склало 0,7–1,5 % (табл. 1). Найсуттєвішим воно було при використанні екзогенного Інтерферону – майже в 2,2 рази, що свідчить про інгібування прояву вірусів за його впливу.

Таблиця 1

**Ураженість суперсупереліти картоплі
вірусними хворобами за впливу каскадної обробки
посівів антивірусними препаратами**

Препарат	Візуальні симптоми хвороб, %			
	2007	2008	2009	середнє
1. Інтерферон	2,7	1,1	0	1,3
2. ДГ-67	3,5	2,7	0	2,1
3. Бровадез 20 + ДМСО	2,4	2,5	0	1,6
4. Без обробки (контроль)	3,9	3,9	0,7	2,8

Результати серологічного аналізу свідчать про відсутність вірусів X, S та У у рослинах усіх досліджуваних варіантів, тоді як 3,4 % рослин контрольного варіанту були інфіковані (табл. 2).

Таблиця 2

**Ураженість суперсупереліти картоплі вірусами за впливу
каскадної обробки посівів антивірусними препаратами**

Препарат	Віруси X, S, У в латентній формі, %			
	2007	2008	2009	середнє
1. Інтерферон	0	0	0	0
2. ДГ-67	0	0	0	0
3. Бровадез 20 + ДМСО	0	0	0	0
4. Без обробки (контроль)	0	5,2	5,0	3,4

Процес реінфекції оздоровленого матеріалу розпочався вже з другого року вирощування у польових умовах. Ураженість супереліти картоплі вірусними хворобами в контрольному варіанті зростає на 6,5 %, тоді як при використанні Інтерферону – лише на 3,5 %, що свідчить про наявність післядії цього препарату (табл. 3). При цьому збільшення симптомів прояву хвороб при використанні ДГ-67 та Бровадезу 20 з ДМСО на 6,4–6,5 % призвело до менших, ніж у контролі значень.

В латентній формі вірусами (переважно S, рідше – X) при використанні Інтерферону було уражено 1,7 % рослин, Бровадезу 20 з ДМСО – 1,2 %, у контролі – 5,2 % (табл. 4).

У випадку, коли використовувалось накладання обробок досліджуваними препаратами, зростання ураженості при застосуванні Інтерферону склало лише 2,8 %, ДГ-67–4,7, Бровадезу 20 з ДМСО – 2,7 %. Віруси в латентній формі спостерігались лише при використанні Бровадезу з ДМСО (1,2 %).

Ознаки ураження еліти картоплі в контрольному варіанті мали 12,0 % рослин (табл. 5). Найпомітнішою післядія була при використанні Інтерферону (9,0 %). При використанні ДГ-67 та Бровадезу 20 з ДМСО симптоми були у 12,2 та 10,5 % рослин, відповідно.

Таблиця 3

**Ураженість супереліти картоплі
вірусними хворобами за впливу каскадної обробки посівів
антивірусними препаратами**

Препарат	Візуальні симптоми хвороб, %							
	післядія обробки				накладання обробки			
	2008	2009	2010	середнє	2008	2009	2010	середнє
1. Інтерферон	6,3	3,3	4,7	4,8	5,7	2,3	4,3	4,1
2. ДГ-67	9,3	8,4	8,1	8,6	7,5	6,2	6,6	6,8
3. Бровадез 20 + ДМСО	9,2	6,6	8,3	8,0	5,7	2,3	5,0	4,3
4. Без обробки (контроль)	9,4	8,7	9,7	9,3	9,4	8,7	9,7	9,3

Таблиця 4

**Ураженість супереліти картоплі вірусами за впливу
каскадної обробки посівів антивірусними препаратами**

Препарат	Віруси X, S, У в латентній формі, %							
	післядія обробки				накладання обробки			
	2008	2009	2010	середнє	2008	2009	2010	середнє
1. Інтерферон	5,2	0	0	1,7	0	0	0	0
2. ДГ-67	0	0	0	0	0	0	0	0
3. Бровадез 20 + ДМСО	2,6	5,0	5,0	1,2	2,6	5,0	5,0	1,2
4. Без обробки (контроль)	5,2	5,3	5,0	5,2	5,2	5,3	5,0	5,2

Вірусів у латентній формі в досліджуваних варіантах було на 3,7–5,0 % менше ніж у контролю (табл. 6).

Таблиця 5

Ураженість еліти картоплі вірусними хворобами за впливу каскадної обробки посівів антивірусними препаратами

Препарат	Візуальні симптоми хвороб, %								
	післядія післядії			післядія обробки			обробка		
	2009	2010	середнє	2009	2010	середнє	2009	2010	середнє
1. Інтерферон	6,2	11,9	9,0	5,0	11,2	8,1	5,2	7,8	6,5
2. ДГ-67	8,6	15,8	12,2	8,3	14,5	11,4	6,6	11,8	9,2
3. Бровадез 20 + ДМСО	7,5	13,5	10,5	6,8	11,9	9,4	5,0	10,0	7,5
4. Без обробки (контроль)	8,1	16,0	12,0	8,1	16,0	12,0	8,1	16,0	12,0

Еліта, отримана з обробленої методом накладання супереліти, була менше уражена вірусними хворобами ніж контроль на 3,9 % при використанні Інтерферону, на 0,6 % – при використанні ДГ-67 та на 2,6 % – при використанні Бровадезу 20 з ДМСО. Результати візуальної оцінки стану посівів підтверджуються даними серологічної діагностики: післядія накладання обробок препаратами Інтерферон та Бровадез 20 з ДМСО призвела до меншої (на 12,5 та 11,3 %, відповідно), ніж у контролі, кількості вірусів в латентній формі. Еліта, отримана з послідовно оброблених суперсупереліти та супереліти препаратом ДГ-67, мала 10,0 % прихованих вірусів (контроль – 17,5 %).

У випадку послідовного накладання обробок впродовж всього процесу репродукування значне зменшення візуальних симптомів ураження вірусними хворобами відмічено в усіх досліджуваних варіантах. При використанні Інтерферону воно склало 5,5 %, ДГ-67 – 2,8, Бровадезу 20 з ДМСО – 4,5 %. Зокрема діагностованих вірусів при використанні Інтерферону виявлено не було, тоді як при застосуванні ДГ-67 та Бровадезу 20 з ДМСО їх кількість складала лише 5,0 та 2,5 %, відповідно (контроль – 17,5 %).

Таблиця 6

Ураженість еліти картоплі вірусами за впливу каскадної обробки посівів антивірусними препаратами

Препарат	Віруси X, S, У в латентній формі, %								
	післядія післядії			післядія обробки			обробка		
	2009	2010	середнє	2009	2010	середнє	2009	2010	середнє
1. Інтерферон	15,0	10,0	12,5	5,0	5,0	5,0	0	0	0
2. ДГ-67	15,0	12,5	13,8	10,0	10,0	10,0	5,0	5,0	5,0
3. Бровадез 20 + ДМСО	15,0	10,0	12,5	5,0	7,5	6,2	0	5,0	2,5
4. Без обробки (контроль)	20,0	15,0	17,5	20,0	15,0	17,5	20,0	15,0	17,5

Таким чином, слід відмітити явно виражену антивірусну дію Інтерферону на прояв вірусних хвороб картоплі, що підтверджується даними серологічного аналізу. Післядія каскадних обробок цим препаратом зберігається до еліти, а використання накладання обробок ще посилює його дію.

Препарат ДГ-67 лише в перший рік використання має помітний вплив на зменшення ураженості вірусами, в подальшому його дія, навіть за накладання обробок є порівняно слабо вираженою, внаслідок чого візуальні симптоми ураження є близькими до контролю.

Значний позитивний вплив, який спричиняє використання суміші Бровадезу 20 з ДМСО в перший рік, майже не зберігається в післядії, але накладання обробок свідчить про ефективність використання даної комбінації.

Проведеними впродовж 2016–2018 рр. дослідженнями також встановлено суттєве зменшення прояву вірусних хвороб за каскадної обробки посівів часнику озимого препаратами Інтерферон та ДГ-67. Польові досліди виконували за послідовного накладання досліджуваними препаратами. Отримані дані свідчать про зменшення симптомів ураження насінневих посівів часнику вірусними хворобами за концентрації Інтерферону 0,01–0,10 %.

Так ураженість сорту Дюшес за використання Інтерферону зменшилась у 5,3 разів, сорту Мерф'янський білий – у 5,5 разів, що сприяло покращанню фітосанітарного стану посівів, зменшенню реінфекції, зростанню товарності та продуктивності рослин. Це також сприяло формуванню високих економічних показників виробництва насінневого матеріалу.

3. Вплив антивірусних препаратів на продуктивність рослин

Зменшення ураженості суперсупереліти вірусами призвело до відповідного зростання урожайності картоплі в усіх досліджуваних варіантах (табл. 7) на 5,2–11,0 т/га порівняно до контролю (18,5 т/га).

Таблиця 7

Урожайність суперсупереліти картоплі за впливу каскадної обробки посівів антивірусними препаратами

Препарат	Урожайність, т/га			
	2007	2008	2009	середнє
1. Інтерферон	44,7	29,3	14,6	29,5
2. ДГ-67	38,7	27,2	10,9	25,6
3. Бровадез 20 + ДМСО	36,5	25,1	9,6	23,7
4. Без обробки (контроль)	25,4	22,6	7,4	18,5
НІР ₀₅	1,17	0,37	0,62	–

Зростання урожайності супереліти за впливу післядії антивірусних препаратів складає 1,9–3,9 т/га, тоді як накладання обробок обумовлює її збільшення на 2,0–6,5 т/га (табл. 8).

Таблиця 8

Урожайність супереліти картоплі за впливу каскадної обробки посівів антивірусними препаратами

Препарат	Урожайність, т/га							
	післядія обробки				накладання обробки			
	2008	2009	2010*	середнє	2008	2009	2010*	середнє
1. Інтерферон	24,9	12,3	0,61	12,6	29,3	13,2	0,64	14,4
2. ДГ-67	24,3	10,9	0,57	11,9	25,3	12,7	0,60	12,9
3. Бровадез 20 + ДМСО	23,2	10,1	0,52	11,3	23,3	10,1	0,56	11,3
4. Без обробки (контроль)	19,8	9,6	0,48	10,0	19,8	9,6	0,48	10,0
НІР ₀₅	0,47	0,32	0,037	–	0,47	0,32	0,037	–

* – дані не враховувались

Найсуттєвішим є ефект від використання Інтерферону та ДГ-67. Зростання урожайності при застосування суміші Бровадезу 20 з ДМСО в певній мірі лімітується наявністю вірусної інфекції в латентній формі.

Післядія Інтерферону зумовила зростання урожайності еліти на 2,4–2,7 т/га, тоді як Бровадезу 20 з ДМСО – лише на 0,7–1,1 т/га (табл. 9). Післядії препарату ДГ-67 виявлено не було.

Послідовне накладання обробок в процесі репродукування сприяло достовірному зростанню урожайності еліти на 3,3 т/га при використанні Інтерферону, на 0,4 т/га при використанні ДГ-67 та на 2,7 т/га при використанні Бровадезу 20 з ДМСО.

Таким чином, найбільш виражену післядію на урожайність картоплі має Інтерферон, тоді як використання інших досліджуваних препаратів є більш доцільним при використанні послідовного накладання обробок в процесі репродукування (особливо у випадку з ДГ-67).

Таблиця 9

Урожайність еліти картоплі за впливу каскадної обробки посівів антивірусними препаратами

Препарат	Урожайність, т/га								
	післядія післядії			післядія обробки			обробка		
	2009	2010*	середнє	2009	2010*	середнє	2009	2010*	середнє
1. Інтерферон	10,7	0,50	5,6	11,0	0,52	5,8	11,6	0,55	6,0
2. ДГ-67	8,2	0,43	4,3	8,3	0,43	4,4	8,7	0,46	4,6
3. Бровадез 20 + ДМСО	9,0	0,43	4,7	9,4	0,46	4,9	11,0	0,48	5,7
4. Без обробки (контроль)	8,3	0,42	4,4	8,3	0,42	4,4	8,3	0,42	4,4
НІР ₀₅	0,3	0,038	–	0,3	0,038	–	0,3	0,038	–

* – дані не враховувались

Зокрема застосування Інтерферону на часнику дозволяє суттєво збільшити його урожайність. Так у сорту Дюшес вона склала 4,8 т/га, що на 20,8 % вище контролю, а сорту Мерефянський білий – 4,3 т/га, що на 23,2 % перевищує контроль.

Основними причинами зростання урожайності картоплі в варіантах досліді було зростання кількості бульб в кущі та збільшення їх середньої маси. При цьому суттєвих змін у співвідношенні фракцій бульб не спостерігалось.

Зростання кількості бульб кожної фракції відбувалось пропорційно їх частці в структурі урожаю. Особливу увагу в даному випадку слід приділити збільшенню кількості бульб насінневої фракції. Цей показник характеризує величину коефіцієнту розмноження насінневого матеріалу і є основним критерієм процесу насінництва. Це також стосується інших рослин, що розмножують вегетативним шляхом.

Суттєве зростання кількості насінневих бульб суперсупереліти при використанні Інтерферону на 2,1 шт./кущ порівняно до контролю зумовило збільшення їх виходу на 86 тис. шт/га (табл. 10).

Таблиця 10

Насіннева продуктивність суперсупереліти картоплі за впливу каскадної обробки посівів антивірусними препаратами

Препарат	Насіннева фракція, %			
	2007	2008	2009	середнє
1. Інтерферон	51	89	82	74
2. ДГ-67	50	92	85	76
3. Бровадез 20 + ДМСО	64	91	78	78
4. Без обробки (контроль)	63	94	71	76

Зростання частки насінневих бульб при використанні ДГ-67 та Бровадезу 20 з ДМСО призвело до відповідного збільшення їх кількості на 56 і 59 тис. шт/га (табл. 11).

Таблиця 11

Вихід насінневих бульб суперсупереліти картоплі за впливу каскадної обробки посівів антивірусними препаратами

Препарат	Насінневих бульб, шт./кущ			
	2007	2008	2009	середнє
1. Інтерферон	6,3	7,9	7,7	7,3
2. ДГ-67	6,0	7,6	6,1	6,6
3. Бровадез 20 + ДМСО	6,5	8,0	5,4	6,6
4. Без обробки (контроль)	4,6	7,2	3,8	5,2
НІР ₀₅	0,30	0,46	0,40	-

Суттєвого впливу досліджуваних препаратів на співвідношення бульб різних фракцій не відмічено. Зростання частки бульб насінневої фракції супереліти порівняно до суперсупереліти відмічено у всіх досліджуваних варіантах (табл. 12).

Таблиця 12

Насіннева продуктивність супереліти картоплі за впливу каскадної обробки посівів антивірусними препаратами

Препарат	Насіннева фракція, %							
	післядія обробки				накладання обробки			
	2008	2009	2010	середнє	2008	2009	2010	середнє
1. Інтерферон	90	74	-	82	89	73	-	81
2. ДГ-67	89	74	-	82	90	78	-	84
3. Бровадез 20 + ДМСО	88	74	-	81	92	73	-	82
4. Без обробки (контроль)	90	73	-	82	90	73	-	82

Післядія досліджуваних препаратів дозволяє отримати додатково від 0,6 до 1,8 штук насінневих бульб супереліти на кущ (табл. 13). Це забезпечує їх надходження до 73 тис. шт./га за використання Інтерферону, до 82 тис. шт./га – за використання ДГ-67 та до 24 тис. шт./га – за використання Бровадезу 20 з ДМСО. У випадку застосування послідовного накладання обробок зростання кількості насінневих бульб складає 81, 73 та 34 тис. шт./га, відповідно.

Післядії у збільшенні частки бульб насінневої фракції еліти при обробці суперсупереліти по жодному варіанту виявлено не було (табл. 14). Незалежно від препарату та кратності обробки за послідовного репродукування вона складала 78–81%. Проте слід відмітити той факт, що даний показник на такому рівні спостерігається практично на всіх етапах розмноження.

Таблиця 13

Вихід насінневих бульб супереліти картоплі за впливу каскадної обробки посівів антивірусними препаратами

Препарат	Насінневих бульб, шт./кущ							
	післядія обробки				накладання обробки			
	2008	2009	2010	середнє	2008	2009	2010	середнє
1. Інтерферон	7,9	7,2	-	7,6	8,1	7,6	-	7,8
2. ДГ-67	7,6	6,0	-	7,8	8,0	7,3	-	7,6
3. Бровадез 20 + ДМСО	7,3	5,6	-	6,4	7,2	6,2	-	6,7
4. Без обробки (контроль)	6,4	5,3	-	5,8	6,4	5,3	-	5,8
НІР ₀₅	0,37	0,36	-	-	0,37	0,36	-	-

Таблиця 14

Насіннева продуктивність еліти картоплі за впливу каскадної обробки посівів антивірусними препаратами

Препарат	Насіннева фракція, %								
	післядія післядії			післядія обробки			обробка		
	2009	2010	середнє	2009	2010	середнє	2009	2010	середнє
1. Інтерферон	80	-	80	83	-	83	80	-	80
2. ДГ-67	78	-	78	79	-	79	81	-	81
3. Бровадез 20 + ДМСО	81	-	81	79	-	79	81	-	81
4. Без обробки (контроль)	81	-	81	81	-	81	81	-	81

У випадку накладання обробок на супереліту значне зростання кількості насінневих бульб еліти відмічено лише при використанні Інтерферону – на 0,6 шт./кущ, що складає 24 тис. шт./га. У випадку послідовного накладання обробок впродовж всього репродукування суттєвий ріст кількості насінневих бульб еліти в кущі був відмічений за використання Інтерферону (на 0,6 шт./кущ) та Бровадезу 20 з ДМСО (на 0,8 шт./кущ). Це сприяє зростанню

додаткових витрат, але дає змогу додатково отримати до 24–33 тис. шт. насінневих бульб еліти з 1 га (табл. 15).

Таблиця 15

Вихід насінневих бульб еліти картоплі за впливу каскадної обробки посівів антивірусними препаратами

Препарат	Насінневих бульб, шт./кущ								
	післядія посіву			післядія обробки			обробка		
	2009	2010	середнє	2009	2010	середнє	2009	2010	середнє
1. Інтерферон	6,1	-	6,1	6,8	-	6,8	6,8	-	6,8
2. ДГ-67	5,6	-	5,6	5,8	-	5,8	6,2	-	6,2
3. Бровадез 20 + ДМСО	6,0	-	6,0	6,2	-	6,2	7,0	-	7,0
4. Без обробки (контроль)	6,2	-	6,2	6,2	-	6,2	6,2	-	6,2
НІР ₀₅	0,28	-	-	0,28	-	-	0,28	-	-

Таким чином післядія обробки суперсупереліти дозволяє додатково отримати насінневий матеріал еліти, якого вистачить ще на 64–147 га, залежно від препарату. У випадку послідовного накладання обробок отриманого додаткового насінневого матеріалу еліти вистачить на 123–200 га, але, якщо обробляти лише суперсупереліту та супереліту, накопичена післядія дозволяє додатково отримати елітних бульб картоплі ще на 87–200 га посівів.

В усіх випадках найвищі значення мають варіанти, де використовувалась каскадна обробка Інтерфероном, тому, враховуючи його значну післядію, доцільним є одноразове його використання на суперсупереліті оздоровленого матеріалу картоплі.

При використанні препаратів ДГ-67 та Бровадезу 20 з ДМСО, післядія яких є слабшою, доцільним є одно- чи дворазове накладання обробок ними в процесі репродукування.

Не зважаючи на високу вартість препарату Інтерферон, затрати на виробництво еліти при його застосуванні зменшилися порівняно до контролю на 1138–2165 грн/га (табл. 16).

Таблиця 16

**Затрати на виробництво еліти оздоровленої картоплі
при застосуванні каскадних обробок
антивірусними препаратами, тис. грн/га**

Препарат	Варіанти застосування препаратів при репродукуванні картоплі		
	післядія післядії	післядія накладання	накладання
1. Інтерферон	19,176	18,886	19,913
2. ДГ-67	18,977	18,713	19,169
3. Бровадез 20 + ДМСО	19,706	19,864	20,654
4. Без обробки (контроль)	21,051		

За рахунок зростання врожайності і насінневої продуктивності зменшення собівартості насінневого матеріалу склало 782–861 грн/т (табл. 17).

Таблиця 17

**Собівартість еліти оздоровленої картоплі при застосуванні
каскадних обробок антивірусними препаратами, грн/т**

Препарат	Варіанти застосування препаратів при репродукуванні картоплі		
	післядія післядії	післядія накладання	накладання
1. Інтерферон	1886	1807	1807
2. ДГ-67	2436	2372	2318
3. Бровадез 20 + ДМСО	2305	2224	1976
4. Без обробки (контроль)	2668		

Висока рентабельність виробництва еліти (на 62 % вище контролю) зумовлена значною післядією даного препарату, що свідчить про можливість його застосування лише на супер-супереліті оздоровленої картоплі (табл. 18).

Зменшення затрат на виробництво еліти при застосуванні ДГ-67 складає 1882–2338 грн/га, але, внаслідок незначної їх окупності, собівартість картоплі зменшується лише на 232–350 грн/т. Саме тому зростання рентабельності виробництва еліти при застосуванні даного препарату є найменшим серед досліджуваних варіантів (на 14–23 % порівняно до контролю) і є найнеефективнішим

при послідовному використанні каскадних обробок ДГ-67 впродовж всього процесу репродукування, що також пов'язано з відсутністю суттєвої його післядії.

Таблиця 18

Рентабельність виробництва еліти оздоровленої картоплі при застосуванні каскадних обробок антивірусними препаратами, грн/т

Препарат	Варіанти застосування препаратів при репродукуванні картоплі		
	післядія післядії	післядія накладання	накладання
1. Інтерферон	112	121	121
2. ДГ-67	64	69	73
3. Бровадез 20 + ДМСО	74	80	102
4. Без обробки (контроль)	50		

При використанні Бровадезу 20 з ДМСО зменшення затрат на виробництво на 397–1345 грн/га та відповідне зменшення собівартості еліти на 363–692 грн/т призводить до зростання її виробництва на 24–30 % за рахунок післядії обробок та на 52 % – при послідовному їх застосуванні (рис 4.3). Але той факт, що послідовно оброблений насінневий матеріал є в п'ять разів менше ураженим вірусними хворобами в латентній формі, свідчить саме про доцільність його застосування.

Висновки

1. Обробка досліджуваними препаратами оздоровленої картоплі методом накладання впродовж репродукування дозволяє зменшити візуальні симптоми вірусних захворювань суперсупереліти в 1,3–2,2 рази, супереліти – в 1,4–2,3, еліти – в 1,3–1,8 рази, що в більшості випадків супроводжується зменшенням інфікованості вірусами X, S та У в латентній формі. При використанні Інтерферону на суперсупереліті спостерігається його післядія на прояв симптомів вірусних хвороб, кількість яких у супереліти зменшується до 4,8 % (контроль – 9,3 %), а у еліти – до 9,0 % (контроль – 12,0 %).

2. Зростання урожайності суперсупереліти картоплі на 5,2–11,0 т/га спостерігається в усіх досліджуваних варіантах. Накладання обробок цими препаратами дозволяє отримати додатково 2,0–6,5 т/га супереліти та 0,4–3,3 т/га еліти. Післядія є

найсуттєвішою при застосуванні Інтерферону, дещо меншою при використанні Бровадезу 20 з ДМСО та незначною – за обробки ДГ-67.

3. Досліджені способи використання антивірусних препаратів дозволяють отримати додатковий насінневий матеріал картоплі, яким можна засадити до 200 га польових площ. Найефективнішим в даному випадку є послідовне накладання каскадних обробок Інтерфероном в процесі репродукування (на суперсупереліті, супереліті та еліті), але, навіть застосування його лише на суперсупереліті дозволяє внаслідок післядії отримати додаткову кількість еліти на 147 га.

4. Досліджувані варіанти зумовлюють зростання рентабельності еліти на 14–71%. Але, враховуючи суттєве зменшення ураженості вірусними хворобами, пов'язане з цим зростання урожайності і насінневої продуктивності, а також наявність післядії, більш доцільним є використання каскадних обробок суперсупереліти Інтерфероном, що сприяє зменшенню затрат на виробництво еліти на 1875 грн/га, а її собівартості – на 782 грн/т. Рівень рентабельності при цьому сягає 112% (контроль – 50%).

5. Використання Інтерферону призвело до зменшення симптомів ураження насінневих посівів часнику вірусними хворобами. Так ураженість сорту Дюшес за даног препарату зменшилась у 5,3 разів, сорту Мереф'янський білий – у 5,5 разів. Запропонований спосіб дозволяє суттєво збільшити урожайність досліджуваних сортів – на 20,8 і 23,2%, відповідно.

Список використаних джерел:

1. Романова С. А., Рейфман В. Г., Реднева А. Н. Вакцинация картофеля слабопатогенным штаммом Х-вируса картофеля. *Защита растений на Дальнем Востоке*. 1989. С. 37–38.
2. Тринклер Ю. Г. О большом цикле развития картофельного растения. *Физиология растений*. 1960. № 6. С. 730–733.
3. Зыкин А. Г. Тли – переносчики вирусов картофеля. Л.: «Колос», 1970. 72 с.
4. Блоцкая Ж. В. Проблема вирусных и вирусоподобных заболеваний картофеля. *Защита растений*. Мн., Вып. XVIII. 1993. С. 34–40.
5. Кононученко В. В. Наукове забезпечення галузі картоплярства. *Картоплярство*. К.: «Нора-принт», 2000. Вип. 30. С. 3–10.

6. Вірусні хвороби картоплі / за ред. О. Й. Онищенко. К. : «Урожай», 1969. 142 с.
7. Линник Г. Н. Причины вырождения картофеля. *Картофель*. 1957. № 2. С. 26–27.
8. Сердюков А. Е., Писарев Б. А., Старцева Л. И. Семеноводство картофеля. М. : «Колос», 1984. 160 с.
9. Фаворов А. М. К истории вопроса о размножении картофеля семенами на Украине. Культура картофеля семенами. Горький, 1983. С. 7.
10. Рожалин Л. В. Агротехника семенного картофеля. *Картофель*. 1958. № 6. С. 4.
11. Немчин Ф. И. Изучение и проверка методов борьбы с вырождением картофеля в Молдавии. *Мат. конф. по вопр. семеноводства картофеля*. М. : Изд-во МСХ СССР, 1958. С. 14.
12. Фаворов А. М. Насінництво картоплі в Українській РСР. Харків, 1946. 68 с.
13. Лысенко Т. Д. Заготовить больше верхушек картофеля. М. : Огизсельхозгиз, 1947. 16 с.
14. Чесноков Н. С. Причины вырождения картофеля на юге и меры борьбы с ним. *Мат. конф. по семеноводству картофеля*. Л. : Изд-во ВАСХНИЛ, 1958. С. 61–63.
15. Соколенко Н. Ф. Выращивание здорового семенного картофеля на юге. *Науч. тр. селекционно-генетического ин-та им. Т.Д. Лысенко*. Одесса, 1962. С. 14–22.
16. Балашев Н. Н. Семеноводство картофеля на юге СССР. М. : Сельхозиздат, 1963. 172 с.
17. Бондарев М. Т. Борьба с вырождением картофеля на юге СССР при культуре его ростками. М. : Росиздат, 1938. 276 с.
18. Фаворов А. М., Котов А. Ф. Летняя посадка картофеля. М. : Госсельхозиздат, 1952. 320 с.
19. Муш Н. Н. О взаимодействии гетеротрофного и автотрофного питания в онтогенезе картофеля. *Физиология растений*. 1961. Т. 8, вып. 2. С. 183–187.
20. Максимович М. М. Семеноводство картофеля. М. : Сельхозгиз, 1951. 164 с.
21. Дунин М. С. Вирусные болезни сельскохозяйственных растений. М. : Сельхозиздат, 1937. 107 с.
22. Дунин М. С. О некоторых методах получения и применения антивозбудительных сывороток в фитопатологии и энтомологии. *Вестник с.-х. науки*. 1958. № 3. С. 31–33.

23. Рыжков В. Л. Фитопатогенные вирусы. М. : Изд-во АН СССР, 1946. 226 с.

24. Сухов К. С. Общая вирусология. М. : Высшая школа, 1965. 136 с.

25. Сухов К. С. Проблемы общей и сельскохозяйственной вирусологии. *Защита растений от вредителей и болезней*. 1960. № 1. С. 19–24.

26. Букасов С. М., Камераз А. Я. Основы селекции картофеля. М. : Сельхозгиз, 1959. 528 с.

27. Фом'юк М. К. Розвиток готики картоплі залежно від умов вирощування. *Питання насінництва картоплі та боротьби з її виродженням*. К. : Вид-во УАСГН, 1960. С. 60–68.

28. Подгаецкий А. А. Створення вихідного матеріалу, стійкого проти вірусів і вірусних хвороб. *Картоплярство*. К. : «Нора-принт», 2000. Вип. 30. С. 19–26.

29. Чесноков П. Г. Болезни вырождения картофеля в СССР. М. – Л. : Изд-во с.-х. лит-ры, журналов и плакатов, 1961. 320 с.

30. Картопля / за ред. В. В. Кононученка, М. Я. Молоцького. Біла Церква. 2002. Т. 1. 536 с.

31. Башкин Е. Л. О вырождении и семеноводстве картофеля. *Картофель и овощи*. 1961. № 3. С. 14–15.

32. Башкин Е. Л. Вырождение картофеля и меры борьбы с ним. М. : «Наука», 1966. С. 14–15.

33. Бордукова М. В. Отбирать растения новыми методами. *Картофель и овощи*. 1961. № 1. С. 17–19.

34. Рейфман В. Г. Вирусные болезни картофеля и их распространение на Дальнем Востоке. *Вирусные болезни картофеля*. М. : «Наука», 1966. С. 85–93.

35. Фом'юк М. К. О готике картофеля. *Борьба с болезнями с.-х. растений*. К. : Изд-во АН УССР, 1953. С. 46–48.

36. Сухов К. С., Развязкина Г. М. Биология вирусов и вирусные болезни растений. М. : Наука, 1955. 236 с.

37. Рожалин Л. В. Исследование вырождения семенного картофеля : *отчёт н.-и. института картофельного хозяйства за 1941–1944 г.г.* М. : Сельхозгиз, 1947. 36 с.

38. Дунин М. С. Вырождение и вирусные заболевания картофеля. *Защита растений от вредителей и болезней*. 1956. № 1. С. 35–37.

39. Абрамов И. Н. Болезни картофеля на Дальнем Востоке. Хабаровск : книжное изд-во, 1953. 221 с.

40. Польова стійкість сортів картоплі проти вірусних хвороб в умовах південного Полісся України / О. І. Терещенко, З. В. Родіонова та ін. К. : Урожай, 1974. Вип. 5. С. 11–13.

41. Сокол П. Ф. Зберігання картоплі та овочів. К. : «Урожай», 1968. 252 с.
42. Удовицкий А. С. Безвирусное картофелеводство и иммунитет. *Интенсификация производства картофеля на Дальнем Востоке*. Новосибирск, 1987. С. 42–47.
43. Герасимов С. Б., Леонтьева Ю. А. К вопросу о безвирусном семеноводстве картофеля. *Современные проблемы семеноводства картофеля на безвирусной основе*. Владивосток, 1985. С. 68–72.
44. Мамчур А. Е., Дмитрук Ю. А., Погорилько Н. А. К вопросу о вырождении картофеля и изменчивости при культивировании in vitro. *Картоплярство*. К. : «Урожай», 1998. Вип. 28. С. 90–94.
45. Власов Ю. А., Ларина Э. И. Сельскохозяйственная вирусология. М. : Колос, 1982. 239 с.
46. Мэттьюс Р. Вирусы растений. М. : Мир, 1973. 600 с.
47. Вирусные болезни и семеноводство картофеля / пер. с англ. Т. Н. Теплоуховой и Э. В. Трускинова, под ред. Ю. И. Власова. М. : Колос, 1976. 288 с.
48. Можаяева К. А., Васильева Т. Я., Кастальева Т. Б. Вироид веретеновидности клубней картофеля передается через корневую систему. *Картофель и овощи*, 1987. № 2. С. 28.
49. Адамов И. И., Матюшенко А. Л. Вирусы и урожайность картофеля. *Картофелеводство*. Мн. 1985. Вып. 6. С. 61–66.
50. Починок В. Я. Залежність урожайності картоплі від ступеня ураження її вірусними хворобами. *Картоплярство*. К. : «Урожай», 1987. Вип.18. С. 27–33.
51. Кучко А. А., Мицько В. М. Фізіологічні основи формування врожаю і якості картоплі. К. : «Довіра», 1997. 142 с.
52. Физиология картофеля / под ред. Б. А. Рубина. М., «Колос», 1979. 294 с.
53. Динер Т. О. Вироиды. *Перспективы биохимических исследований*. М. : Мир, 1987. С. 151–160.
54. Ильина М. Г. Аминокислоты и амиды в семенных клубнях картофеля в связи с их продуктивными качествами. *Агрохимия*, 1975. № 2. С. 77–82.
55. Цоглин Л. Н. Фотосинтетический аппарат растений картофеля при длительном действии вирусной инфекции. *Физиология растений*. 1987. Т. 34, № 6. С. 1403–1412.
56. Берштейн Б. И., Леонтьева Ю. А., Оканенко А. С. Влияние различных типов вырождения картофеля на содержание аминокислот в клубнях. *Докл. АН СССР*, 1960. Т. 134, № 4. С. 79–85.

57. Смит К. Вирусные болезни растений. М. : Изд-во иностран. лит-ры, 1960. 520 с.

58. Дубовик В. І. Вплив насіннєвого матеріалу картоплі на його продуктивність при репродукуванні. *Картоплярство*. К. : «Нора-принт», 2000. Вип. 30. С. 130–135.

59. Педько О. І. Вплив синтетичних хімічних препаратів на вірусну інфекцію при розмноженні оздоровленого матеріалу у полі. *Картоплярство*. К. : «Аграрна наука», 1994. Вип. 25. С. 53–56.

60. Герасимов С. Б., Леонтьева Ю. А. К вопросу о безвирусном семеноводстве картофеля. *Современные проблемы семеноводства картофеля на безвирусной основе*. Владивосток, 1985. С. 56–59.

61. Рейфман В. Г., Гнутова Р. В., Романова С. А. Физиолого-биохимические свойства вирусов, поражающих картофель и приёмы оздоровления семенного материала на Дальнем Востоке. *Сельскохозяйственная биология*. 1996. № 3. С. 93–106.

62. Розенберг В. Р. Факторы, влияющие на эффективность оздоровления картофеля от мозаичных вирусов методом верхушечной меристемы. *Сб. реф. НИР*. 1981. № 4. С. 5.

63. Демкович Я. Б. Продуктивність насіннєвої картоплі залежно від виду вихідного матеріалу та способу його формування. *Картоплярство*. К. : «Аграрна наука», 1998. Вип. 28. С. 171–173.

64. Агур М. О. О повторной вирусной инфекции семенного картофеля, оздоровленного методом апикальной меристемы. *Селекция и семеноводство*. 1992. № 4–5. С. 59–64.

65. Амбросов А. Л. Вирусные болезни картофеля и методы выращивания здоровых семенных клубней. Минск : Урожай, 1964. 198 с.

66. Різник В. С. Оздоровлення картоплі: проблеми і перспективи. *Картоплярство*. К. : «Аграрна наука», 1997. Вип. 27. С. 23–24.

67. Гребенщикова С. Условия, влияющие на поражаемость картофеля вирусами. *Картофель и овощи*. 1975. № 7. С. 38.

68. Куприянов Д. Н. Накопление вирусной инфекции в зависимости от условий выращивания и качества исходного материала. *Селекция и семеноводство картофеля*. М. 1978. Вып 31. С. 94–98.

69. Майшук З. М. Мікроклональне розмноження картоплі *in vitro* : проблеми та перспективи у первинному насінництві. *Картоплярство*. К. : «Аграрна наука», 1997. Вип. 27. С. 182–189.

70. Майшук З. М. Влияние культуры меристемы и термотерапии на изменчивость признаков и семенные качества картофеля на безвирусной основе. Владивосток, 1985. 38 с.

71. Букасов С. М., Шарина Н. Е. История картофеля. М. : Сельхозгиз, 1938. 37 с.

72. Майщук З. М. Ефективність клонових доборів у селекції картоплі. *Картоплярство*. К. : «Аграрна наука», 1993. Вип. 24. С. 14–17.

73. Дубинин Н. П. Общая генетика. М. : Наука, 1986. 559 с.

74. Sward R., Hallan N. Changes in fine structure of the potato meristems following heat treatment for virus eradication. *Austral J. Bot.*, 1976. № 5. p.597–605.

75. Кучумов А. П., Князев В. А. Культура тканей и клеток в селекции и семеноводстве картофеля. М. : ВНИИТЭИИСХ ВАСХНИЛ, 1980. 48 с.

76. Владимиров М. В. Усовершенствование системы и методов семеноводства. *Сб. реф. НИР*. 1987. № 8. С. 30.

77. Глущенко И. Е., Савинская Н. В. Клоновая селекция картофеля. М., 1956. 88 с.

78. Демкович Я. Б., Верменко Ю. Я. Ураженість насінневої картоплі вірусами в процесі репродукування залежно від різновиду вихідного матеріалу. *Картоплярство*. К. : «Нора-принт», 2000. Вип. 30. С. 118–123.

79. Гребенюк М. Т., Жигайло И. И. Устойчивость картофеля к вирусным заболеваниям. *Защита растений*. 1975. № 5. С. 54.

80. Верменко Ю. Я. Вплив умов вирощування насінневого матеріалу на зараженість картоплі вірусами X, M, S. *Картоплярство*. К. : «Урожай», 1976. Вип. 7. С. 25–26.

81. Ольшевська З. А. Продуктивність насінневої картоплі залежно від строків її збирання. *Картоплярство*. К. : «Урожай», 1978. Вип. 9. С. 49–54.

82. Свертока В. Е., Тищенко О. Г. Продуктивність оздоровленої картоплі залежно від умов вирощування. *Картоплярство*. К. : «Урожай», 1982. Вип. 13. С. 44–47.

83. Линдерманис Я. М. Разработка мероприятий предохранения семенного картофеля от заражения вирусами. *Сб. реф. НИР*. 1974. № 13. С. 37.

84. Картопля – другий хліб / упоряд. та заг. ред. П. С. Теслюка. К. : «Довіра», 1985. Вип. 1. 281 с.

85. Амбросов А. Л., Соболев Я. В. Влияние температуры хранения клубней картофеля на накопление в них вирусов. *Картофельноеводство*. Мн. 1974. Вып. 2. С. 140.

86. Зейрук Т. В. Способы повышения эффективности оздоровленного картофеля и изменчивость растений из верхушечных

меристем при использовании физиологически активных веществ. *Сб. реф. НИР*. 1986. № 11. С. 11.

87. Постников Д. А. Защита от вирусных болезней и поддержание высокой продуктивности оздоровленного материала картофеля с помощью ингибитора вирусов и регуляторов роста. *Сб. реф. НИР и ОКР*. 1990. № 15. С. 34.

88. Гайдук П. П. Изучение антивирусного действия некоторых химических соединений с целью защиты семенного картофеля от вирусных болезней. *Сб. реф. НИР*. 1983. № 15–16. С. 23.

89. Изучение приёмов оздоровления семенного картофеля (обработка семян и ботвы химическими препаратами, подбор оптимальных сроков уборки ботвы) сорта Приекульский ранний. *Сб. реф. НИР*. 1980. № 27. С. 7.

90. Блоцкая Ж. В. Проблема вирусных и вирусоподобных заболеваний картофеля. *Защита растений* : сб. науч. тр. Бел. НИИ защиты растений. Мн. : 1995. Вып. XVIII. С.34–40.

91. Павлов М. А. Изучение химического способа задержки прорастания клубней семенного картофеля при хранении. *Сб. реф. НИР*. 1973. № 5. С. 25.

92. Шмыгля В. А., Постников Д. А., Кинякин Н. Ф. Применение ингибитора вирусов ДГТ и регуляторов роста. *Химизация сельского хозяйства*. 1991. № 5. С. 36–42.

DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-240-4-10>

Піньковський Г. В.

доктор філософії,

заступник директора з навчально-виробничої роботи

Відокремлений структурний підрозділ

«Бобринецький аграрний фаховий коледж імені Василя Порика

Білоцерківського національного аграрного університету»

м. Бобринець, Кировоградська область

Танчик С. П.

доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент

Національної академії аграрних наук України,

завідувач кафедри землеробства та гербології

Національний університет біоресурсів

і природокористування України

м. Київ

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

Анотація. *Висвітлено результати досліджень з управління елементами технології та впливу факторів на продуктивність соняшнику. Польовий дослід проводили методом розщеплених ділянок у трьох повтореннях на дослідному полі Інституту сільського господарства Степу НААН в посушливих умовах Правобережного Степу України.*

Матеріалом для дослідження були гібриди соняшнику середньоранньої групи стиглості – Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 5582 (Фактор А); строки сівби: перший – за прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 5–6 °С, другий – до 7–8 °С, третій – до 9–10 °С (Фактор В); густина стояння рослин – 50, 60, 70 тис./га (Фактор С).

Дослідженнями встановлено, що продуктивність рослин соняшнику залежить від температури ґрунту (строки сівби), оптимального водного режиму, густоти стояння рослин, генетичних та морфологічних характеристик гібридів.

Також встановлено, що регулюючи строки сівби і підбираючи оптимальну густоту стояння рослин можна впливати на ріст і розвиток рослин соняшника, оминаючи критичні періоди під час вирощування.

Оптимальним строком сівби соняшнику для гібридів LG 55.82 та LG 54.85 є прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 5–6 °С, для гібридів Форвард та LG 56.32 – до 9–10 °С, оптимальна густина – 60 тис./га. У таких умовах гібрид LG 55.82 сформував найвищу врожайність – 3,85 т/га, гібрид LG 54.85–3,64 т/га, Форвард – 3,09 т/га, гібрид LG 56.32–3,62 т/га.

Вступ

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) – найважливіша олійна культура в Україні та Європі. Кліматичні аномалії, включаючи дуже високі температури, передбачені як головні фактори негативної дії на ріст і розвиток рослин, які можуть призвести до катастрофічних втрат продукції сільського господарства [4].

Серед природних факторів, які стримують ріст виробництва соняшнику за рахунок підвищення урожайності в Степу, є недостатня вологозабезпеченість рослин внаслідок посушливості клімату [35].

Саме ґрунтові запаси води та поживних речовин здебільшого є першопричиною низької або високої продуктивності соняшнику [24].

Використання вологи посівами соняшнику певною мірою можна регулювати строками сівби. Зміщення строків сівби на більш ранні дає змогу змінювати умови росту й розвитку рослин соняшнику, а саме – рослини краще забезпечуються вологою, та можливо оминуть критичні температурні періоди розвитку рослин [19; 25].

Для підвищення урожайності насіння соняшника проводиться пошук оптимальних строків сівби, які припадають на різні календарні дати.

Аналіз літературних джерел свідчить про наявність протилежних точок зору щодо визначення строків сівби соняшнику. Одні стверджують, що оптимальним строком сівби соняшнику вважається період, коли температура ґрунту на глибині 10 см становить +8–10 °С, при якому рослини соняшнику сформували найбільші показники елементів продуктивності і забезпечили найбільший урожай без додаткових затрат на його отримання [8; 9; 13]. Водночас результати досліджень інших вчених доводять, що оптимальним строком сівби соняшнику вважається період, коли середньодобова стійка температура ґрунту на глибині 10 см досягає 10–12 °С. За такого строку сівби вдається знищити передпосівною культивуацією основну масу сходів ранніх однорічних бур'янів, заробити насіння соняшнику в добре прогрітій, чистий

від бур'янів ґрунт і одержати дружні сходи – на 9–12-й день після сівби [16; 33].

Також, на думку окремих авторів, соняшник є культурою раннього строку сівби, насіння соняшнику може проростати за температури 4–5 °С, а сходи витримувати короточасні весняні заморозки – до мінус 4–6 °С [3; 26; 28]. Ранній строк сівби, при прогріванні ґрунту до 6–8 °С дозволяє змістити терміни настання технологічної стиглості у гібридів соняшнику до настання першої-другої декади вересня, тобто уникнути дощового періоду під час збору врожаю [2; 34].

Разом з тим, не рекомендують сіяти соняшник в пізні строки коли посівний шар висушується і насіння соняшнику тривалий час не проростає. Крім того, внаслідок зміщення періоду вегетації дозрівання врожаю припадає на прохолодний період. В зв'язку з цим подовжується вегетація рослин, знижується урожайність насіння, вміст олії та протеїну [29].

Оптимальна густина стояння є однією з найважливіших передумов високих і якісних врожаїв насіння соняшнику [6]. Густина рослин залежить як від кліматичних умов, так і від генотипу гібрида і в умовах Степу України коливається від 40 до 70 тис. рослин на гектарі [18].

Густина посіву, залежно від регіону досліджень може змінюватись з 40–55 до 70–85 тис. шт./га. При загущенні посіву до 85 тис. шт./га цвітіння рослин затримується на 2–4 доби, а висота рослин збільшувалася у середньому на 10 –12 см. Зменшувались також діаметр кошика з 15,2 до 12,4 см та маса 1000 насінин – з 56,6 до 46,0 г. [32].

За даними Університету Буенос-Айреса [Всеукраїнський журнал сучасного агропромисловця 2012. Зерно. 7 (76)], рекомендована густина посіву становить 40–50 тис. рослин на гектар у посушливих регіонах. У зонах з високим потенціалом продуктивності, де немає обмежень поливу, а добрива вносяться в достатній кількості, густина посіву може бути збільшена до 60–70 тис. рослин на га. Якщо густина посіву низька, то рослини отримують більше ресурсів (вода, сонячне світло, поживні речовини) і мають більшу кількість листя, насіння в кошику важче і його більше. При високій густоті конкуренція між рослинами зростає і більш активно ростуть листя, в результаті кошик отримує мало поживних речовин [5].

Вибір оптимального строку сівби та густоти стояння рослин є передумовою ефективного використання ресурсів середовища для формування високого врожаю посівами [11].

В умовах зміни клімату та появи у виробництві нових гібридів проведення досліджень з оптимізації елементів технології строків сівби та густоти стояння рослин різних гібридів є актуальним для науки та виробництва.

Метою дослідження є підвищення продуктивності завдяки оптимізації елементів технології вирощування соняшнику в умовах Правобережного Степу України.

1. Матеріали і методи

Польовий дослід проводили на дослідному полі ІСГС НААН Кіровоградської області. Ґрунт дослідного поля – чорнозем звичайний важкосуглинковий на лесі, характеризується дуже високим рівнем забезпеченості азотом і високим – рухомими сполуками фосфору і калію. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту становить 4,72 %, азоту, що легкогідролізується – 104 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 191 мг/кг ґрунту та обмінного калію – 142 мг/кг ґрунту, рН_{KCl} – 5,8.

Польові дослідні ділянки закладали методом розщеплених ділянок.

У трифакторному досліді вивчали гібриди соняшнику – Форвард ориґінатор: Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, LG 56.32, LG 54.85, LG 5582 ориґінатор: Limagrain Europe S.A. Франція. Високопродуктивні гібриди середньоранньої групи стиглості з чудовими показниками стійкості до посухи які не досліджувалися в посушливих умовах Правобережного Степу України. (Фактор А); строки сівби: перший – за прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 5–6 °С, другий – до 7–8 °С, третій – до 9–10 °С (Фактор В); густина стояння рослин – 50, 60, 70 тис./га (Фактор С). Повторність досліду трикратна. Площа посівної ділянки – 50,4 м², облікової – 25,2 м². Технологія вирощування соняшнику в досліді – загальноприйнята, за винятком факторів, що вивчалися. Попередник – ярий ячмінь.

Погодні умови 2016–2018 років досліджень відрізнялися від середньобагаторічних показників за кількістю опадів та температурним режимом (рис. 1).

Для встановлення оптимальних строків сівби висівали гібриди соняшнику в терміни: у 2016 році перший строк сівби – 5–6 °С на глибині загортання насіння (6 квітня), другий – 7–8 °С (10 квітня), третій – 9–10 °С (13 квітня). У 2017 році відповідно перший строк сівби – 5–6 °С (7 квітня), другий – 7–8 °С (12 квітня), третій – 9–10 °С (28 квітня). У 2018 році відповідно перший строк сівби – 5–6 °С (6 квітня), другий – 7–8 °С (12 квітня), третій – 9–10 °С (24 квітня).

Для отримання густоти стояння соняшника необхідної на час збирання, 50, 60, 70 тис. шт./га, висівали 3,6; 4,3; 5,0 штук насінин на 1 погонний метр. Сівбу соняшнику проводили пунктирним способом з шириною міжряддя 70 см.

Вміст продуктивної вологи в ґрунті визначали термостатно-ваговим методом. Ґрунтові зразки відбирали буром в шарі 0–10, 10–20, 20–30, 30–40, 40–60, 60–80, 80–100 см.

Вміст азоту, визначали іонселективним електродом іонометру И-160 М згідно ДСТУ ISO 4729: 2007.

Вміст рухомих сполук фосфору та калію визначали за Чиріковим (ДСТУ 4115–2002), вміст гумусу за Тюріним (ДСТУ 4289: 2004), рН ґрунтового розчину (ДСТУ ISO 10390:2007).

Чисту продуктивність фотосинтезу визначали по основним міжфазним періодам розвитку соняшника г/м² за добу шляхом відбору проб рослин, в яких визначали загальну масу, масу окремих органів і площу листків і визначали за формулою [36].

Фотосинтетичний потенціал (млн м²/га днів) визначали за основними міжфазними періодами, у фазах 4–5 та 9–10 пар справжнього листя, цвітіння, дозрівання за формулою [7].

Відбір проб для визначення урожайності проводили поділяючно у фазу повної стиглості (перша – друга декада вересня), обмолочування кошиків проводили комбайном «Samro».

Статистичний аналіз результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу даних трифакторного польового дослідження з оцінюванням якості проведених досліджень та інтерпретацією їхніх результатів, розрахунки проводили за допомогою MS Excel Agcstat.

2. Результати дослідження та їх обговорення

Дослідження показали, що продуктивність рослин соняшнику безпосередньо залежить від температури ґрунту (строки сівби), оптимального водного режиму, густоти стояння рослин, генетичних та морфологічних особливостей гібридів.

2.1. Агрометеорологічні показники вегетаційного періоду соняшнику

Одним із вирішальних факторів у досягненні високих і стабільних врожаїв сільськогосподарських культур в умовах нестабільної вологи Правобережного Степу України є накопичення та раціональне використання вологи, яка є одним із найважливіших нерегульованих факторів, що обмежують врожайність [12; 15; 23].

Забезпеченість рослин соняшника вологою та теплом підтверджується гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) як в окремі періоди росту та розвитку рослин соняшнику, так і загалом у період вегетації (рис. 1).

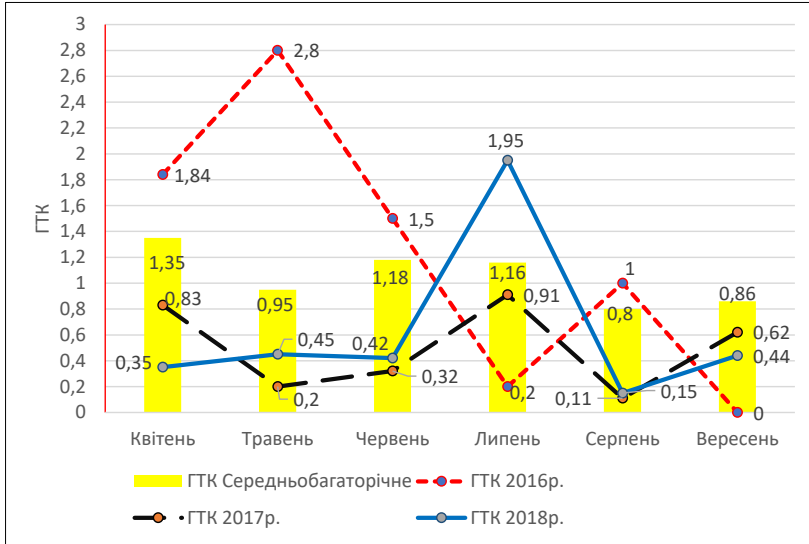


Рис. 1. Ступінь зволоження території за гідротермічним коефіцієнтом Г. Т. Селянінова, 2016–2018 р.

Гідротермічний коефіцієнт є найбільш об'єктивним способом визначення ступеня зволоження вегетаційного періоду. За результатами спостережень всі три роки досліджень за гідротермічним коефіцієнтом відрізнялися від середньобагаторічних показників за кількістю опадів.

У 2016 році в середньому за вегетацію соняшнику ГТК був вищим за середньобагаторічне значення на 14 %. У 2017–2018 роках показник гідротермічного коефіцієнту був нижчим від середньобагаторічної норми на 41–53,4 %, що характеризує істотний недобір опадів, а також посуху.

В критичний період росту і розвитку соняшнику у 2016–2017 роках ГТК був нижчим за багаторічне значення на 21,6–82,7 %, що вказує на посушливість даного періоду. У 2018 році слід виділити липень ГТК був суттєво більшим від багаторічної норми і становив 40,6 %.

Таким чином, недостатня кількість опадів і нерівномірне їх випадання у критичні за водоспоживанням періоди соняшнику (червень–липень), привело до недобору урожаю соняшника. Червень характеризувався теплою з дефіцитом опадів погодою у 2017–2018 роках. В липні спостерігалася нестійка з опадами погода у 2016 році. Дозрівання та завершення вегетації відбувалося при добрій теплозабезпеченості, але при обмежених вологозапасах ґрунту за відсутності опадів.

Аналізуючи результати дослідження, слід зазначити, що в більшості випадків вища урожайність насіння у гібридів соняшнику формувалася у тих варіантах, коли період від формування кошика до цвітіння припав на червень або першу декаду липня, незалежно від року випробувань, коли можливі опади за середньо-багаторічними показниками.

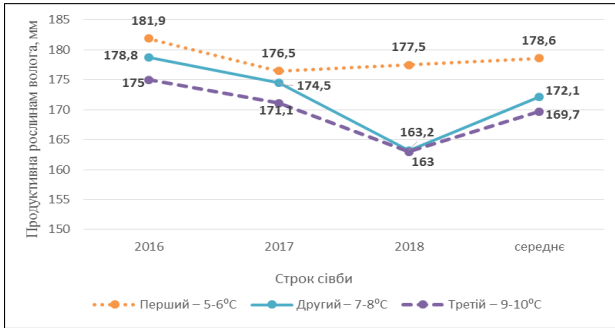
2.2. Динаміка вмісту вологи в ґрунті залежно від строків сівби та густоти стояння рослин

Соняшник, маючи тривалий вегетаційний період, при повному забезпеченні поживними речовинами, використовує на формування великої маси значну кількість вологи, що тим самим забезпечує високу продуктивність врожаю.

Запаси продуктивної вологи в 0–100 см шарі ґрунту на час сівби залишалися високими та суттєво вплинули на динаміку появи сходів (рис. 2). Це зумовлено невисокими температурами, компенсацією підвищеною відносною вологістю повітря, невисокою випаровуваністю вологи з ґрунту, вологозапасами осінньо-зимового періоду та випадаячими опадами в цей період.

Протягом 2016–2018 років досліджень найбільше продуктивної вологи в 0–100 см шарі ґрунту було за першого строку сівби при прогріванні ґрунту на глибині загортання насіння до 5–6 °С запаси вологи становили 178,6 мм, що на 5 % більше за третій строк та 3,7 % за другий строк сівби. За другого строку сівби при прогріванні ґрунту на глибині загортання насіння до 7–8 °С запаси вологи становили 172,1 мм, що на 1,4 % більше за третій строк. За третього строку сівби при прогріванні ґрунту на глибині загортання насіння до 9–10 °С запаси вологи становили 169,7 мм.

Коефіцієнт кореляції між запасами продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту та врожаєм насіння становить в середньому $0,85 \pm 0,12$ [10].



НІР₀₅ фактор В – 2,8

Рис. 2. Вміст продуктивної вологи в 0-100 см шарі ґрунту на час сівби соняшника

Вміст продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-100 см для росту і розвитку рослин особливого значення набуває після фази утворення кошиків, коли соняшник інтенсивно споживає продуктивну вологу з глибоких шарів ґрунту [21; 23].

Засуха в період від початку бутонізації до цвітіння негативно позначається на темпах накопичення надземної маси рослин, знижує їх продуктивність на 30-35 %. Погані умови зволоження під час цвітіння і наливу насіння зумовлюють формування дрібних кошиків, знижують їх озерненість, виповненість, урожайність і якість насіння [30; 31].

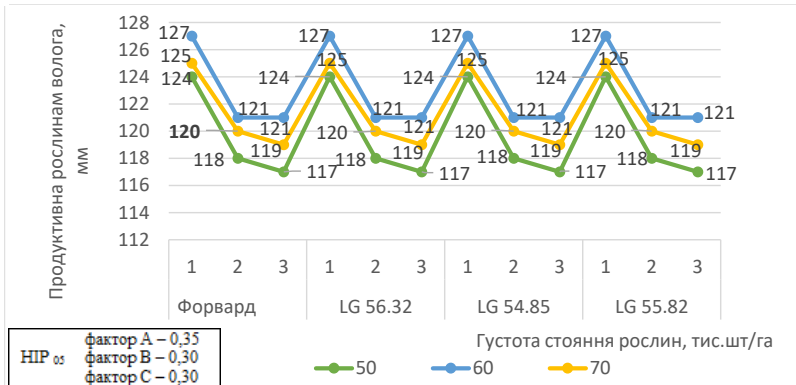


Рис. 3. Вміст продуктивної для рослин вологи в 0-100 см шарі ґрунту у фазу цвітіння соняшнику (середнє за 2016-2018 рр.)

У середньому за роки досліджень найвищими запаси продуктивної для рослин вологи в 0–100 см шарі ґрунту в посівах гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 були за густоти стояння рослин 60 тис. на гектарі, за першого строку сівби – у фазі цвітіння становили 127 мм (рис. 3), що на 4,8 % більше за третій та другий строки сівби. За густоти стояння рослин 50 тис. на гектарі за першого строку сівби – 5–6 °С, у посівах гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 запаси продуктивної вологи у фазі цвітіння становили 124 мм, що на 5,7 % більше за третій та 4,9 % – другий строк сівби. За густоти стояння рослин до 70 тис. на гектарі, запаси продуктивної для рослин вологи становили за першого строку сівби 125 мм, що на 4,8 % більше за третій та 4,0 % – другий строк сівби.

Дослідження особливостей використання ґрунтової вологи гібридів соняшника засвідчили, що вони потребують різного вологозабезпечення за фазами росту й розвитку. Сумарне водоспоживання гібридів за вегетацію становило 3202–3271 м³/га (табл. 1). Таку вологозабезпеченість посівів можна вважати задовільною для формування високого врожаю.

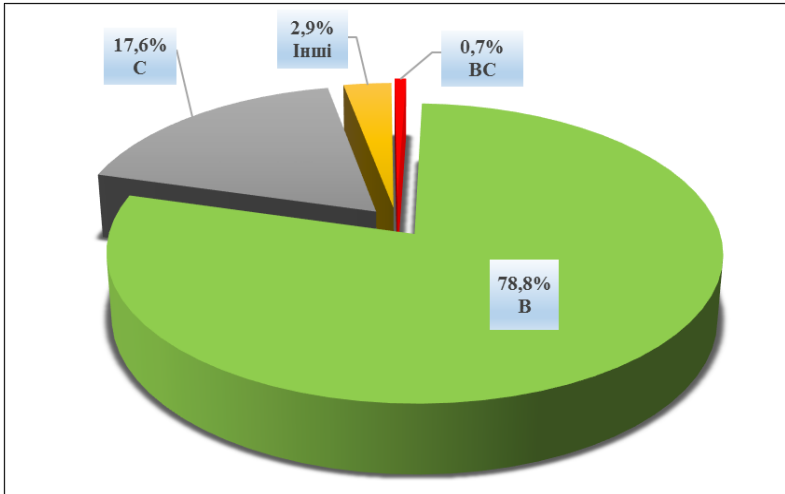


Рис. 4. Частка впливу факторів на вміст продуктивної вологи в 0–100 см шарі ґрунту у фазу цвітіння: В – строки сівби, С – густина стояння рослин (середнє за 2016–2018 рр.)

Частка впливу на вміст продуктивної вологи в 0–100 см шарі ґрунту у фазу цвітіння становила: фактор В – 78,8 %, С – 17,6 % (рис. 4).

Таблиця 1

**Водоспоживання рослинами соняшника
за різних строків сівби та густоти стояння рослин, м³/га
(середнє за 2016–2018 рр.)**

Гібрид	Густина стояння рослин, тис./га	Строки сівби за температури ґрунту на глибині загорання насіння					
		5–6 °С		7–8 °С		9–10 °С	
		сумарне	середньо-добове	сумарне	середньо-добове	сумарне	середньо-добове
1	2	3	4	5	6	7	8
Форвард	50	3301	23,9	3226	24,1	3212	24,5
	60	3271	23,7	3216	24	3202	24,4
	70	3291	23,8	3216	24	3202	24,4
LG 56.32	50	3301	24,2	3226	24,6	3212	24,8
	60	3271	24,0	3216	24,5	3202	24,8
	70	3291	24,1	3216	24,5	3202	24,8
LG 54.85	50	3301	24,4	3226	24,8	3212	24,9
	60	3271	24,2	3216	24,7	3202	24,8
	70	3291	24,3	3216	24,7	3202	24,8
LG 55.82	50	3301	24,4	3226	24,8	3212	24,9
	60	3271	24,2	3216	24,7	3202	24,8
	70	3291	24,3	3216	24,7	3202	24,8

Найбільше витрачається води посівами за першого строку сівби через довші міжфазні та вегетаційні періоди. Гібриди соняшника ефективніше використовували вологу за сівби при температурі ґрунту 5–6 °С на глибині загорання насіння. За густоти рослин 50 тис./га сумарне споживання становило у гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85 та LG 55.82 3301 м³/га, за густоти рослин 60 тис./га у гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85 та LG 55.82–3271 м³/га, за густоти рослин 70 тис./га відповідно – 3291 м³/га, що зумовлено оптимальним поєднанням температурного та водного режимів ґрунту.

Під час оцінки водного балансу ґрунту важливим показником є коефіцієнт водоспоживання (табл. 2).

Таблиця 2

**Коефіцієнт водоспоживання рослинами соняшника
залежно від строків сівби та густоти стояння, м³/т
(середнє за 2016–2018 рр.)**

Гібрид	Густота стояння рослин, тис./га	Строк сівби за температури ґрунту		
		5–6 °С	7–8 °С	9–10 °С
Форвард	50	1122	1082	1088
	60	1112	1079	1036
	70	1192	1169	1096
LG 56.32	50	1058	1017	958
	60	991	918	884
	70	1018	980	928
LG 54.85	50	965	932	894
	60	898	916	886
	70	985	968	994
LG 55.82	50	909	911	892
	60	849	862	879
	70	988	898	894

У середньому за роки досліджень значно ефективніше використовували вологу рослини гібриду LG 55.82 за першого строку сівби, коли ґрунт на глибині загортання насіння прогрівався до 5–6 °С, а густота рослин становила 60 тис./га, коефіцієнт водоспоживання складав 849 м³/т.

Рослини гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85 найефективніше використовували вологу за третього строку сівби, коли ґрунт на глибині загортання насіння прогрівався до 9–10 °С при розміщенні на площі 60 тис./га, коефіцієнт водоспоживання складав 1036, 884, 886 м³/т. Необхідно враховувати, що в посушливих умовах соняшник дуже раціонально використовує вологу.

Найбільший коефіцієнт водоспоживання зафіксовано у гібрида Форвард за першого строку сівби при густоті 70 тис./га рослин – 1192 м³/т.

За ранніх строків сівби коефіцієнт водоспоживання підвищувався у гібрида Форвард на 6,9 %, LG 56.32 – на 10,8 %, LG 54.85 – на 1,4 %.

2.3. Польова схожість насіння та виживання рослин соняшника залежно від строків сівби та густоти стояння рослин

Залежно від строків сівби гідротермічні умови різняться і це суттєво впливає на польову схожість насіння, динаміку сходів та подальший ріст і розвиток рослин гібридів соняшнику [14].

Усі досліджувані гібриди соняшнику найвищу польову схожість насіння забезпечували і за рахунок запасів продуктивної вологи. Це і є однією з переваг ранніх строків посіву соняшнику. За недостатнього забезпечення ґрунту вологою схожість знижується, і тим більше, чим довшим є посушливий період. Однак і надмірна волога в ґрунті може бути причиною зниження польової схожості через недостатню кількість повітря, оскільки для проростання обов'язкова наявність кисню [20].

Запаси продуктивної вологи у посівному шарі ґрунту 0–10 см були достатніми для отримання повноцінних сходів і становили на час третього строку сівби 23,6 мм проти 25,0 і 24,4 мм відповідно за першого і другого строків сівби (рис. 5), що на 5,6 % менше за перший та 3,3 % – за другий строк сівби, тобто відбувалося поступове зменшення кількості продуктивної рослинам води у посівному шарі ґрунту.

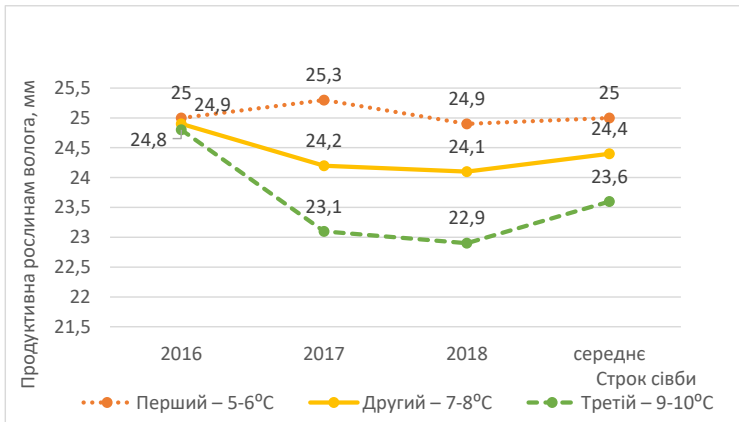


Рис. 5. Вміст продуктивної вологи в 0–10 см шарі ґрунту на час сівби соняшника

Таблиця 3

Польова схожість насіння гібридів соняшнику залежно від строків сівби, % (середнє за 2016–2018 рр.)

Гібрид	Строк сівби	Польова схожість насіння, %			
		2016	2017	2018	Середнє
Форвард	1	85,6	86,5	86,6	86,2
	2	85,5	87,2	85,0	85,9
	3	85,1	82	85,2	84,1
LG 56.32	1	85,8	86,1	89,5	87,1
	2	85,7	85,1	85,5	85,4
	3	85,1	82,3	85,2	84,2
LG 54.85	1	89,2	90,9	93	91
	2	90	90,1	93	91
	3	87,9	83	92	87,6
LG 55.82	1	91,2	91,6	94,7	92,5
	2	91	90,9	93,7	91,8
	3	92,1	85	93,7	90,2
НІР ₀₅	фактор А – 2,17				
	фактор В – 1,88				

Фактор А – Гібрид, Фактор В – Строк сівби

Строк сівби: 1 – температура ґрунту 5–6 °С, 2 – температура ґрунту 7–8 °С, 3 – температура ґрунту 9–10 °С.

Найвищі показники польової схожості насіння соняшнику зафіксовано за першого строку сівби, коли температура ґрунту на глибині загортання насіння прогріється на 5–6 °С у гібрида LG 55.82–92,5 %, у гібридів LG 54.85, LG 56.32, Форвард відповідно 91, 87,1 і 86,2 % (табл. 3). Так, польова схожість насіння соняшнику при сівбі у другий строк, коли ґрунт прогріється до 7–8 °С, становила у гібридів LG 55.82–91,8 %, LG 54.85–91 %, LG 56.32–85,4 %, Форвард – 85,9 %. При сівбі у третій строк, коли ґрунт прогріється до 9–10 °С польова схожість склала у гібридів LG 55.82–90,2 %, LG 54.85–87,6 %, LG 56.32–84,2 %, Форвард – 84,1 %.

Польова схожість насіння соняшнику при сівбі в перший строк, коли ґрунт прогріється до 5–6 °С, відносно другого строку була більшою у гібридів LG 55.82 на 1,5 %, LG 56.32 на 1,7 %, Форвард на 0,3 %, у LG 54.85 в обох варіантах була однаковою, а третього – у гібридів LG 55.82 на 2,3 %, LG 54.85 на 3,4 %, LG 56.32 на 2,9 %, Форвард на 2,1 %, що зумовлено оптимальним поєднанням температурного і водного режимів ґрунту.

Однак, у разі коли третій строк сівби **припадає на третю декаду квітня** в посушливі роки спостерігалось швидке пересихання посівного шару і польова схожість знижувалася на 3,8–7,9 %.

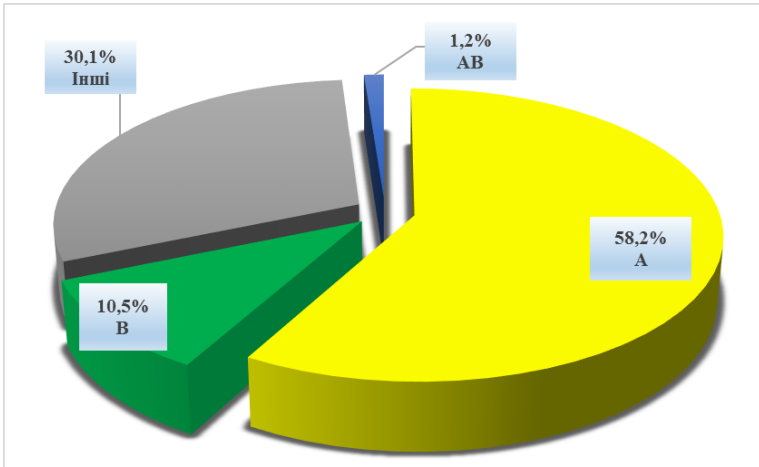


Рис. 6. Частка впливу факторів на польову схожість насіння соняшника: А – гібриди, В – строки сівби (середнє за 2016–2018 рр.)

Частка впливу на величину польової схожості насіння становила: фактор А – 58,2 %, фактор В – 10,5 % (рис. 6).

За отриманими величинами польової схожості насіння соняшника, середньоранні гібриди LG 55.82, LG 54.85, LG 56.32, Форвард є адаптованими для ранньої сівби.

Вирішальну роль у формуванні урожайності соняшнику відіграє густина рослин на час збирання. Тому під час проведення досліджень особлива увага приділялася формуванню густоти рослин залежно від строку сівби насіння гібридів соняшника. За даними трьох років досліджень, виживання у середньому по гібридах було високим і досягало 96,3–92,0 %.

Найбільшим виживання було у гібрида LG 55.82 за першого строку сівби та оптимальної густоти 60 тис. рослин/га – 96,3 %, що більше, ніж у гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85 на 3,6, 2,5 та 1,3 %. За другого строку сівби загальне виживання рослин соняшнику у гібрида LG 55.82 склало 95,5 %, що більше, ніж у гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85 на 2,3; 1; 0,5 %.

За першого строку сівби за густоти 50 тис./га, виживання рослин сояшнику склало у гібридів Форвард – 92,0 %, LG 56.32–92,8 %, LG 54.85–94,2 %, LG 55.82–94,9 %. За другого строку сівби у гібридів Форвард – 92,2 %, LG 56.32–93,1 %, LG 54.85–93,8 %, LG 55.82–94,2 %, а за третього відповідно Форвард – 92,8 %, LG 56.32–93,3 %, LG 54.85–94,2 %, LG 55.82–95,1 %, що більше на 0,5; 0,2; 0,4; 0,1 % за другий строк та 0,8; 0,5; 0,19 % за перший, у гібрида 54.85 показники не відрізнялися між першим та другим строком сівби.

За густоти 70 тис. рослин/га виживання за першого строку сівби у гібридів сояшнику Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 склало 92,1; 92,7; 94,2; 93,8 %. За другого строку сівби у гібридів сояшнику Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82–91,6; 92,7; 93,7; 93,7 %. За третього строку сівби – 93,2; 94,1; 94,5; 94,4 %.

Загальне виживання насіння сояшнику при сівбі в третій строк, коли ґрунт прогріється до 9–10 °С, відносно другого строку було більшим у гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 на 1,6 %; 1,4 %; 0,8 %; та 0,7 %, а першого – у гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 на 1,1 %; 1,4 %; 0,3 %; та 0,6 %.

2.4. Фенологія сояшника залежно від строків сівби та густоти стояння рослин

Тривалість міжфазних періодів досліджуваних гібридів сояшнику змінювалася залежно від строків сівби, біологічних особливостей гібридів та погодних умов (табл. 4).

Тривалість періоду сівба – сходи залежала від температурного режиму та запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–100 см (рис. 2). Протягом першого строку сівби тривалість періоду сівба – сходи становив 18 днів, другого строку сівби – 16 днів та третього строку сівби – 12 днів (табл. 4).

Тривалість періоду повні сходи – утворення кошиків визначалися температурним режимом зокрема, сумою ефективних температур, необхідних для проходження певних фаз росту й розвитку. Так, період повні сходи – утворення кошиків у середньому за роки досліджень при першому та третьому строку сівби склав для гібридів: Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 – 56 днів, а при другому строку сівби – 54 дні (табл. 4).

Тривалість періоду цвітіння – повна стиглість насіння за першого строку сівби у гібрида Форвард склав 69 днів, у гібридів LG 56.32 – 66 днів, LG 54.85, LG 55.82–65 днів. За другого строку сівби тривалість періоду цвітіння – повна стиглість насіння становила

67 днів у гібрида Форвард, у гібрида LG 56.32–63 дні, LG 54.85 та LG 55.82 – 62 дні, що на 2 і 3 дні менше порівняно з першим строком. За третього строку сівби тривалість періоду цвітіння – повна стиглість насіння у гібриду Форвард становила 63 дні, у гібридів LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 – 60 днів, що менше на 4, 3 і 2 дні порівняно з другим строком та 6 і 5 днів порівняно з першим строком. Збільшення густоти стояння рослин від 50 до 70 тис./га не впливало на тривалість міжфазних періодів гібридів соняшника.

Таблиця 4

**Тривалість міжфазних періодів гібридів соняшника
залежно від строків сівби, днів (середнє за 2016–2018 рр.)**

Гібрид	Показник	Температура ґрунту 5–6 °С			Температура ґрунту 7–8 °С			Температура ґрунту 9–10 °С		
		Густота стояння рослин, тис. штук/га								
		50	60	70	50	60	70	50	60	70
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Форвард	Сівба – сходи	18	18	18	16	16	16	12	12	12
	Сходи – утворення кошика	56	56	56	54	54	54	56	56	56
	Утворення кошика – цвітіння	13	13	13	13	13	13	12	12	12
Форвард	Цвітіння – дозрівання	69	69	69	67	67	67	63	63	63
	Сходи – дозрівання	138	138	138	134	134	134	131	131	131
LG 56.32	Сівба – сходи	18	18	18	16	16	16	12	12	12
	Сходи – утворення кошика	56	56	56	54	54	54	56	56	56
	Утворення кошика – цвітіння	14	14	14	14	14	14	13	13	13
	Цвітіння – дозрівання	66	66	66	63	63	63	60	60	60
	Сходи – дозрівання	136	136	136	131	131	131	129	129	129

Закінчення таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
LG 54.85	Сівба – сходи	18	18	18	16	16	16	12	12	12
	Сходи – утворення кошика	56	56	56	54	54	54	56	56	56
	Утворення кошика – цвітіння	14	14	14	14	14	14	13	13	13
	Цвітіння – дозрівання	65	65	65	62	62	62	60	60	60
	Сходи – дозрівання	135	135	135	130	130	130	129	129	129
LG 55.82	Сівба – сходи	18	18	18	16	16	16	12	12	12
	Сходи – утворення кошика	56	56	56	54	54	54	56	56	56
	Утворення кошика – цвітіння	14	14	14	14	14	14	13	13	13
	Цвітіння – дозрівання	65	65	65	62	62	62	60	60	60
	Сходи – дозрівання	135	135	135	130	130	130	129	129	129

Найкоротший вегетаційний період зафіксовано за третього строку сівби, коли ґрунт прогрівався до 9–10 °С у гібридів LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82–129 днів, у гібрида Форвард – 131 день. За першого строку коли ґрунт прогрівався до 5–6 °С тривалість збільшилася до 135–138 днів. При сівбі, коли ґрунт прогрівався до 7–8 °С, насіння набуло повної стиглості за 130–134 дні.

У гібрида Форвард вегетація від першого до третього строків сівби скоротилася від 138 до 131 дня. Тривалість вегетації у гібрида LG 56.32 скорочувалася від першого до третього строку сівби з 136 днів до 129 днів. Рослини гібридів LG 54.85, LG 55.82 досягали майже одночасно. Найдовший вегетаційний період у гібрида Форвард – 138 днів за першого, 134 – за другого, 131 день – за третього строків сівби.

2.5. Поживний режим ґрунту залежно від системи удобрення соняшника

Для формування високої продуктивності соняшнику, а також для підтримання родючості ґрунту на належному рівні мають бути створені умови повного забезпечення ґрунту елементами живлення [22].

Ґрунт є єдиним посередником, через який можна впливати на розвиток рослин створенням в ньому надійного запасу елементів живлення. Саме ґрунтові запаси елементів живлення в більшості випадків виступають першопричиною низької або високої продуктивності соняшника [22].

Вміст елементів живлення в ґрунті змінювався як за роками, так і під впливом різного фону удобрення (табл. 5).

Таблиця 5

Вміст елементів живлення в орному шарі ґрунту залежно від удобрення соняшника (середнє за 2016–2018 рр.) [22]

Рік	Система удобрення	N – NO ₃ мг/кг	N – NH ₄ мг/кг	P ₂ O ₅ мг/кг	K ₂ O мг/кг
2016	Без добрив	2,25	17,5	210,9	96,0
	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	2,83	24,6	195,3	122,5
	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.	3,60	18,8	232,8	137,3
2017	Без добрив	3,50	18,6	186,0	109,6
	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	6,60	19,9	266,5	163,0
	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.	6,20	28,4	166,9	169,0
2018	Без добрив	0,81	17,9	271,9	152,0
	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	0,76	24,2	166,9	193,0
	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.	0,60	17,6	324,0	145,0

*П.П. побічна продукція врожаю

Застосування системи удобрення під час вирощування соняшнику в 2016 р. сприяло істотному зростанню фосфору на ділянках за внесення N₄₀P₄₀K₄₀ + П.П., вміст якого становив 232,8 мг/кг ґрунту, у варіанті без добрив вміст фосфору становив 210,9 мг/кг ґрунту та у варіанті N₄₀P₄₀K₄₀–195,3 мг/кг ґрунту відповідно. Внесення N₄₀P₄₀K₄₀ сприяло зменшенню фосфору на 37,5 мг/кг ґрунту, або на 16,2 % проти варіанта N₄₀P₄₀K₄₀ + П.П., і на 15,6 мг/кг ґрунту, або на 7,4 % проти варіанта без добрив.

Внесення N₄₀P₄₀K₄₀ + П.П. сприяло збільшенню вмісту нітратного азоту (NO₃) на 1,35 мг/кг ґрунту, або на 37,5 % проти варіанта без добрив. Вміст амонійного азоту (NH₄) в ґрунті був вищим за внесення N₄₀P₄₀K₄₀ і становив 24,6 мг/кг ґрунту, що на 28,9 % більше проти варіанта без добрив.

В умовах 2017 року вміст фосфору був вищим у варіанті з фоном $N_{40}P_{40}K_{40}$ і становив 266,5 мг/кг ґрунту, що більше, ніж у варіанті без добрив на 80,5 мг/кг ґрунту, або на 30,3 %, та варіанті $N_{40}P_{40}K_{40} + П.П.$ – на 99,6 мг/кг ґрунту, або на 37,4 %. Внесення $N_{40}P_{40}K_{40}$ сприяло збільшенню вмісту нітратного азоту (NO_3) на 3,1 мг/кг ґрунту, або на 6,1 % проти варіанта $N_{40}P_{40}K_{40} + П.П.$, та на 47,0 % – варіанта без добрив. Вміст амонійного азоту (NH_4) в ґрунті був вищим за внесення $N_{40}P_{40}K_{40} + П.П.$ і становив 28,4 мг/кг ґрунту, що на 34,6 % більше проти варіанта без добрив.

Внесення $N_{40}P_{40}K_{40} + П.П.$ під час вирощування соняшнику у 2018 р. суттєво підвищувало вміст фосфору щодо фону без добрив та фону $N_{40}P_{40}K_{40}$. Вміст фосфору становив 324,0; 271,9; 166,9 мг/кг ґрунту, що більше, ніж у варіанті без добрив на 16,1 % та варіанті $N_{40}P_{40}K_{40}$ – на 48,5 %.

Вміст нітратного азоту (NO_3) в ґрунті майже не змінювався за внесення $N_{40}P_{40}K_{40}$ та $N_{40}P_{40}K_{40} + П.П.$, цей показник варіював від 0,60 до 0,81 мг/кг ґрунту і був вищим у варіанті без добрив на 26 %.

Внесення $N_{40}P_{40}K_{40}$ сприяло збільшенню вмісту амонійного азоту (NH_4) на 6,3 мг/кг ґрунту, або на 26,1 % проти варіанта без добрив.

Так, під час вирощування соняшнику в 2016–2017 р. внесення $N_{40}P_{40}K_{40} + П.П.$ сприяло підвищенню вмісту калію в ґрунті на 137,3 та 169,0 мг/кг ґрунту, що на 10,8 та 3,6 % більше проти варіанта $N_{40}P_{40}K_{40}$, і на 30,1 та 35,2 % –варіанта без добрив.

В умовах 2018 року вміст калію в ґрунті був вищим у варіанті з фоном $N_{40}P_{40}K_{40}$ і становив 193,0 мг/кг, що на 24,9 % більше, ніж у варіанті $N_{40}P_{40}K_{40}$ П.П. та на 21,3 % – у варіанті без добрив.

Застосування азотних добрив у поєднанні з фосфорними та калійними $N_{40}P_{40}K_{40} + П.П.$ та $N_{40}P_{40}K_{40}$ дає змогу поліпшити поживний режим ґрунту та створити більш сприятливі умови для росту й розвитку рослин соняшника і підтримання родючості ґрунту.

2.6. Висота рослин соняшника залежно від строків сівби та густоти стояння

До фази 2–4 пар листків соняшник росте повільно. У подальшому ріст його посилюється і в період утворення кошиків – цвітіння ростові процеси у рослин характеризуються найвищими показниками – до 5 см/добу. При зростанні густоти від 20 до 60 тис. рослин/га ріст соняшнику прискорюється в середньому на 3 см/добу, а до 80 тис. рослин/га – пригнічується на 6 см/добу [17].

Дослідження показали, що в загущених посівах послаблюється процеси формування генеративних органів, це негативно впливає на продуктивність рослин. У сприятливі за зволоженням роки (2016) загущені посіви збільшували приріст рослин у висоту, а в посушливі (2017, 2018), навпаки, темпи лінійного росту знижувалися. Лімітуючим щодо висоти рослин фактором виступала кількість опадів у першій половині вегетації соняшника.

Протягом вегетаційного періоду було проведено обліки висоти рослин соняшника залежно від досліджуваних факторів (рис. 7).

За результатами досліджень на початкових етапах органогенезу на лінійний ріст рослин соняшника впливали погодні умови, зокрема температурний і водний режими, строки сівби та густина стояння рослин.

Висота рослин соняшнику досліджуваних гібридів у фазі 4–5 пар справжніх листків коливалась від 28,0 до 31,4 см (рис. 7).

Найвищими були рослини у вологому 2016 році. У середньому по досліді висота їх була вищою на 0,8–0,7 см або 2,7–2,4 % порівняно з посушливими 2017–2018 роками. Крім того, на перших етапах органогенезу соняшника 2017 рік характеризувався відхиленням температури повітря від середніх багаторічних даних, що й стало причиною повільного росту рослин у висоту.

Частка впливу на висоту рослин у фазу 4–5 пар справжніх листків становила: фактор А – 12,8 %, фактор С – 28,2 %, фактор В – 26,9 % (рис. 8).

У фазу 9–10 пар справжніх листків висота рослин соняшника коливалась від 78,1 до 82,9 см (рис. 7). За першого строку сівби рослини були найвищими, за третього – найнижчими, що вказує на вищу адаптивність середньоранніх гібридів соняшника до температурного та оптимального водного режиму в цей період. Так, рослини гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 були вищими в середньому на 1,3; 2,0; 1,1; 1,1 см або 1,6; 2,5; 1,4; 1,4 %. Густина стояння рослин у фазу 9–10 пар справжніх листків суттєво не впливала на лінійний ріст рослин соняшника, частка впливу фактора С становила 18,5 % (рис. 9). Так, за першого строку сівби у гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 висота із зростанням густоти стояння рослин до 70 тис./га була меншою на 1,5; 2,0; 2,2; 1,5 см або 1,9; 2,5; 2,7; 1,9 % відносно варіанта 50 тис./га.

Частка впливу на висоту рослин у фазу 9–10 пар справжніх листків становила: фактор А – 7 %, фактор С – 18,5 %, фактор В – 11,7 % (рис. 9).

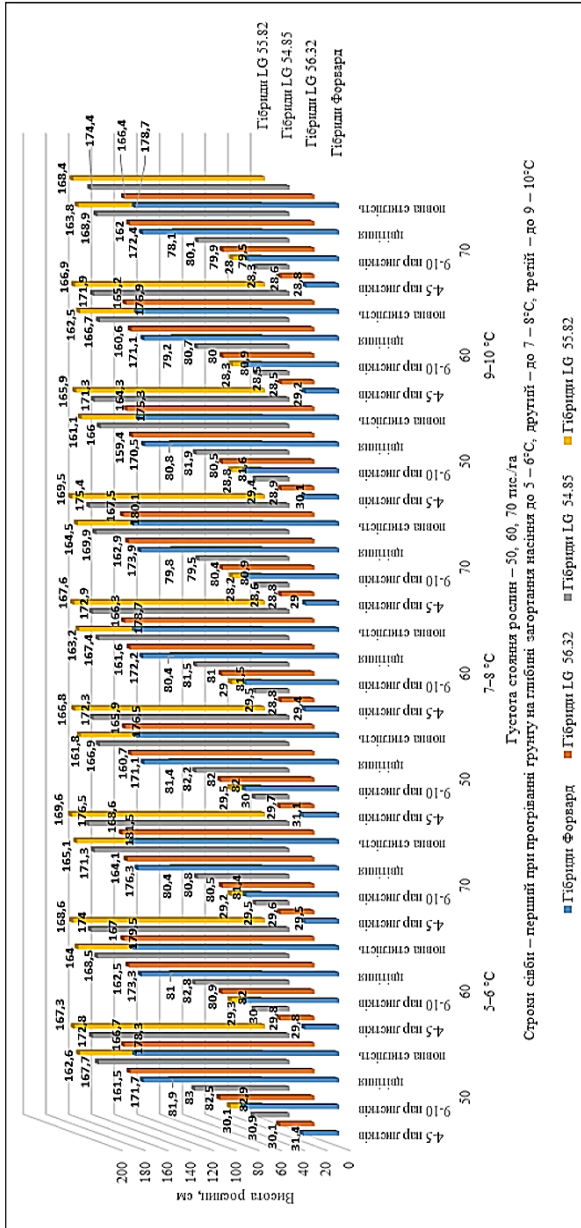


Рис. 7. Висота рослин гібридів соняшника залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у фази 4–5 і 9–10 пар справжніх листків, цвітіння, повна стиглість, см (середнє за 2016–2018 рр.)

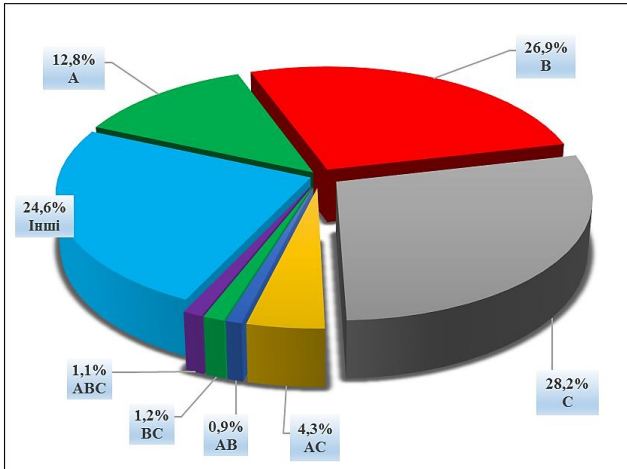


Рис. 8. Частка впливу факторів на висоту рослин соняшника у фазу 4-5 пар справжніх листків: А – гібриди, В – строки сівби, С – густина стояння рослин (середнє за 2016-2018 рр.)

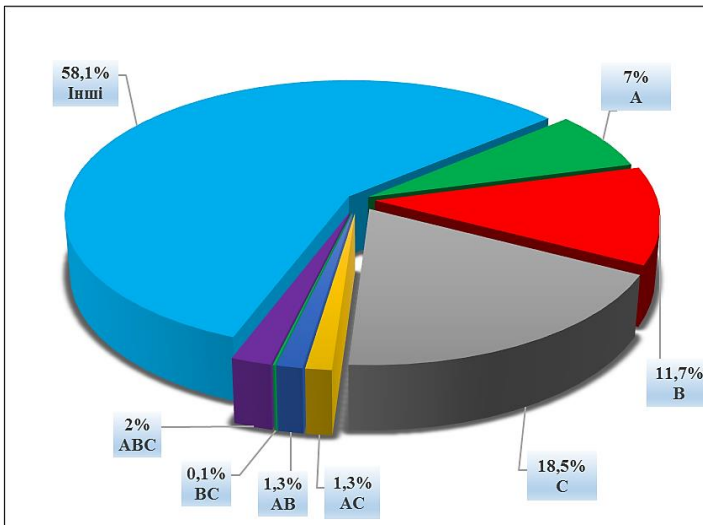


Рис. 9. Частка впливу факторів на висоту рослин соняшника у фазу 9-10 пар справжніх листків: А – гібриди, В – строки сівби, С – густина стояння рослин (середнє за 2016-2018 рр.)

На час цвітіння виявлені морфобіологічні відмінності щодо впливу строків сівби і густоти стояння рослин на ростові процеси (рис. 4). Найвищими були рослини гібриду Форвард, що росли при найвищій густоті стояння рослин – 176,3 см. Гібриди LG 54.85, LG 55.82 і LG 56.32 мали нижчу висоту на 5, 11,2 і 12,2 см, що зумовлено їх біологічними особливостями. Із збільшенням густоти стояння рослин від 50 до 70 тис./га рослини були вищими, що пояснюється їх витягуванням до світла.

Збільшення густоти стояння рослин від 40 до 80 тис./га сприяє зростанню висоти рослин, що обумовлюється посиленням конкуренції між ними внаслідок загущення посіву [37].

Найбільшою мірою реагував на зміну висоти гібрид Форвард. Так, за першого строку сівби його висота із зростанням густоти стояння рослин до 70 тис./га збільшилася на 4,6 см відносно варіанта 50 тис./га. У гібриду соняшника LG 56.32 збільшилася на 2,6 см, у гібридів LG 54.85 і LG 55.82 висота рослин збільшувалася на 3,6 та 2,5 см. У фазу цвітіння найвищими були рослини соняшника за першого строку сівби, найнижчими – за третього строку сівби. Так, гібриди Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 за першого строку сівби були вищими на 2,4; 1,2; 1,4 та 0,6 см відносно другого строку та на 3,9; 2,1; 2,4 та 1,3 см відносно третього строку сівби.

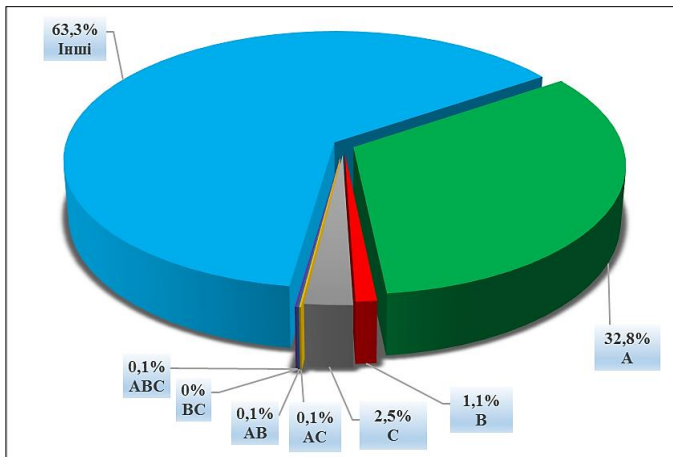


Рис. 10. Частка впливу факторів на висоту рослин соняшника у фазу цвітіння: А – гібриди, В – строки сівби, С – густина стояння рослин (середнє за 2016–2018 рр.)

Частка впливу на висоту рослин у фазу цвітіння становила: фактор А – 32,8 %, фактор С – 2,5 %, фактор В – 1,1 % (рис. 10).

У фазу повної стиглості найвищими виявилися рослини гібридів за першого строку сівби Форвард 178,3–181,5 та LG 54.85 172,8–176,5 (рис. 4). Рослини гібриду LG 56.32 були найнижчими – 166,7–168,6 см, що зумовлювалося генетичними та морфологічними особливостями.

2.7. Фотосинтетична активність посівів соняшника залежно від строків сівби та густоти стояння рослин

Одним із важливих показників, які характеризують адаптивність рослин до умов середовища є площа листової поверхні на одному гектарі [27].

Проведеними дослідженнями встановлено, що на величину листового апарату впливали морфобіологічні особливості гібридів, густина стояння рослин і строки сівби насіння соняшника (табл. 6).

Площа листового апарату у фазу 9–10 пар листків у рослин гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 знаходилася на рівні 18,8–23,3 тис. м²/га. Найбільшою площею листків виокремлювалися рослини гібриду LG 54.85 за першого строку сівби – 23,3 тис. м²/га, що на 0,9; 2,6; 2,2 % більше за площу листків гібридів LG 55.82, LG 56.32 і Форвард. Найменша площа листового апарату була відмічена у рослин гібриду LG 56.32–22,7 тис. м²/га, що менше за площу листків гібридів LG 54.85, LG 55.82 і Форвард на 2,6; 1,8 і 0,5 % відповідно.

Обліки та визначення площі асиміляційної поверхні рослин соняшника засвідчили, що найбільша площа листків формується у фазу цвітіння. У гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 вона становила 21,7–28,0 тис. м²/га. Найбільшу площу листового апарату сформував гібрид LG 55.82–28,0 тис. м²/га, що на 3,6; 7,5 і 6,8 % більше за листову поверхню гібридів LG 54.85, LG 56.32 і Форвард. У гібрида LG 54.85 показник асиміляційного апарату складав 27,0 тис. м²/га, що на 3,4–4,1 % більше за листову поверхню гібрида Форвард та LG 56.32.

Підвищення густоти призводило до зменшення площі асиміляційної поверхні рослини на 13,0–13,5 % внаслідок посилення конкуренції за фактори життєдіяльності.

Підґрунтям впливу строків сівби на величину листового апарату є біологічні особливості досліджуваних гібридів. Так, гібриди Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 найбільшу асиміляційну поверхню формували за першого строку сівби, дещо меншу за

другого в середньому на 1,9–3,9% і найменшою вона була за третього строку сівби – на 4,3–5,8%. За ранніх строків сівби формування листкового апарату завершується в умовах відносно високої освітленості, що забезпечує використання переважної частини асимілянтів для формування врожаю насіння соняшника.

Таблиця 6
Динаміка формування листкового апарату гібридів соняшника залежно від строків сівби та густоти стояння рослин, тис. м²/га, (середнє за 2016–2018 рр.)

Гібрид	Фаза росту й розвитку	Температура ґрунту 5–6 °С			Температура ґрунту 7–8 °С			Температура ґрунту 9–10 °С		
		Густота стояння рослин, тис. шт./га								
		50	60	70	50	60	70	50	60	70
Форвард	9–10 листок	21,8	22,8	19,7	21,3	21,9	19,2	20,8	22,2	19,2
	Цвітіння	25,2	26,1	23,3	24,4	25,1	22,7	24,0	24,8	22,1
LG 56.32	9–10 листок	22,1	22,7	20,6	21,3	22,2	19,0	20,7	21,8	18,8
	Цвітіння	25,0	25,9	22,9	24,2	25,2	22,2	23,4	24,8	22,1
LG 54.85	9–10 листок	22,0	23,3	20,8	21,5	22,5	19,1	20,7	21,8	19,2
	Цвітіння	25,5	27,0	23,4	25,3	26,5	22,4	24,6	25,7	21,7
LG 55.82	9–10 листок	22,3	23,1	20,2	21,2	22,6	20,7	20,7	22,4	20,2
	Цвітіння	26,0	28,0	23,1	25,5	27,2	23,0	25,1	26,4	22,5
НІР ₀₅	9–10 листок	фактор А – 0,53			фактор В – 0,46			фактор С – 0,46		
	Цвітіння	фактор А – 0,45			фактор В – 0,39			фактор С – 0,38		

Площа листкового апарату гібриду LG 56.32 складала 25,9 тис. м²/га, що на 7,5% менше за листову поверхню гібрида LG 55.82 і на 0,8% за листову поверхню гібрида Форвард.

Частка впливу на динаміку формування листкового апарату становила: фактор А – 7%, фактор С – 66,2%, фактор В – 7,6% (рис. 11).

Важливим показником інтенсивності росту соняшника є чиста продуктивність фотосинтезу, яка показує відношення добового приросту сухої речовини до площі листків (табл. 7). Дослідження показали, що чиста продуктивність фотосинтезу коливається в широких межах залежно від фаз росту та розвитку, структури посіву, живлення та біологічних особливостей гібридів.

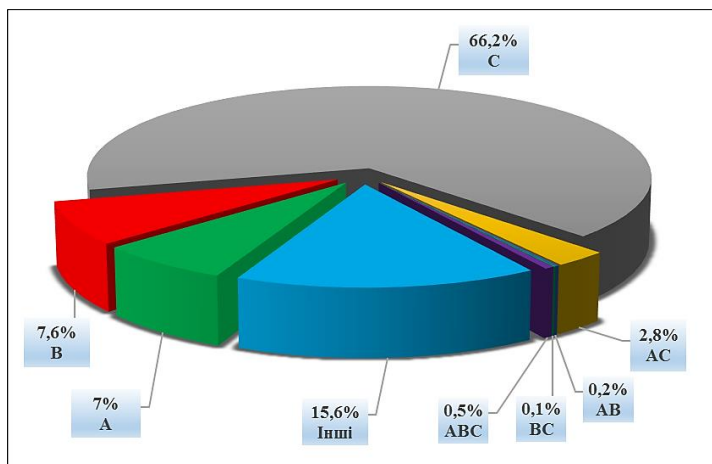


Рис. 11. Частка впливу факторів на динаміку формування листкового апарату: А – гібриди, В – строки сівби, С – густина стояння рослин (середнє за 2016–2018 рр.)

Таблиця 7

Чиста продуктивність фотосинтезу соняшника залежно від строків сівби та густоти стояння рослин, г/м² за добу (середнє за 2016–2018 рр.)

Гібрид	Температура ґрунту 5–6 °С			Температура ґрунту 7–8 °С			Температура ґрунту 9–10 °С		
	Густина стояння рослин, тис. шт./га								
	50	60	70	50	60	70	50	60	70
Форвард	9,3	9,4	9,0	9,4	9,5	8,9	9,3	9,4	9,2
LG 56.32	9,5	9,8	9,3	9,5	10,0	9,5	9,6	9,9	9,7
LG 54.85	9,8	10,4	9,5	9,9	10,1	9,4	10,0	10,0	9,2
LG 55.82	10,3	11,1	9,7	10,0	10,7	9,9	9,9	10,2	9,9
НІР ₀₅	фактор А – 0,30								
	фактор В – 0,26								
	фактор С – 0,26								

Фактор А – гібрид; Фактор В – строк сівби, за температури ґрунту 5–6 °С, 7–8 °С, 9–10 °С; Фактор С – густина стояння рослин тис. шт./га – 50, 60, 70.

В середньому за роки досліджень найвищий показник чистої продуктивності фотосинтезу спостерігався у гібриду LG 55,82 за першого строку сівби – 11,1 г/м² за добу, що на 8,2 % більше за третій строк та 3,7 % за другий строк сівби. Гібрид LG 54,85 забезпечив найвищу чисту продуктивність фотосинтезу в перший строк сівби – 10,4 г/м² за добу, що на 3,9 і 2,9 % більше за третій і другий строки сівби (табл. 7). У другий строк сівби найвищу продуктивність фотосинтезу сформували гібриди LG 56.32 та Форвард – 10,0 та 9,5 г/м² за добу, що вище на 1,0 та 1,1 % за третій строк, 2,0 та 1,1 % за перший строк.

Чиста продуктивність фотосинтезу на всіх варіантах зростає до 60 тис./га, після чого відбувається її зниження у гібридів Форвард на 2,2–6,4 %, LG 56.32 на 2,1–5,2 %, LG 54.85 на 8,0–8,7 %, LG 55.82 на 3,0–12,7 %, що зумовлено особливостями їх архітектоніки, зокрема, більшою кількістю листків.

Частка впливу на чисту продуктивність фотосинтезу становила: фактор А – 26,3 %, фактор С – 13,0 %, фактор В – 0,1 % (рис. 12).

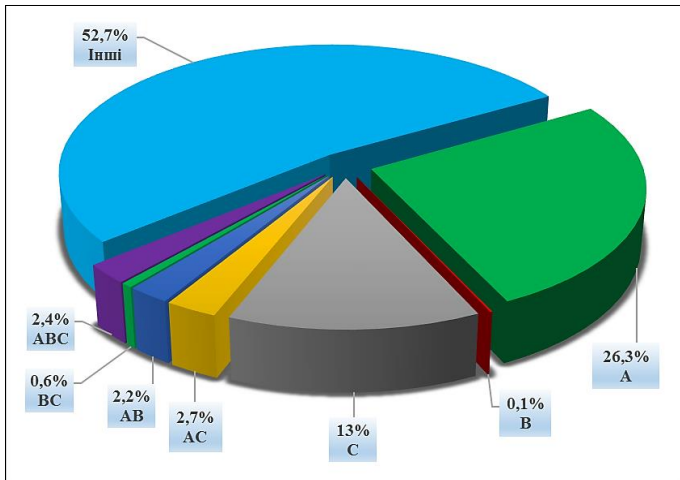


Рис. 12. Частка впливу факторів на чисту продуктивність фотосинтезу: А – гібриди, В – строки сівби, С – густина стояння рослин (середнє за 2016–2018 рр.)

Досліджувані гібриди соняшника LG 54.85 і LG 55.82 найвищі показники чистої продуктивності забезпечували за першого строку

сівби, а гібриди соняшника Форвард, LG 56.32 – за другого строку сівби, чому сприяли насамперед відповідні умови вологозабезпечення. За третього строку сівби чиста продуктивність зменшилася на 3,9–8,2 % і 1,0–2,0 %. Таке зниження зумовили підвищення температур повітря та дефіцит ґрунтової вологи.

Найоб'єктивнішим показником, який дозволяє визначити можливості використання фотосинтетично активної радіації посівами впродовж вегетаційного періоду, є фотосинтетичний потенціал. Він означає сумарну листкову поверхню, яка брала участь у фотосинтезі від початку вегетації до закінчення фотосинтезу.

Результатами досліджень встановлено, що за вегетаційний період соняшника посіви гібридів продукували фотосинтетичний потенціал на рівні 2,04–2,55 млн м² днів/га. Це дає підстави стверджувати, що посіви соняшника в досліді знаходилися в доброму стані.

Збільшення густоти стояння рослин від 50 до 60 тис./га забезпечувало зростання фотосинтетичного потенціалу. У гібридів Форвард, LG 56.32, LG 54.85, LG 55.82 він збільшився на 12,2–12,9 %. За густоти стояння рослин 70 тис./га величина фотосинтетичного потенціалу зменшувалася на 4,1–5,0 % порівняно з густотою 60 тис./га. Сівба соняшника при температурі ґрунту 5–6 і 7–8 °С сприяла отриманню вищих його показників порівняно з третім строком на 4,1–1,8 %. Найбільший фотосинтетичний потенціал виявився у гібрида LG 55.82 за першого строку сівби при густоті 60 тис./га – 2,55 млн м² днів/га. Дещо менший – у гібриду LG 54.85 – 2,51 млн м² днів/га. Найменшим він був у гібридів Форвард і LG 56.32 за третього строку сівби при густоті 50 тис. рослин/га – 2,07 і 2,04 млн м² днів/га відповідно.

2.8. Передзбиральна вологість насіння соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин

Дослідженнями встановлено, що передзбиральна вологість насіння визначалася строками сівби і морфобіологічними особливостями гібридів соняшника (табл. 8).

Фактор А – гібрид; Фактор В – строк сівби, за температури ґрунту 5–6 °С, 7–8 °С, 9–10 °С; Фактор С – густина стояння рослин тис. шт./га – 50, 60, 70.

За першого строку сівби вологість насіння зафіксована у гібридів LG 54.85, LG 56.32, LG 55.82 і Форвард – 6,8, 7,1, 7,6, і 7,5 % відповідно. При сівбі у другий строк – 6,9, 7,0, 8,0, і 7,8 %. При сівбі у третій строк – 7,3, 7,7, 8,6 і 8,1 %

Таблиця 8

Передзбиральна вологість насіння гібридів соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин, % (середнє за 2016–2018 рр.)

Гібрид	Температура ґрунту 5–6 °С			Температура ґрунту 7–8 °С			Температура ґрунту 9–10 °С		
	Густота стояння рослин, тис. шт./га								
	50	60	70	50	60	70	50	60	70
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Форвард	8,2	7,5	7,6	8,0	7,8	7,5	8,2	8,1	8,1
LG 56.32	7,4	7,1	7,1	7,4	7,0	7,0	7,9	7,7	7,4
LG 54.85	7,0	6,8	6,9	7,0	6,9	6,8	7,4	7,3	7,0
LG 55.82	7,8	7,6	7,8	8,3	8,0	8,1	8,6	8,6	8,4
НІР ₀₅	фактор А – 0,34								
	фактор В – 0,29								
	фактор С – 0,29								

Частка впливу на величину передзбиральної вологості насіння становила: фактор А – 35,3 %, фактор В – 8,0 %, фактор С – 2,7 %, (рис. 13).

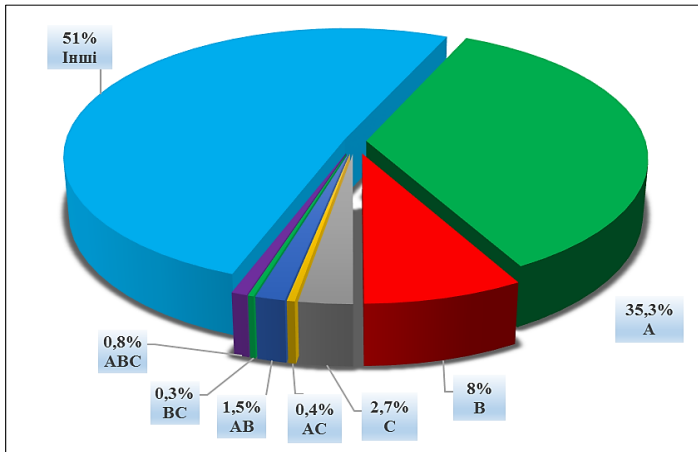


Рис. 13. Частка впливу факторів на передзбиральну вологість насіння: А – гібриди, В – строки сівби, С – густота стояння рослин (середнє за 2016–2018 рр.)

2.9. Урожайність соняшника залежно від строків сівби і густоти стояння рослин

Так, передзбиральна вологість насіння соняшнику гібридів LG 54.85, LG 56.32, LG 55.82 та Форвард з першого по третій строк сівби збільшилася на 6,9, 7,8, 11,7 та 7,5 %.

Підвищення вологості від першого до третього строку сівби зумовлено обводненням всієї рослини, в тому числі й насіння, періодом досягання насіння.

Варіювання урожайності соняшнику значно залежить від погодних умов у роки досліджень, вологозабезпечення, гібридів, густоти стояння рослин та строків сівби (табл. 9).

Таблиця 9

Урожайність гібридів соняшнику залежно від строків сівби і густоти стояння рослин, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)

Гібрид	Рік	Температура ґрунту 5–6 °С			Температура ґрунту 7–8 °С			Температура ґрунту 9–10 °С		
		Густота стояння рослин, тис. шт./га								
		50	60	70	50	60	70	50	60	70
Форвард	2016	2,70	2,62	2,65	2,87	2,74	2,41	2,79	2,73	2,70
	2017	3,02	2,91	2,66	3,27	3,29	2,79	3,21	3,37	3,27
	2018	3,12	3,29	2,99	2,82	2,93	3,06	2,87	3,17	2,81
	середнє	2,94	2,94	2,76	2,98	2,98	2,75	2,95	3,09	2,92
LG 56.32	2016	2,79	2,75	2,68	3,06	3,62	3,29	3,24	3,41	3,35
	2017	3,11	3,42	3,56	3,19	3,47	3,23	3,30	3,55	3,7
	2018	3,46	3,76	3,46	3,28	3,51	3,33	3,53	3,90	3,30
	середнє	3,12	3,30	3,23	3,17	3,5	3,28	3,35	3,62	3,45
LG 54.85	2016	3,26	3,50	3,00	3,33	3,33	3,18	3,23	3,12	2,93
	2017	3,49	3,69	3,62	3,7	3,99	3,52	3,98	4,10	3,58
	2018	3,53	3,74	3,41	3,37	3,24	3,27	3,58	3,63	3,15
	середнє	3,42	3,64	3,34	3,46	3,51	3,32	3,59	3,61	3,22
LG 55.82	2016	3,22	3,27	2,70	3,26	3,21	3,38	3,28	2,96	3,38
	2017	3,95	4,04	3,74	3,91	4,16	3,54	3,69	3,98	3,59
	2018	3,74	4,24	3,58	3,47	3,83	3,84	3,86	3,99	3,79
	середнє	3,63	3,85	3,33	3,54	3,73	3,58	3,60	3,64	3,58
HIP 05	фактор А 0,13									
	фактор В 0,11									
	фактор С 0,11									

Фактор А – гібрид; Фактор В – строк сівби, за температури ґрунту 5–6 °С, 7–8 °С, 9–10 °С; Фактор С – густота стояння рослин тис. шт./га – 50, 60, 70.

Загалом за три роки досліджень найвища урожайність гібридів LG 5582, LG 54.85, LG 56.32, Форвард була одержана за густоти 60 тис./га.

Найвищу урожайність насіння 3,85 т/га забезпечив гібрид LG 55.82 за першого строку сівби, що на 5,5 % більше за третій та 3,2 % – за другий строк сівби. Рослини гібрида LG 54.85 сформували урожайність насіння 3,64 т/га за сівби у перший строк, що на 0,9 % більше за третій та на 3,6 % – за другий строк сівби. За сівби у третій строк найвищу урожайність насіння сформували гібриди Форвард та LG 56.32–3,09 та 3,62 т/га, що більше на 3,6 та 3,4 % за другий, і на 4,9 та 8,9 % – за перший строк сівби.

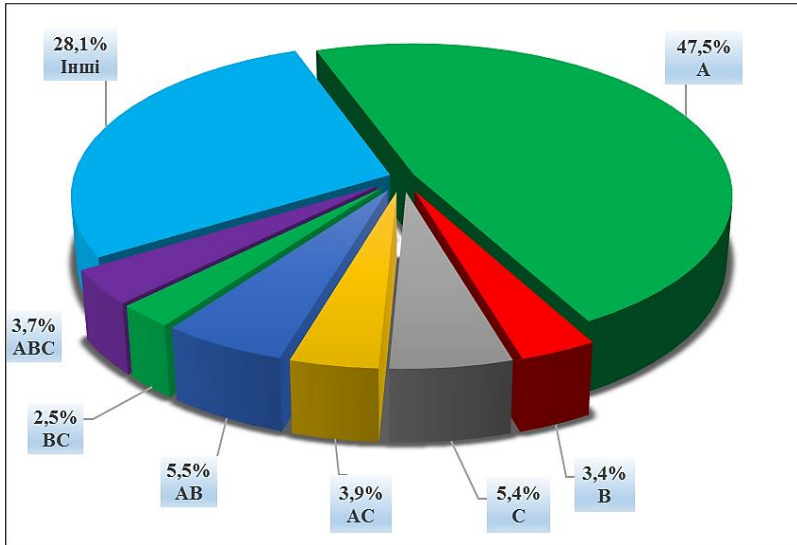


Рис. 14. Частка впливу факторів на урожайність насіння соняшнику: А – гібриди, В – строки сівби, С – густина стояння рослин (середнє за 2016–2018 рр.)

Продуктивність соняшнику варіювала під впливом морфо-біологічних особливостей гібрида (частка впливу становила 47,5 %), густоти стояння рослин (5,4 %), строків сівби (3,4 %) (рис. 14).

3. Економічна та енергетична ефективність удосконалених елементів технології вирощування соняшника

Оптимізація строків сівби дає змогу істотно поліпшити прибутковність виробництва, знизити собівартість отриманого насіння і підвищити рівень рентабельності [1].

Результати аналізу економічної ефективності довели, що найменші виробничі витрати були за першого строку сівби і становили 8677–9835 грн/га. Виробничі витрати зростали через проведення додаткових культивацій під час третього строку і становили 8909–10067 грн/га. Однак гібриди Форвард та LG 56.32 за сівби у третій строк сформували максимальну урожайність, завдяки чому отримано прибуток 16676–20409 грн/га.

Найвищі економічні показники зафіксовано у гібрида LG 55.82 під час сівби за температури ґрунту 5–6 °С. Чистий прибуток становив 22043 грн/га, що на 6377 грн/га більше, порівнюючи з гібридом Форвард. За таких умов отримано найнижчу собівартість насіння – 2554,5 грн/т і найвищу рентабельність – 224,1%. Для гібрида соняшнику LG 54.85 кращим варіантом була сівба у перший строк за температури ґрунту 5–6 °С, за таких умов отримано 20307 грн/га чистого прибутку, що на 4641 грн/га більше порівнюючи з гібридом Форвард, за рентабельності 206,5%.

Гібрид соняшнику LG 56.32 найвищі економічні показники забезпечив під час третього строку сівби за температури ґрунту 9–10 °С, чистий прибуток становив 20409 грн/га при рентабельності 213,3%, що на 3733 грн/га більше за показники гібрида Форвард.

Під час сівби гібрида Форвард за температури ґрунту 9–10 °С чистий прибуток становив 16676 грн/га, за рентабельності 187,1%. Найменші економічні показники зафіксовано під час сівби гібрида Форвард за температури ґрунту 5–6 °С, за таких умов отримано 15666 грн/га чистого прибутку, за рентабельності 180,5%.

Коефіцієнт енергетичної ефективності виявився найвищим за першого строку сівби і становив 3,38–4,44, що на 4,8–9,3% більше за другий строк та 7,4–16,9% за третій строк. Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності зафіксовано у гібрида LG 55.82 за першого строку сівби – 4,44. У гібридів LG 54.85, LG 56.32 і Форвард він був нижчим на 5,7, 14,5 і 23,9% відповідно.

Отже, з урахуванням економічних показників ефективним є вирощування гібридів LG 54.85, LG 55.82 за першого строку сівби. Гібриди соняшника Форвард, LG 56.32 найвищі економічні показники забезпечують за третього строку сівби.

Висновки

Властивість формувати високий рівень продуктивності рослини соняшнику значно залежить від їх здатності пристосовуватися до умов вирощування, які не є стабільними. Виходячи з конкретних ґрунтово-кліматичних умов, строки сівби можна диференціювати.

Зміщенням строків сівби на більш ранні можна цілеспрямовано впливати на ріст і розвиток рослин соняшника. Залежно від строків сівби та температурного режиму змінювався рівень забезпечення продуктивною вологою, тривалість періоду вегетації та урожайність в цілому.

На час сівби запаси продуктивної вологи в 0–100 см шарі ґрунту найбільшими були за першого строку сівби і становили 178,6 мм, за другого строку сівби – 172,1 мм, третього строку сівби – 169,7 мм. За таких запасів вологи створюються цілком сприятливі умови зволоження посівного шару ґрунту, щоб одержати дружні й повні сходи при сівбі в першій – другій декаді квітня. Проте, в кінці третьої декади квітня спостерігається суттєве зменшення валових запасів вологи у посівному і глибших шарах ґрунту, що обмежує продуктивність посівів.

Вибір строків сівби для гібридів соняшнику має базуватися на температурі прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння, а не на календарному строкові, враховуючи погодні умови весняного періоду та густоту рослин.

Оптимальним строком сівби соняшника для гібридів LG 55.82 та LG 54.85 є прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 5–6 °С, для гібридів Форвард та LG 56.32 є прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 9–10 °С.

У середньому за роками досліджень найбільшу урожайність насіння – 3,85 т/га сформував гібрид LG 55.82, що більше, ніж у гібридів Форвард, LG 54.85 і LG 56.32 на 19,8 %, 5,5 % і 6,0 % відповідно.

Встановлено, що оптимальна густина соняшнику становить 60 тисяч рослин на гектар.

Отримані результати мають важливе практичне значення для продовження досліджень з оптимізації строків сівби та густоти стояння рослин різних гібридів в умовах зміни клімату.

Список використаних джерел:

1. Андрієнко А. Л. Вплив строків сівби на продуктивність гібридів соняшнику в північному Степу України. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. № 2. С. 165–170. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2010_38_38.
2. Андрієнко А. Л. Як вірно вибрати строк сівби соняшнику? *Агроном*. 2013. № 1. С. 178–184.
3. Андрієнко О., Жужа О., Андрієнко А. Причини невиповненості насіння та кошика соняшнику. Пропозиція. 2016. № 3. С. 60–68.
4. Craita E. B., Gerats T. Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamental sand production of heat stress-tolerant crops. *Front. Plant Sci. Crop Science and Horticulture*. 2013. Vol. 4. Article 273. P. 1–18.
5. Harsya F., Fabrytstsy K., Andrade F. All about growing sunflower – developed by the University of Buenos Aires. *Zerno*. 2012. № 7, P. 26–37, 68–78.
6. Грабовський М. Б. Вплив густоти стояння рослин на прояв господарсько-цінних ознак та продуктивність соняшнику в умовах Центрального Лісостепу України. *Агроном*. 2012. № 1. С. 135–138.
7. Киризий Д. А. Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений. Київ : Логос, 2004. 191 с.
8. Кочерга А. А., Бутяга Я. В. Вплив строків сівби на урожайність соняшнику. *Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки продукції рослинництва* : зб. тез III наук.-практ. інтернет-конф. 21–22 квіт. 2015 р. Полтава : ПДАА, 2015. С. 52–56.
9. Коваленко О. О. Продуктивність гібридів соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у північній підзоні Степу України : автореф. дис. ... к-та с.-г. наук: 06.01.09. Дніпропетровськ, 2005. 19 с.
10. Коваленко А. М., Таран В. Г., Коваленко О. А. Вирощування соняшнику в сівозмінах в умовах Степу. *Наук.-тех. бюл. ін-ту олійних культур УААН*. 2009. № 14. С. 157–161.
11. Крамаренко Н., Глущенко А., Дудяк Ю., Федорчук М. Густота посевов и урожай. *Земледелие*. 1998. № 12. С. 23.
12. Малієнко А. М. Деякі шляхи оптимізації режиму вологості ґрунту у посівах польових культур. *Землеробство*. 2015. Вип. 1. С. 68–76.
13. Маркова Н. В. Формування продуктивності гібридів соняшнику залежно від строків сівби та заходів боротьби з бур'янами в

умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2011. Вип. 4 (61). С. 170–175.

14. Маркова Н. В. Польова схожість насіння і продуктивність гібридів соняшнику залежно від строків сівби і заходів боротьби з бур'янами. *Таврійський науковий вісник*. 2015. № 92. С. 79–84.

15. Мельник А. В., Говорун С. О. Водоспоживання та урожайність соняшнику залежно від сортових особливостей та попередників в умовах північно-східного Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2014. № 3(27). С. 173–175.

16. Минковский А. Е., Поляков А. И. Продуктивность гибрида Запорожский 28 в зависимости от сроков сева и густоты стояния растений. *Наук.-тех. бюл. Ин.-ту олійних культур УААН*. Запоріжжя, 2007. № 12. С. 225–229.

17. Никитчин Д. И. Подсолнечник. Київ : Урожай. 1993. 192 с.

18. Олексюк О. М. Вплив способів сівби і густоти стояння рослин на урожайність гібридів соняшника в Північній частині Степу України : автореф. дис. ... к-та с.-г. наук : 06.01.09. Дніпропетровськ, 2000. 16 с.

19. Пінковський Г. В., Танчик С. П. Продуктивність та водоспоживання середньоранніх гібридів соняшника залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у Правобережному Степу України. *Зрошуване землеробство : міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС. 2019. Вип. 72. С. 47–52. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.11>

20. Пінковський Г. В., Танчик С. П. Польова схожість насіння соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у Правобережному Степу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. 1(77) DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.01.018>

21. Пінковський Г. В., Танчик С. П. Вплив строків сівби та густоти стояння соняшнику на водний режим ґрунту в Правобережному Степу України. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. Т. 10. № 1. С. 34–40. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/agr2019.01.034>

22. Пінковський Г. В., Мащенко Ю. В., Танчик С. П. Вплив елементів живлення на родючість ґрунту та продуктивність соняшнику в Правобережному Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 107. С. 145–150. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.19>

23. Pinkovskiy H., Tanchyk S. Dynamics of the availability of available moisture in soil by optimization of sowing time and density of statement

of sunflower plants in the Right-Bank Steppe of Ukraine. *Technium: Rom. J. Appl. Sci. Technol.* 2020. 2(3), 68–77. DOI: <https://doi.org/10.47577/technium.v2i3.556>

24. Пiньковський Г. В., Танчик С. П. Продуктивність та економічна ефективність вирощування соняшнику залежно від строків сiвби та густоти стояння рослин у Правобережному Степу України. *Агробіологія*. 2020. № 2. С. 115–123. DOI: <https://doi:10.33245/2310-9270-2020-161-2-115-123>

25. Pinkovskyi H., Tanchyk S. Management of productivity of sunflower plants depending on terms of sowing and density of standing in arid conditions of the Right-bank Steppe of Ukraine. *Agronomy science*. 2021. VOL. LXXVI (1). P. 21–38. DOI: <http://doi.org/10.24326/as.2021.1.2>

26. Плешаков Н. А. Влияние сроков посева на прорастание семян и урожай подсолнечника. *Бюл. науч.-тех. информ. по масличным культурам*. Краснодар. 1987. Вып. 1. С. 21–24.

27. Поляков О. І., Нікітенко О. В., Карапута С. К. Формування врожайності соняшнику гібриду Регіон в залежності від прийомів догляду за посівами за різних строків сiвби. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2013. Вип. 19. С. 90–95.

28. Пустовойт В. С. Избранные труды. Москва: Агропромиздат, 1990. 367 с.

29. Сидоренко Ю. Я., Турчин В. В., Василенко И. А., Харченко Н. Л. По интенсивной технологии. *Технические культуры*. 1990. № 2. С. 20.

30. Скидан В. О., Скидан М. С. Вплив температур та вологості на розвиток соняшнику. *Агробізнес сьогодні*. 2016. Вип. 24. С. 48–51.

31. Ткаліч І., Горбатенко А., Судак В. Бокун О. Соняшник у різних умовах. *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 4. С. 68–74.

32. Thompson J. A., Fenton I.G. Influence of plant population on yield and yield components of irrigated sunflower in Southern New South Wales. *Austral. J. Exp. Agr. and Anim. Husbandry*. 1979. V 19. № 100. P. 570–574.

33. Тоцький В. М. Вплив строків сiвби на формування елементів продуктивності та врожайності соняшнику. *Вісн. Полтавської держ. аграр. академії*. 2009. № 1. С. 122–124.

34. Троценко В. І., Бутенко А. О. Особливості насінництва сортів соняшнику в Лісостеповій зоні України. *Научные труды Крымского ГАУ. Симферополь*. 2002. Вып. 72. С. 163–166.

35. Єременко О. А. Продуктивність гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) у Південному Степу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2017. Вип. 1. С. 127–139. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpzeml_2017_1_14.

36. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

37. Зінченко О. І., Рогальський С. В. Ріст і врожайність соняшнику залежно від строків сівби і густоти рослин. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2010. Вип. 73 (1). С. 234–239.

Семенченко О. Л.

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри селекції і насінництва
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
м. Дніпро

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ РАНЬОЇ НА ЗРОШЕННІ В ЗОНІ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ: ЗА УЩІЛЬНЕННЯ ПОСІВІВ ТА У ДВОУРОЖАЙНІЙ КУЛЬТУРІ

***Анотація.** До новітніх технологій у рослинництві відноситься вирощування картоплі ранньої (молодої) в ущільнених посівах та двоурожайній культурі для весняного та літньо – осіннього споживання. Проблематика виробництва картоплі ранньої (молодої) в зоні північного Степу України полягає у природно – кліматичних умовах вирощування (зона недостатнього зволоження з жарким та спекотним літом і холодними зимами), проте на зрошуваних землях культура картоплі дає значні врожаї дієтичної продукції високої якості. Ущільнення посівів на основі аделопатичних взаємозв'язків рослин дає можливість додатково одержати урожай супутніх культур і більш раціонально використати поливні землі. Недозрілі (молоді) бульби картоплі – поживний та дієтичний продукт, що користується попитом на ринку, в літньо – осінні місяці даної продукції власного виробництва на ринку майже немає, вирощування у двоурожайній культурі дає можливість задовольнити попит ринку на дану продукцію.*

Вступ

Щорічно в Україні вирощують 19,5 млн тонн картоплі (з них на ранню продукцію припадає близько 35–40 %) за потреби внутрішнього ринку 20–22 млн тонн на рік. Попит на ранню продукцію задовольняється шляхом імпорту з Єгипту, Голландії, Польщі, яка потрапляє під визначення «молода картопля». Молода картопля відрізняється не тільки смаковими якостями, а й високою дієтичною цінністю. Її бульби містять білки та незамінні амінокислоти, які добре засвоюються організмом людини. Строк зберігання молоді картоплі – до п'яти діб, далі в ній відбуваються

незворотні фізіологічні процеси (старіння), бульби поступово дозрівають і втрачають свою харчову цінність. Оскільки в Україні картопля рання весняного строку вирощування збирається в червні є можливість ефективного використання зрошуваних земельних угідь шляхом повторного садіння картоплі зі свіжозібраних бульб у двоурожайній культурі для забезпечення ринку дієтичною продукцією власного виробництва наприкінці літа та восени. Розроблені елементи технології є додатковим способом розширення вживання молоді картоплі в осінні місяці з використанням свіжозібраних бульб, для чого встановлено різні способи їх пробудження, що дозволить забезпечити попит ринку, максимально ефективно використати зрошувані земельні угіддя та зміцнити економіку сільськогосподарських підприємств-виробників.

1. Технологія ущільнення посівів картоплі ранньостиглої в умовах північного Степу України на зрошенні

В зоні північного Степу України вирощування картоплі ранньої має декілька способів: в ущільнених посівах; весняного строку садіння з передсадивною обробкою бульб та яровізацією; літнього строку садіння у двоурожайній культурі.

Ущільнення посівів – це можливість отримати різноманітну овочеву продукцію, що відповідає стандартам якості на одній ділянці земельних угідь. Правильне поєднання овочевих культур (з урахуванням їх алелопатичних зв'язків) дає високі врожаї якісної продукції, як основної культури, так і її ущільнювача. Рання картопля є дієтичним продуктом і ущільнення її посівів дозволяє отримати додатковий прибуток від виробництва.

Загальноприйнята технологія вирощування картоплі ранньої в зоні північного Степу України – висаджування бульб за схемою 70 × 20 см.

Проте на ранніх стадіях онтогенезу рослини картоплі не повністю використовують площу міжрядь, що знижує ефективність використання зрошуваних земель [1, с. 34].

Ущільнення посівів сільськогосподарських культур є одним з дієвих способів ефективного використання посівних площ, добрив, вологи і сонячної енергії. Однак вирішенню даної проблеми присвячена незначна кількість публікацій в літературних джерелах. За даними досліджень В. Дегтярьова [2, с. 30], В. Сосунова [3, с. 34], В. Сапожнікова [4, с. 41], Р. Недбала [5, с. 167], Н. Дідуха [6, с. 235], Т. Гарбовської [7, с. 53], З. Сича [8, с. 28] при вирощуванні

сільськогосподарських культур в умовах ущільнення посівів урожайність основних культур збільшувалась на 2–3 т/га. В окремих випадках урожайність залишалась на рівні контролю, при цьому сумарний врожай основних та ущільнюючих рослин з одиниці посівної площі підвищувався до 15–20 % і залежав від зони вирощування та рослин ущільнювачів.

У високорозвинених країнах поширюються масштаби альтернативного землеробства, зокрема в овочівництві. В Інституті овочівництва і баштанництва НААН проводилися дослідження з розробки адаптивної (перехідної до органічної) системи виробництва овочевої продукції [9, с. 47], результати якого стали основою альтернативної (органічної) системи, а саме – задіяно метод інтеркропінгу (полікультури), що забезпечує створення умов для саморегулювання і самовідновлення агроєкосистем.

Сучасне інтенсивне овочівництво має ряд серйозних екологічних проблем, пов'язаних з деградацією ґрунтів і виснаженням їх родючості. Овочі здавна використовують не тільки як звичайні продукти харчування, а й дієтичні та лікувальні. Саме тому необхідно піклуватися про їх високу якість, не допускати накопичення токсичних речовин. Для цього необхідний перехід від надмірної інтенсифікації до науково – обґрунтованої біологізації, методів органічного землеробства (за європейською термінологією – «альтернативне землеробство», за американською – «поновлюване землеробство») [10, с. 44].

Деякі овочі мають антимікробні властивості, отже, алелопатично пригнічують фітопатогенні гриби і бактерії. Для органічного землеробства алелопатія може бути важливим елементом в балансуванні відносин між густотою рослин і бур'янами, шкідниками, хворобами та сортами. Взаємозв'язки між видами рослин, зокрема змішані посіви, недостатньо вивчені, що є вагомою причиною для проведення таких досліджень. [11, с. 275; 12, с. 167].

Більшість сільськогосподарських культур мають певну алелопатичну активність [13, с. 149; 14, с. 177; 15, с. 36]. Рослини виділяють в навколишнє середовище речовини різної біохімічної природи, які в ході складних хімічних перетворень грають важливу роль у формуванні «алелопатично нейтральних» систем – хімічно саморегульованих екосистем [16, с. 154; 17, с. 109; 18, с. 151]. Вплив рослини – донора на рослину-ацептор шляхом алелопатичної взаємодії відрізняється за спрямованістю (стимулюючий, нейтральний

або фітотоксичний) і за ступенем його прояву (сильноактивний, середньоактивний або малоактивний).

Для функціонування альтернативної системи за принципом інтеркропінгу (полікультури), на полі формуються смуги однакового розміру, кратні базовій колії трактора (наприклад 140 см). В одних смугах вирощують овочеві культури, в інших – супутні. Чергування культур відбувається шляхом періодичної зміни цих смуг. Смуговий спосіб вирощування овочевих культур, на відміну від відомих розробок по полікультурних посівах, забезпечує повну технологічність виробничих процесів із застосуванням систем машин з різною шириною захвату агрегатів.

На підставі проведених біотестів (за методикою Гродзинського) [16, с 124], в лабораторних умовах, було виділено дві найбільш ефективні культури для ущільнення посівів картоплі в польових умовах – цибуля – шалот і салат. Проведеними дослідженнями встановлено, що вивчені рослини-донори за характером виділень відносяться до малоактивних по відношенню до проростання паростків картоплі. При цьому виявлено тенденцію до незначного їх стимулювання при пророщуванні з салатом і цибулею – шалот). Активність аелопатично – активних речовин в біопробі в умовних одиницях кумарину (УОК) за А. М. Гродзинським перебувала в межах 100–105. За шкалою Н. М. Матвєєва [19, с. 115]. ці рослини відносяться до аелопатично малоактивних (0 – 300 УОК).

Технологія вирощування картоплі ранньої загальноприйнята для північного Степу України. Різниця полягає в тому, що посадки основної культури (картопля) ущільнюють рослинами ущільнювачами. Картоплю висаджують у першій – другій декаді квітня з густотою 54–55 тис. рослин / га.

Ущільнюючу рослину (цибуля – шалот на зелене перо) висаджують в міжряддя картоплі відразу після її садіння на глибину 4–5 см за схемою 140 × 8–10 см (80–85 тис. рослин /га). За слідом коліс трактора ущільнення не проводити.

Догляд за посівами полягає у підживленнях, вегетаційних поливах та захисті рослин від шкідників і хвороб лише препаратами внесеними до діючого «Переліку пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні».

Збирати цибулю – шалот на зелене перо слід при довжині листків 28–30 см не допускаючи їх огрубіння разом з цибулинами. Своєчасний збір врожаю рослин ущільнювачів дозволяє отримати повноцінний врожай картоплі ранньої та раніше звільнити ділянку для повторного вирощування інших овочевих рослин.

Ущільнення картоплі цибулею – шалот і салатом не впливає на проходження фенологічних фаз рослинами картоплі – сходи незалежно від варіанту дослідження з'являються одночасно – через 24–25 діб після висаджування, цибулі – шалот і салату – через 12–14 діб. За біометричними показниками ущільнення цибулею – шалот і салатом призводить до зниження висоти рослин картоплі, кількість стебел в кущі зменшується до 3,6 – 4,1 штуки на рослину – рис. 1.

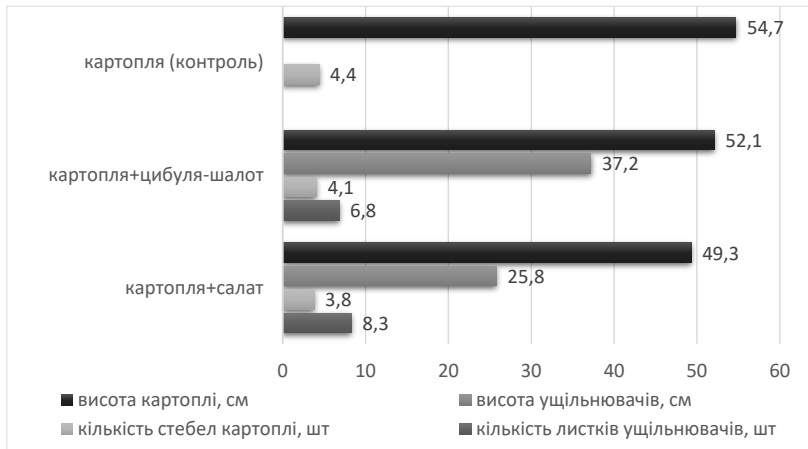


Рис. 1 Біометричні показники рослин в ущільненому посіві

Визначено, що врожайність ранньої (молодої) картоплі в чистому посіві, у середньому за три роки, становила 35,4 т/га, при ущільненні цибулею – шалот – 31,9 т/га, салатом – 30,5 т/га. Сумарний урожай відповідно склав: картопля + цибуля – шалот – 42,1 т/га, картопля + салат – 46,8 т/га, тобто додаткова надбавка до контролю складає 18,9 і 32,2 % відповідно. Додатково отримують урожай ущільнювачів, в середньому, цибулі – шалот – 10,2 т/га, салату – 16,3 т/га – рис. 2.

Структурний аналіз бульб картоплі вказує, що ущільнення впливає на формування бульб і товарність врожаю. Середня маса бульби у порівнянні з контролем знижується на 0,8 (ущільнення цибулею – шалот) – 2 % (салат). Середня маса бульби становила відповідно від 109,2 до 123,4 г на контролі – рис. 3.

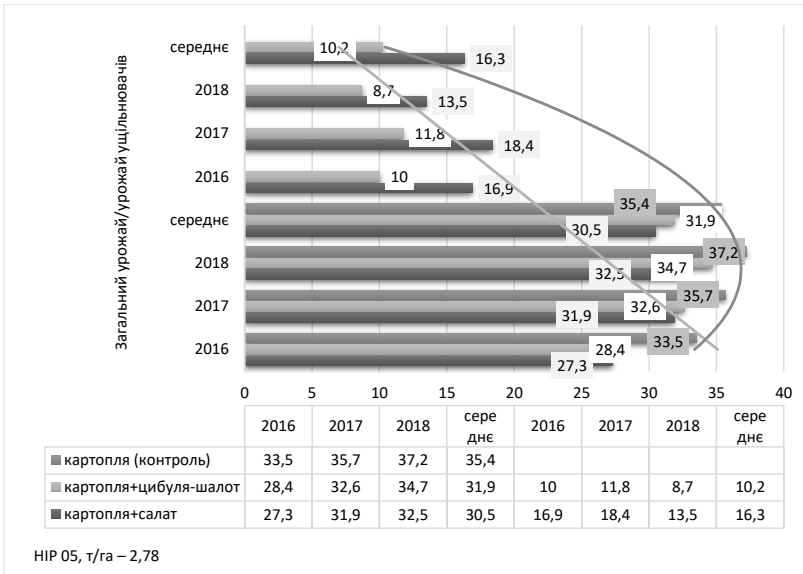


Рис. 2. Врожайність картоплі ранньої та рослин-ущільнювачів

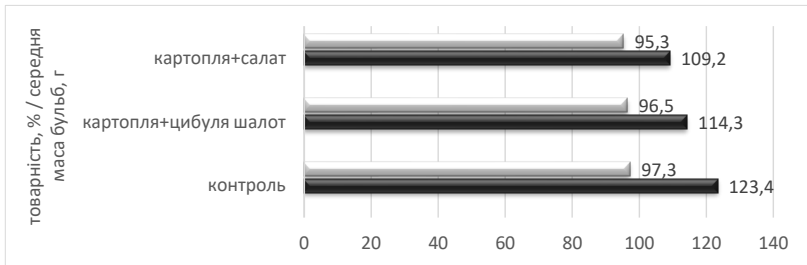


Рис. 3. Структурний аналіз врожаю бульб картоплі та його товарність в ущільнених посівах

Кращим ущільнювачем для ранньої картоплі є цибуля – шалот на зелене перо (густота рослин 80–85 тис. рослин / га). Розроблений спосіб вирощування картоплі ранньої за ущільнення посівів цибулею – шалот сприяє підвищенню сумарного врожаю картоплі раннього і цибулі – шалот на 6,7 тонн з гектара. Рівень рентабельності становить 167 % (для чистих посівів картоплі – 140 %) – рис. 4.

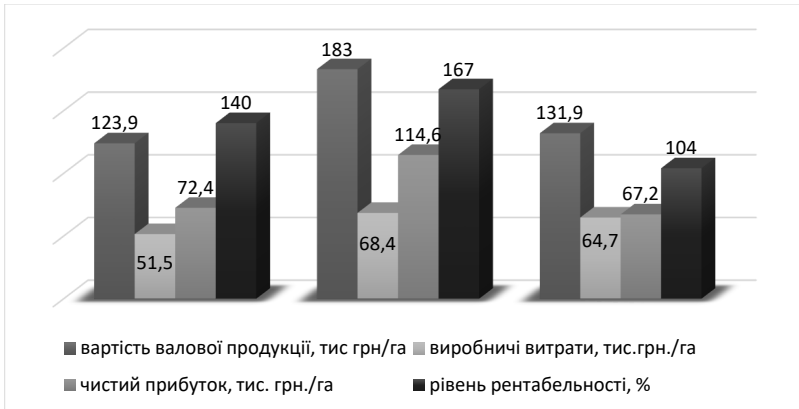


Рис. 4. Економічна ефективність виробництва картоплі ранньої в ущільнених посівах

Виключне значення картоплі як продукту харчування пояснюється універсальністю її використання для різних господарських цілей і в цьому ракурсі з картоплею не може зрівнятись жодна сільськогосподарська культура. За кількістю поживних речовин з одиниці площі картопля займає одне з перших місць серед рослин, що культивуються людиною. Калорійна цінність картоплі вдвічі вища за моркву, втричі за капусту, в чотири рази за томати. Картопляний білок (туберін) за біологічною цінністю кращий за рослинний білок ряду сільськогосподарських культур, зокрема пшениці [20, с. 207].

2. Технологія картоплі ранньої (молодої) весняного строку вирощування в зоні північного Степу України на зрошенні

Для збирання раннього врожаю (на 50 – ту добу від садіння) основні агротехнологічні аспекти:

- яровізація (пророщування) бульб впродовж 20 діб при t 12–16 °С та вологості повітря 75–80 % НВ (сприяє підвищенню врожайності на 3,5 т/га та більше);
- локальне внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{30}$ (підвищення врожайності на 5,6 т/га і більше);
- передсадивна обробка бульб картоплі розчином сечовини (20 кг/т) (підвищення врожайності ранньої продукції від 4,4 т/га).

3. Яровізація (пророщування) посадкового матеріалу за весняного строку садіння

Яровізація бульб – один з важливих технологічних прийомів, що сприяють одержанню надранньої продукції картоплі у весняні та літні строки й підвищенню її урожайності. За рахунок яровізації досягається скорочення вегетаційного періоду рослин, підвищується енергія та інтенсивність процесів росту і розвитку. Лисенко Т. Д. [21, с. 9] відзначив, що під час яровізації на бульбах картоплі добре розвиваються не лише верхівкові, а й більшість бічних вічок. В місцях росту вічок, ще до висаджування, проходять якісні (стадійні) зміни клітин, завдяки чому рослини прискорено вступають у фазу цвітіння і бульбоутворення. Навколо ростків під час яровізації з'являються напливи, щільно вкриті горбками зачаткових корінців, які через 3–5 діб після висаджування у ґрунт формують потужну кореневу систему, через яку рослини отримують поживні речовини з ґрунту. Яровізація сприяє прискоренню появи сходів на 4–11 діб, цвітіння – на 7–14 діб, врожаю ранньої продукції – на 12–15 діб раніше, ніж за висаджування не яровізованим посадковим матеріалом. З таблиці 1 видно, що яровізація насінневого матеріалу у всіх випадках забезпечує підвищення врожаю бульб. Ефект від яровізації обумовлений біологічними вимогами рослин картоплі до факторів росту і розвитку і їх взаємодії з зовнішнім середовищем. Крім того, у ряді районів, де картопля уражується фітофторою при висаджуванні яровізованими бульбами ранніх сортів вдається зібрати урожай до строку масового розповсюдження хвороби.

Важливе значення для одержання раннього врожаю картоплі мають способи передсадивної підготовки бульб. Завдяки їх застосуванню прискорюється проходження фенологічних фаз росту та розвитку і зростає продуктивність рослин. Встановлено залежність формування врожаю картоплі молоді (на прикладі сорту Імпала) від підготовки садивного матеріалу до висаджування. За різних передсадивних обробок бульб (водою, ацетиленом, киснем та розчином сечовини) стабільно найбільш ефективним способом, передсадивної підготовки, є обробка бульб під час висаджування розчином сечовини 20 кг/т. Спосіб забезпечує кращий ріст, розвиток та урожайність картоплі. Приріст урожайності, в середньому, складає 4,4 т/га – рис. 5.

Таблиця 1

**Вплив яровізації (пророщування) на урожайність
ранньої картоплі в зоні північного Степу України
(середнє за 2008–2010 рр.).**

Сорт	Урожайність, т/га					
	непророщені (без яровізації), доба від садіння			пророщені (яровізовані), доба від садіння		
	50-га	60-га	70-га	50-га	60-га	70-га
Імпала	16,4	21,4	29,8	13,1	17,9	24,4
Веста	16,0	21,8	28,4	12,6	18,0	23,2
Божедар	12,3	15,5	18,9	10,8	13,5	15,6
Косень, 95	6,1	9,4	15,2	5,0	8,2	10,2
Поран	17,2	19,5	23,4	11,0	13,9	16,0
Серпанок	12,4	13,8	16,1	9,6	11,0	15,4
Радич	12,0	13,8	17,2	9,8	11,9	15,8
Жеран	14,0	16,2	18,0	10,2	13,1	16,7

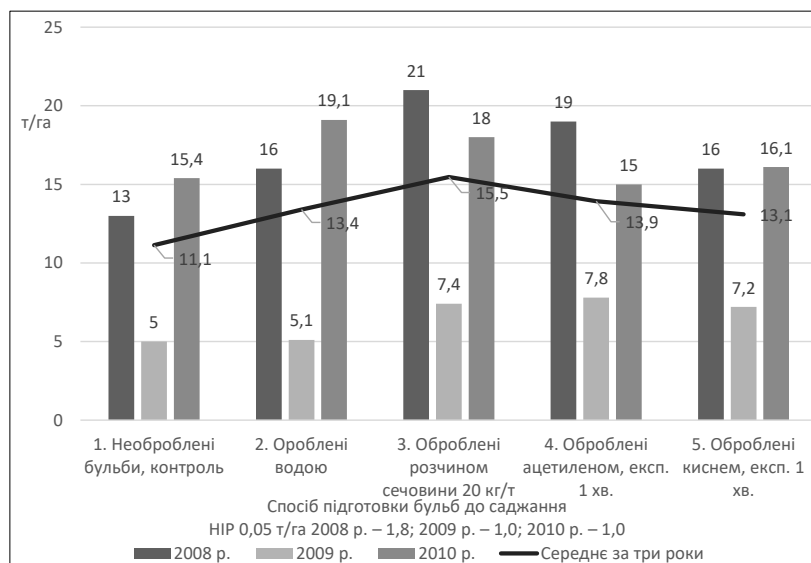


Рис. 5. Формування раннього урожаю картоплі сорту Імпала, т/га залежно від способів передсадивної обробки бульб за 2008–2010 рр.

4. Способи удобрення картоплі ранньої за весняного строку висаджування в умовах північного Степу України на зрощенні

Добрива сприяють змінам в рослинах картоплі в процесі їх росту та розвитку, що в кінцевому результаті відображається на врожаї бульб. Ефективність застосування мінеральних добрив залежить від правильного співвідношення азоту, фосфору, калію та способу їх внесення. При визначенні найбільш ефективних доз мінеральних добрив слід враховувати окрім стану ґрунту ще й економічний бік питання.

Внесення мінеральних добрив у різних поєднаннях НРК (за винятком $N_{30}P_{30}K_{15}$ з фертигацією) забезпечує суттєвий приріст урожайності бульб (від 14 до 32 % та більше). В зоні північного Степу України найвищий приріст урожаю забезпечує внесення $N_{60}P_{60}K_{30}$ врозкид восени та $N_{60}P_{60}K_{30}$ локально при садінні. Перевагою локального внесення є зниження норми використання туків вдвічі, за рахунок чого скорочуються витрати та екологічне навантаження на ґрунт – рис. 6. [22. с. 78].

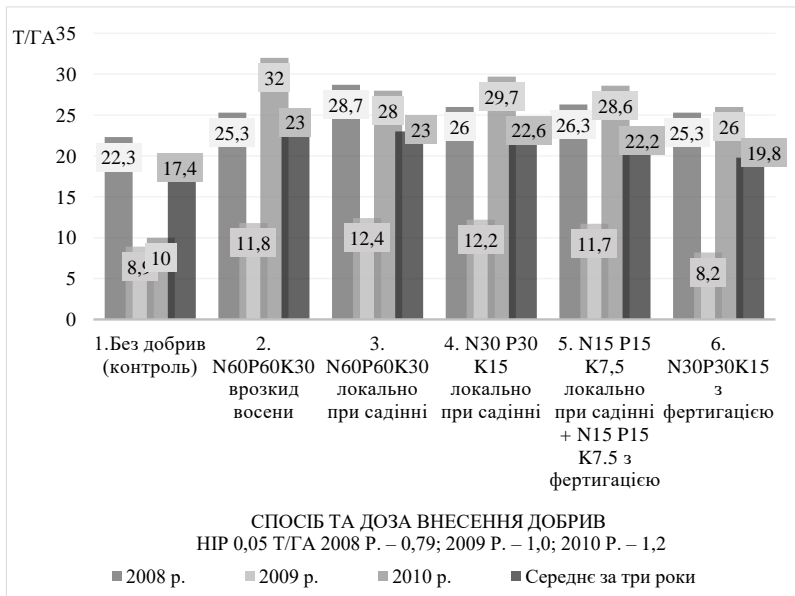


Рис. 6. Формування раннього врожаю картоплі сорту Імпала, т/га залежно від доз мінеральних добрив за 2008–2010 рр.

Пророщені (яровізовані) впродовж 20 діб при t 12–16 °С та вологості повітря 75–80 % НВ бульби оброблені розчином сечовини (20 кг/т) слід висаджувати за локального внесення мінеральних добрив ($N_{60}P_{60}K_{30}$), за даного способу виробництва урожайність зростає на 40 % та більше. Для конвеєрного забезпечення ринку молоду картоплю збирати на 50-ту, 60-ту та 70-ту добу від садіння.

Урожайність і товарність молодих бульб картоплі (на прикладі сорту Імпала та Загадка), зростає на 70-ту добу від висаджування (третя копка), що пояснюється збільшенням маси бульб в урожаї, та одночасно їх товарності – рис. 7–10.

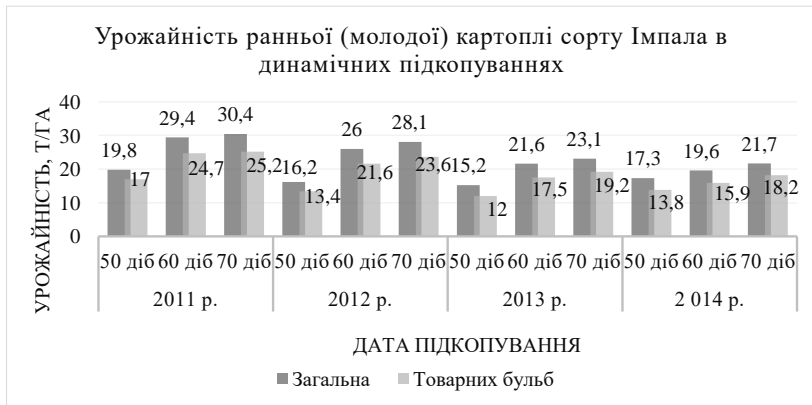


Рис. 7. Формування раннього урожаю картоплі сорту Імпала весняного строку висаджування

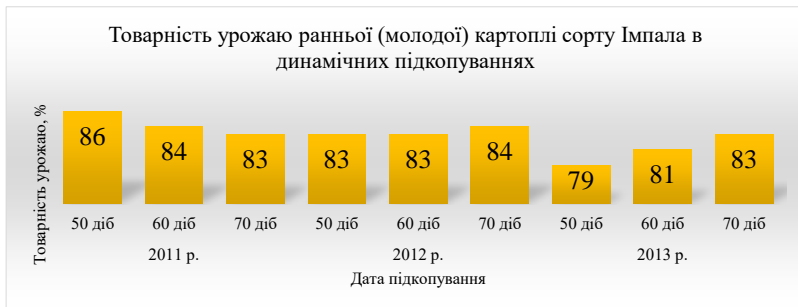


Рис. 8. Товарність раннього урожаю картоплі сорту Імпала весняного строку висаджування

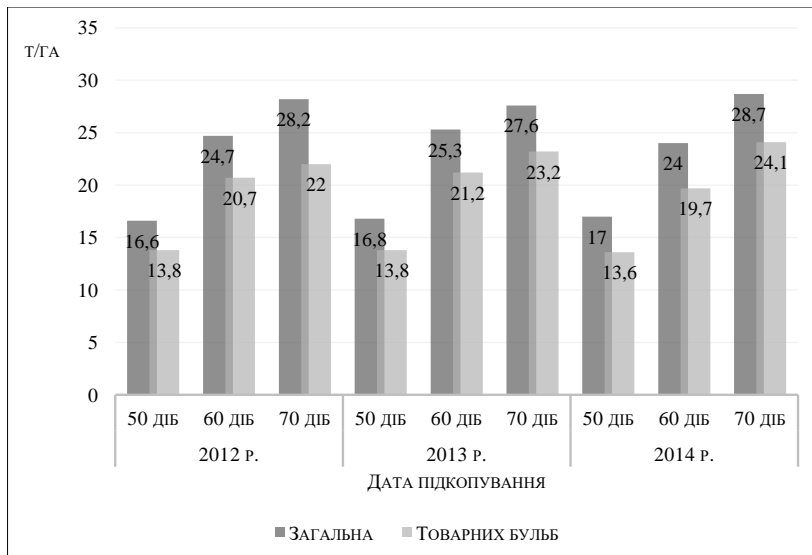


Рис. 9. Формування раннього урожаю картоплі сорту Загадка весняного строку висаджування

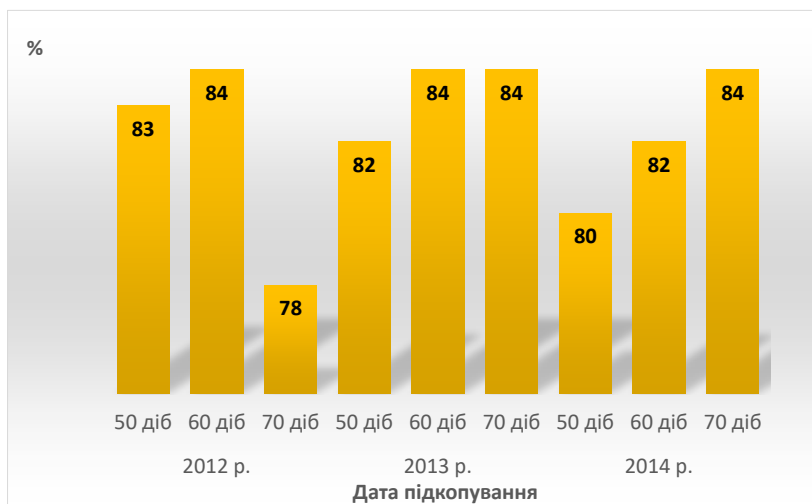


Рис. 10. Товарність раннього урожаю картоплі сорту Загадка весняного строку висаджування

За першого підкопування картоплі молоді (на прикладі сорту Імпала) за структурою урожаю поділяється наступним чином: значну частину урожаю становлять середньо-дрібні (26–50 г) та дрібні бульби (< 25 г), в середньому, – 72,2 % та 18 % відповідно. 18 % припадає на середні бульби (51–80 г) та 1,7 % на великі (> 80 г). До третьої копки зростає відсоток середніх та великих бульб, порівняно з першою копкою на 56,7 % та 10,1 % відповідно, одночасно зменшується кількість середньо-дрібних та дрібних бульб (таблиця 2).

Таблиця 2

**Структура раннього урожаю картоплі молоді сорту Імпала
весняного строку висаджування**

Доба від садіння до підкопування		Структура урожаю бульб, т/га			
		Великі > 80 г	Середні 51–80 г	Середньо-дрібні 26–50 г	Дрібні < 25 г
2011р.	50-та	0,2	1,5	15,3	2,8
	60-та	2,6	17,8	4,3	4,7
	70-та	2,4	15,6	7,2	5,2
2012р.	50-та	0,4	1,3	11,7	2,8
	60-та	2,1	15,2	4,3	4,4
	70-та	3,3	17,6	2,7	4,5
2013р.	50-та	0,1	2,5	9,4	3,2
	60-та	2,4	9,3	5,8	4,1
	70-та	3,2	12,7	3,3	3,9
2014р.	50-та	0,3	1,4	12,1	3,5
	60-та	2,5	10,3	3,1	3,7
	70-та	2,7	13,6	1,9	3,5

5. Технологія вирощування картоплі ранньої (молодої) літнього строку висаджування у двоурожайній культурі в зоні північного Степу України для літньо – осіннього споживання на зрошенні

Значну роль в одержанні ранньої продукції картоплі у двоурожайній культурі займає підготовка свіжозібраних бульб до висаджування. Складність виробництва даним способом полягає у сортових особливостях (придатність до двоурожайної культури); зокрема в недружності сходів [23, с. 48].

Бруньки на свіжозібраних бульбах не проростають через те, що в таких бульбах немає поживних розчинних речовин для них. Якщо

забезпечити відтік розчинних поживних речовин до бруньок бульб то вони улюбий час року пробуджуються і починають рости. В недозрілих бульбах чимало розчинних поживних речовин (моноцукри, амінокислоти) проте бруньки бульб не можуть їх використовувати через те, що ці речовини (крохмаль, запасні білки, та інші) переходять знову в розчинні – цукри та амінокислоти. Посилити дихання свіжозібраних бульб для прискорення проходження періоду спокою можна і не ушкоджуючи шкірочку. Для цього бульби слід збирати не чекаючи повного їх дозрівання (шкірочка легко здирається від тертя). Крім того, для літнього садіння свіжозібраними бульбами важливо збирати посадковий матеріал, коли бульби багаті матеріалом для дихання – редукуючими цукрами. Підвищення вмісту редукуючих цукрів у бульбах досягається передзбиральним поливом. Редукуючі цукри в недозрілих бульбах картоплі зазвичай перетворюються на крохмаль, або ж використовуються рослиною для утворення щільної шкірочки, за умови температури зовнішнього середовища не вище 25 °С. Коли недозрілі бульби саджають у ґрунт з температурами повітря 30 °С редукуючі цукри в бульбах майже повністю використовуються на дихання, оскільки крохмаль за таких температур майже не утворюється. Такий спосіб посилення дихання бульб викликає розпад крохмалю та запасних білків і перехід їх в розчинні поживні речовини, необхідні для росту, і тому бульби швидко проходять період спокою. Крім доступу кисню до бульб та високих температур посиленню дихання необхідна достатня вологість навколишнього середовища. Отже, створивши умови, за яких достатній доступ повітря, температура та вологість навколишнього середовища, сильно прискорюється проходження бульбами картоплі періоду спокою. За таких умов активність дихання бульб картоплі зростає у 3–4 рази порівняно з активністю дихання бульб, що знаходяться у звичайних умовах. Довжина періоду спокою бульб скорочується з 3–4 місяців до 1 місяця. Скорочення періоду спокою свіжозібраних бульб дозволяє проводити літнє садіння картоплі недозрілими бульбами. Таким чином, регулювання періоду спокою бульб картоплі шляхом зміни умов зовнішнього середовища має велике практичне значення.

При виробництві картоплі молоді часто використовують літні посадки бульбами урожаю минулого року – рис. 11. Проте висаджування минулорічних бульб застосовують лише дрібні товаровиробники, оскільки це вимагає значних витрат робочої сили, спеціальних приміщень та техніки. Тому вченими зроблено спроби замінити дані трудомісткі процеси на більш досконалі та прості – за

рахунок використання речовин, що стимулюють ріст рослин. Обробка бульб розчинами мінеральних добрив та хімічних сполук є додатковим джерелом поживних речовин у початковий період росту рослин. Одночасно даний прийом стимулює перехід запасних поживних речовин бульб в засвоювані форми. Використання хімічних стимуляторів росту для порушення періоду спокою бульб дозволяє використовувати свіжозібрані бульби для висаджування.

Важливе значення в одержанні ранньої продукції картоплі у двоурожайній культурі має спосіб підготовки свіжозібраних бульб до висаджування – пророщування (яровізація) та вплив різних поєднань ростових речовин.

Зважаючи на те, що в «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» зареєстрована значна кількість речовин, використання яких при обробці свіжозібраних бульб не менш ефективне за загальноприйнятий чотирикомпонентний розчин для пробудження свіжозібраних бульб і в 3–4 рази дешевше, завдяки чому знижується собівартість виробництва і зростають прибутки, можна використовувати й інші поєднання ростових речовин – рис. 12.



Рис. 11. Бульби сорту Імпала (зліва свіжозібрані пророщені, справа – минулорічні, що зберігались в умовах складського приміщення) ориг.



Рис. 12. Бульби сорту Імпала свіжозібрані непророщені (ориг.)

Прискорення настання основних фенологічних фаз росту і розвитку рослин картоплі (на прикладі сорту Імпала) визначається пророщуванням (яровізацією) свіжозібраних бульб та впливом різних поєднань ростових речовин (табл. 3–4).

Таблиця 3

Кількість стебел у рослин картоплі сорту Імпала залежно від впливу ростових речовин, шт./кущ

Спосіб підготовки бульб різного походження до висаджування	Пророщені				Непророщені			
	2011р.	2012р.	2013р.	2014р.	2011р.	2012р.	2013р.	2014р.
1. Минулорічні бульби	4,7	4,0	5,3	4,3				
Свіжозібрані бульби:								
2. Чотирикомпонентний розчин (контроль)	2,9	3,3	3,7	3,6	3,0	3,0	3,8	3,5
3. Обробка водою (абсолютний контроль)	-	3,3	3,0	-	-	4,0	2,0	-
4. 2 % Біоглобін	-	3,3	-	-	-	3,4	-	-
5. Фумар (0,02 %) + гіберелін (0,0005 %)	3,4	4,0	4,2	3,9	4,0	4,2	4,1	4,0
6. Реастим (5 %) + гіберелін (0,0005 %)	3,3	3,0	4,6	4,4	3,9	3,3	4,7	4,2
7. Гумат калію (0,5 %) + гіберелін (0,0005 %)	2,9	-	3,6	3,2	3,7	-	3,6	3,0
Середнє по досліді	3,5	3,5	4,0	3,9	3,6	3,5	3,7	3,7
НІР 0,05, шт./кущ	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,3	1,1	1,1

Примітки: Сорт нестабільно реагує на обробку: водою, Біоглобіном, Гуматом калію.

Таблиця 4

Кількість стебел у рослин картоплі сорту Загадка залежно від впливу ростових речовин, шт./кущ

Спосіб підготовки бульб до висаджування	Пророщені			Непророщені		
	2012р.	2013р.	2014р.	2012р.	2013р.	2014р.
Свіжозібрані бульби:						
1. Чотирикомпонентний розчин (к)	1,1	2,0	4,0	1,0	1,9	3,9
2. Обробка водою	1,1	-	-	1,0	-	-
3. 0,3 % Потейтін	1,6	-	-	1,4	-	-
4. 2 % Біоглобін	1,5	2,2	4,1	1,4	2,3	4,1
5. Реастим (5 %) + гіберелін (0,0005 %)	1,7	2,1	4,6	1,6	2,0	4,5
Середнє по досліді	1,4	1,9	4,2	1,2	2,0	4,2
НІР 0,05, шт./кущ	0,9	0,9	0,9	0,5	1,6	0,9

Примітки: сорт нестабільно реагує на обробки: водою, Потейтином.

Пророщування свіжозібраних бульб для висаджування у двоурожайній культурі впливає на інтенсивність проростання бульб, проте вирішальною є обробка різними поєднаннями ростових речовин. Найбільш інтенсивне проростання свіжозібраних бульб – при використанні водних розчинів Реастиму з гібереліном та Фумару з гібереліном.

6. Стебла, листки та фотосинтез картоплі ранньої у двоурожайній культурі

Важливим показником продуктивності картоплі є стеблоутворююча здатність бульб. До факторів, що впливають на стеблоутворюючу здатність відносяться: розмір бульб та їх передсадивна підготовка. Рослини з бульб, оброблених стимуляторами росту, дуже чутливі до нестачі вологи і лише за вирощування на зрошенні здатні повністю реалізувати свої можливості по формуванню врожаю. За умов зрошення ефективність передсадивної обробки бульб стимуляторами росту проявляється сильніше. Тому у рослин, сформованих з минулорічних бульб, відмічається на 1,2–1,7 стебел на кущ більше. Формування стебел у кущі залежить від способу підготовки бульб до висаджування, а саме – застосування різних поєднань хімічних речовин та стимуляторів росту. Найкращі показники, на прикладі сорту Імпала, (за обробки свіжозібраних бульб розчином Реастим + гіберелін, для сорту Загадка – (біоглобін та Реастим + гіберелін), як з пророщених так і з непророщених свіжозібраних бульб – табл. 3–4. Встановлено тісні кореляційні зв'язки між кількістю стебел та урожайністю бульб досліджуваних сортів: $r = 0,95$ (пророщені), $r = 0,96$ (непророщені) сорт Імпала та $r = 0,99$ (пророщені та непророщені) – сорт Загадка, що вказує на зростання урожаю бульб зі збільшенням кількості стебел у кущі – рис. 13–16.

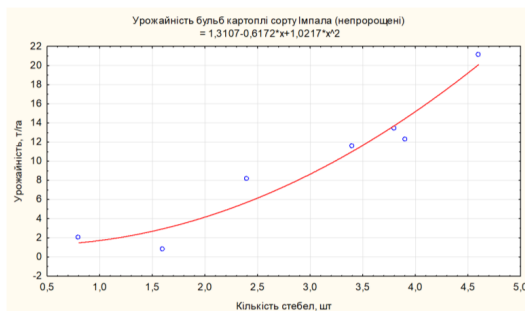


Рис. 13. Кількість стебел, шт: урожайність, т/га:
 $y = -4,2711 + 4,8438 \cdot x$; $r = 0,9487$

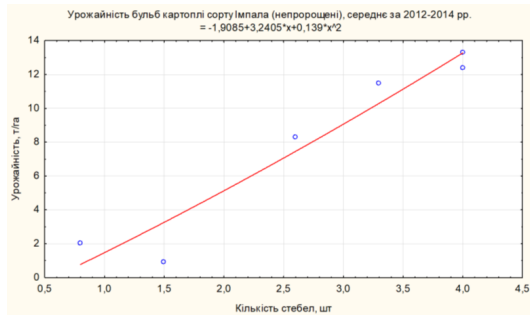


Рис 14. Кількість стебел, шт: Урожайність, т/га:
 $y = -2,5484 + 3,9284 \cdot x; r = 0,9650$

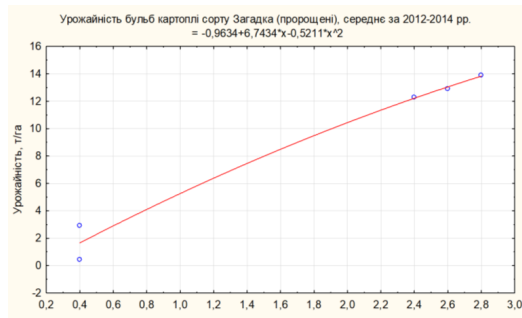


Рис. 15. Кількість стебел, шт: Урожайність, т/га:
 $y = -0,3923 + 5,1583 \cdot x; r = 0,9898$

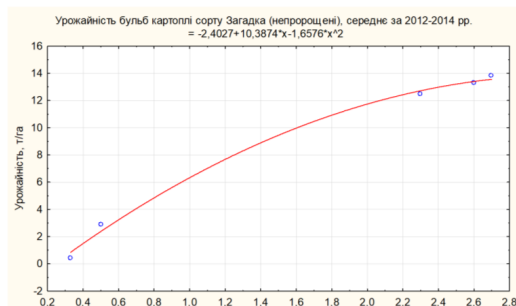
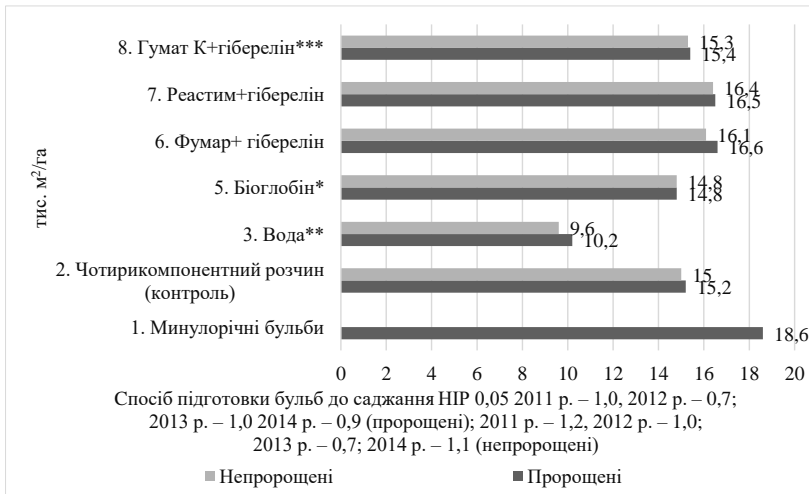


Рис. 16. Кількість стебел, шт: Урожайність, т/га:
 $y = -0,5916 + 5,4399 \cdot x; r = 0,9947$

Кількість стебел та їх висота визначають площу асиміляційної поверхні, що в свою чергу впливає на урожайність рослин (на прикладі сортів картоплі Імпала та Загадка) – рис. 17–18.

Площа листкової поверхні рослинами сортів Імпала та Загадка формується залежно від сортової реакції на розчини, якими обробляли бульби перед висаджуванням.

Сорт Імпала реагує на обробку водними розчинами Фумару з гібереліном та Реастиму з гібереліном. Встановлено тісні кореляційні зв'язки між площею листків та урожайністю бульб $r = 0,94$; $y = -4,07 + 1,12 \cdot x$ (пророщені), $r = 0,98$; $y = -2,80 + 0,93 \cdot x$ (непророщені), що вказує на зростання урожаю бульб у варіантах, де збільшувалась площа листків. Сорт Загадка реагує на обробку розчинами Біоглобін та Реастиму. Збільшення площі листків тісно пов'язано зі зростанням урожаю, про що свідчить тісний кореляційний зв'язок: $r = 0,98$; $y = 2,80 + 0,93 \cdot x$ (пророщені), $r = 0,99$; $y = 2,54 + 1,0 \cdot x$ (непророщені).



Примітка. * – однорічні, ** – дворічні, *** – трирічні дані.

Рис. 17. Формування площі листкової поверхні картоплі сорту Імпала залежно від впливу ростових речовин (фаза цвітіння)

Основним показником ефективності різних способів підготовки свіжозібраних бульб до висаджування є підвищення або зниження урожайності.

Сорт Імпала стабільно позитивно реагує на обробку свіжозібраних бульб перед садінням водними розчинами Фумару з гібереліном та Реастиму з гібереліном (пророщені та непророщені) – таблиця 5.



Примітка. * – однорічні дані.

Рис. 18 Формування площі листової поверхні картоплі сорту Загадка залежно від впливу ростових речовин (фаза цвітіння).

7. Урожайність картоплі літнього строку вирощування у двоурожайній культурі

Висаджування минулорічних бульб (21,1 т/га) значно перевищує за урожайністю висаджування свіжозібраними. Це пояснюється фізіологічним станом та біохімічним складом бульб різного походження [24, с. 232]. За вдало підібраними варіантами розчинів для пробудження свіжозібраних бульб перед садінням вища і товарність бульб і їх урожайність (на прикладі сортів Імпала та Загадка).

Товарність бульб сорту Імпала за використання розчинів Фумару з гібереліном та Реастиму з гібереліном суттєво перевищувала показники контролю та інших варіантів. В середньому, за роки досліджень, урожайність товарних бульб на контролі склала 11,6 т/га (пророщені) та 11,4 т/га (непророщені), що на 0,7 т/га (пророщені) та на 0,9 т/га (непророщені), Фумар з гібереліном та на 1,8 т/га (пророщені), 1,9 т/га (непророщені) перевищує показники контролю (Реастим з гібереліном). За іншими варіантами досліджень прибавки урожаю, порівняно з контролем не встановлено. Слід зазначити, що урожай з минулорічних бульб

(варіант 1), в середньому за чотири роки, нижчий на 3–4 % порівняно з варіантами 6 та 7 – таблиця 5–6.

Таблиця 5

Урожайність товарних бульб картоплі сорту Імпала, т/га

Спосіб підготовки бульб різного походження до висаджування	Пророщені				Непророщені			
	2011 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2011 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.
1. Минулорічні бульби	15,1	25,1	26,3	18,1				
Свіжозібрані бульби:								
2. Чотирикомпонентний розчин (контроль)	7,5	12,0	14,7	12,4	7,6	10,9	15,1	12,1
3. Обробка водою (абсолютний контроль)	-	2,1	1,0	-	-	2,3	1,2	-
4. 2 % Біоглобін	-	8,2	-	-	-	8,2	-	-
5. Фумар (0,02 %) + гіберелін (0,0005 %)	8,4	10,4	15,3	15,2	8,0	10,8	15,3	15,4
6. Реастим (5 %) + гіберелін (0,0005 %)	7,9	14,1	15,8	15,9	7,8	13,6	16,0	15,7
7. Гумат калію (0,5 %) + гіберелін (0,0005 %)	7,7	-	12,2	13,0	7,3	-	13,1	12,8
Середнє по досліді	9,3	11,8	14,1	15,3	7,9	9,1	12,2	14,1
НІР _{0,05, т/га}	1,3	1,1	0,9	1,0	1,3	0,9	1,0	1,3

Примітки: сорт нестабільно реагує на обробку: водою, Біоглобіном, Гуматом Калію

Таблиця 6

Товарність картоплі молоді сорту Імпала, %

Спосіб підготовки бульб різного походження до висаджування	Пророщені				Непророщені			
	2011 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2011 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Минулорічні бульби	70	71	80	76				
Свіжозібрані бульби:								
2. Чотирикомпонентний розчин (контроль)	73	73	81	79	73	73	80	79
3. Обробка водою (абсолютний контроль).	-	73	64	-	-	79	60	-
4. 2 % Біоглобін	-	74	-	-	-	74	-	-
5. Фумар (0,02 %) + гіберелін (0,0005 %)	73	73	83	81	74	74	83	82

Закінчення таблиці 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6. Реастим (5 %) + гіберелін (0,0005 %).	74	74	82	84	74	74	83	83
7. Гумат калію (0,5 %) + гіберелін (0,0005 %)	74	-	75	80	73	-	74	80
Середнє по досліді	73	73	77	79	74	75	75	81
НІР _{0,05,%}	2,7	2,0	3,3	2,1	3,5	2,4	3,7	2,4

Примітки: сорт нестабільно реагує на обробку: водою, Біоглобіном, Гуматом калію.

Сорт Загадка позитивно реагує на обробку бульб перед садінням водними розчинами Біоглобіну та Реастиму з гібереліном, відповідно зростає урожайність і товарність бульб (таблиця 8–9).

Таблиця 8

Урожайність товарних бульб картоплі сорту Загадка, т/га

Спосіб підготовки бульб до висаджування	Пророшені			Непророшені		
	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.
Свіжозібрані бульби:						
1. Чотирикомпонентний розчин (контроль)*	8,9	14,1	13,9	8,8	14,9	13,7
2. Обробка водою (абсолютний контроль)	1,3	-	-	1,1	-	-
3. 0,3 % Потейтін	8,8	-	-	8,7	-	-
4. 2 % Біоглобін	9,8	14,3	14,5	9,7	15,0	15,2
5. Реастим (5 %) + гіберелін (0,0005 %)	11,0	15,3	15,5	11,1	15,0	15,3
Середнє по досліді	8,0	14,7	14,6	8,1	15,9	14,8
НІР _{0,05т/га}	1,2	1,1	1,5	1,2	1,1	1,5

При збиранні урожаю бульби сортуються на фракції (товарні – великі, середні, середньо-дрібні та нетоварні – дрібні). По товарності та структурі урожаю сорту Імпала виділяються варіанти з використанням Фумару з гібереліном та Реастиму з гібереліном, сорту Загадка – розчину Біоглобіну та Реастиму з гібереліном – табл. 10.

Таблиця 9

Товарність картоплі молоді сорту Загадка, %

Спосіб підготовки бульб до висаджування	Пророщені			Непророщені		
	2012р.	2013р.	2014р.	2012р.	2013р.	2014р.
Свіжозібрані бульби:						
1. Чотирикомпонентний розчин (контроль)*	70	71	72	72	72	72
2. Обробка водою (абсолютний контроль)	64	-	-	62	-	-
3. 0,3 % Потейтін	71	-	-	73	-	-
4. 2 % Біоглобін	74	75	75	74	73	76
5. Реастим (5 %) + гіберелін (0,0005 %)	78	81	82	80	81	80
Середнє по досліді	71,4	76,0	75,7	72,4	74,9	76,0
НІР _{0,05, %}	3,0	3,4	4,4	3,1	4,0	2,2

Примітки: сорт нестабільно реагує на обробки: водою, Потейтіном.

Таблиця 10

Структура урожаю картоплі молоді сорт Імпала середнє за 2011–2014 рр. (пророщені)

Спосіб підготовки бульб різного походження до висаджування	Структура врожаю бульб, %			
	Великі > 80 г	Середні 51–80 г	Середньо-дрібні 26–50 г	Дрібні < 25 г
1. Минулорічні бульби	21,0	37,2	16,0	25,7
Свіжозібрані бульби:				
2. Чотирикомпонентний розчин (контроль)*	21,7	37,4	17,4	23,4
3. Обробка водою (абсолютний контроль)	0	12,6	21,4	16,0
4. 2 % Біоглобін	2,5	4,7	11,2	6,5
5. Фумар (0,02 %) + гіберелін (0,0005 %)	22,0	38,2	17,3	22,4
6. Реастим (5 %) + гіберелін (0,0005 %)	24,5	39,2	14,9	21,4
7. Гумат калію (0,5 %) + гіберелін (0,0005 %)	16,2	22,7	18,3	17,8
Середнє по досліді	18,0	27,6	16,7	19,2
НІР _{0,05, %}	1,0	1,6	1,0	1,0

Примітки: сорт нестабільно реагує на обробку: водою, Біоглобіном, Гуматом калію.

Літнє садіння минулорічними бульбами сприяє формуванню врожаю молоді картоплі наступного структурного складу: середні (37 %) дрібні (25,7 %) бульби, порівняно з вирощеними зі свіжозібраних бульб (застосування розчинів з передсадивної обробки: Фумар з гібереліном та Реастим з гібереліном) формується нижчий відсоток великих і середніх бульб та вищий дрібних. Пророщування свіжозібраних бульб перед садінням у двоурожайній культурі впливу на структуру урожаю картоплі молоді не має – табл. 11.

Таблиця 11

**Структура урожаю картоплі молоді сорт Імпала
середнє за 2011–2014 рр. (непророщені)**

Спосіб підготовки бульб різного походження до висаджування	Структура врожаю бульб, %			
	Великі > 80 г	Середні 51–80 г	Середньо- дрібні 26–50 г	Дрібні < 25 г
Свіжозібрані бульби:				
1. Чотирикомпонентний розчин (контроль)*	20,5	33,5	21,5	24,5
2. Обробка водою (абсолютний контроль)	0	7,6	27,1	15,2
3. 2 % Біоглобін	2,5	4,4	11,6	6,5
4. Фумар (0,02 %) + гіберелін (0,0005 %)	22,6	35,8	20,8	21,9
5. Реастим (5 %) + гіберелін (0,0005 %)	24,9	35,5	20,1	21,2
6. Гумат калію (0,5 %) + гіберелін (0,0005 %)	16,6	23,6	17,6	17,9
Середнє по досліді	17,4	23,6	19,8	17,8
НІР _{0,05, %}	1,1	1,3	0,8	1,1

Примітки: сорт нестабільно реагує на обробку: водою, Біоглобіном, Гуматом калію.

Найбільший вихід товарних бульб сорту Загадка одержали у варіанті з використанням для пробудження свіжозібраних бульб розчину Реастиму з гібереліном (25 % – великих, 41 % – середніх та 14 % середньо-дрібних бульб) та варіанті з використанням Біоглобіну – 21 % великих, 37 % – середніх та 17 % середньо-дрібних бульб – табл. 12. Аналогічною була і структура урожаю зі свіжозібраних непророщених бульб. Порівняно з контролем за

даних варіантів підготовки садивного матеріалу формувалася більший відсоток великих та середніх бульб з одночасним зменшенням середньо-дрібних та дрібних – табл. 13.

Таблиця 12

Структура урожаю картоплі молоді сорт Загадка середнє за 2012–2014 рр. (пророщені)

Спосіб підготовки бульб до висаджування	Структура врожаю бульб, %			
	Великі > 80 г	Середні 51–80 г	Середньо-дрібні 26–50 г	Дрібні < 25 г
Свіжозібрані бульби:				
1. Чотирикомпонентний розчин (контроль)*	17	35	19	29
2. Обробка водою (абсолютний контроль)	0	6	15	12
3. 0,3 % Потейтін	5	10	9	10
4. 2 % Біоглобін	21	37	17	25
5. Реастим (5 %) + гіберелін (0,0005 %)	25	41	14	20
Середнє по досліді	16,8	25,6	14,7	18,9
НІР _{0,05, %}	1,2	1,1	1,1	0,6

Таблиця 13

Структура урожаю картоплі молоді сорт Загадка середнє за 2012–2014 рр. (непророщені)

Спосіб підготовки бульб до висаджування	Структура врожаю бульб, %			
	Великі > 80 г	Середні 51–80 г	Середньо-дрібні 26–50 г	Дрібні < 25 г
Свіжозібрані бульби:				
1. Чотирикомпонентний розчин (контроль)*	16	35	21	28
2. Обробка водою (абсолютний контроль)	0	7	14	13
3. 0,3 % Потейтін	4	10	10	9
4. 2 % Біоглобін	22	37	15	26
5. Реастим (5 %) + гіберелін (0,0005 %)	25	42	13	20
Середнє по досліді	16,8	26,0	14,5	18,6
НІР _{0,05, %}	1,5	1,4	1,1	0,9

Способи передсадивної підготовки свіжозібраних бульб до висаджування у двоурожайній культурі впливають на загальну кількість стандартних бульб у кущі – до 5 шт./кущ (на прикладі сорту Імпала з використанням Фумару з гібереліном та Реастиму з гібереліном). Середня маса бульб в кущі складає від 392 г до 421 г табл 14–15.

Таблиця 14

**Маса товарних та нетоварних бульб сорту Імпала, г/кущ
середнє за 2011–2014 рр. (пророщені)**

Спосіб підготовки бульб різного походження до висаджування	Урожайність товарних бульб з 1 куща, грам	Урожайність нетоварних бульб з 1 куща, грам
1. Минулорічні бульби	448,7	163,7
Свіжозібрані бульби:		
2. Чотирикомпонентний розчин (контроль)*	343,0	103,5
3. Обробка водою (абсолютний контроль)	51,5	18,5
4. 2 % Біоглобін	52,5	18,0
5. Фумар (0,02 %) + гіберелін (0,0005 %)	356,0	97,5
6. Реастим (5 %) + гіберелін (0,00005 %)	385,7	98,7
7. Гумат калію (0,5 %) + гіберелін (0,0005 %)	246,2	71,0
Середнє по досліді	269	81
НІР _{0,05, грам}	10,3	3,6

Таблиця 15

**Маса стандартних та нестандартних бульб сорту Імпала, г/кущ
середнє за 2011–2014 рр. (непророщені)**

Спосіб підготовки бульб різного походження до висаджування	Урожайність товарних бульб з 1 куща, грам	Урожайність нетоварних бульб з 1 куща, грам
1	2	3
Свіжозібрані бульби:		
1. Чотирикомпонентний розчин (контроль)*	341,2	104,5
2. Обробка водою (абсолютний контроль)	58,2	21,7
3. 2 % Біоглобін	52,5	18,0

Закінчення таблиці 15

1	2	3
4. Фумар (0,02 %) + гіберелін (0,0005 %)	363	99,2
5. Реастим (5 %) + гіберелін (0,0005 %).	381,2	100,7
6. Гумат калію (0,5 %) + гіберелін (0,0005 %)	247,2	76,5
Середнє по досліді	240	70
НІР 0,05, грам	12,3	2,9

Примітки: сорт нестабільно реагує на обробку: водою, Біоглобіном, Гуматом калію.

Найбільша кількість бульб в куці (сорт Загадка) сформувалась на ділянках варіантів з використанням розчину Біоглобіну та Реастиму з гібереліном – в середньому, перевищення контролю складає 1,1 і 1,4 шт./кущ (пророщені) та 0,7 і 0,8 шт./кущ (непророщені), відповідно.

Середня маса товарних бульб складала 398 та 430 г (варіант 5 та 7 пророщені) та 404 і 428 г (непророщені) відповідно, що на 60 і 92 г (пророщені) та 60 і 84 г (непророщені) перевищувало контроль – таблиця 16–17.

Таблиця 16

Маса товарних та нетоварних бульб сорту Загадка, г/кущ середнє за 2012–2014 рр. (пророщені)

Спосіб підготовки бульб до висаджування	Урожайність товарних бульб з 1 куща, грам	Урожайність нетоварних бульб з 1 куща, грам
Свіжозібрані бульби:		
1. Чотирикомпонентний розчин (контроль)*	337,7	138,3
2. Обробка водою (абсолютний контроль)	25,0	14,0
3. 0,3 % Потейтін	133,3	54,3
4. 2 % Біоглобін	397,7	134,7
5. Реастим (5 %) + гіберелін (0,0005 %)	430,0	106,7
Середнє по досліді	265,0	90,0
НІР 0,05,грам	4,3	3,5

Таблиця 17

**Маса товарних та нетоварних бульб сорту Загадка, г/кущ
середнє за 2012–2014 рр. (непророщені)**

Спосіб підготовки бульб до висаджування	Урожайність товарних бульб з 1 куща, грам	Урожайність нетоварних бульб з 1 куща, грам
Свіжозібрані бульби:		
1. Чотирикомпонентний розчин (контроль)*	344,0	133,7
2. Обробка водою (абсолютний контроль)	18,0	11,3
3. 0,3 % Потейтін	131,7	48,7
4. 2 % Біоглобін	404,3	140,0
5. Реастим (5 %) + гіберелін (0,0005 %)	428,0	104,7
Середнє по дослідю	265,0	88,0
НІР _{0,05,грам}	3,8	4,0

Примітки: сорт нестабільно реагує на обробки: водою, Потейтіном

Висновки

За вирощування картоплі ранньої в ущільнених посівах найбільш доцільним ущільнювачем є цибуля-шалот на зелене перо. Рослину-ущільнювач слід висаджувати одразу після садіння картоплі (рекомендована густина рослин 55 тис. рослин / га) у її міжряддя на глибину 4–5 см за схемою 140 × 8–10 см (густина рослин 80–85 тис. рослин / га) – рис. 19.

Вирощування картоплі ранньої у двоурожайній культурі має сортові особливості:

сорт Імпала: способи підготовки свіжозібраних бульб до висаджування у двоурожайній (повторній) культурі впливали на проходження рослинами фаз росту та розвитку. З використанням Фумару з гібереліном та Реастиму з гібереліном спостерігалось підвищення кількості стебел на 0,6–0,5 шт./кущ (пророщені) та на 0,7 шт./кущ (непророщені). Внаслідок цього зростала площа листків на 1,4–1,3 тис. м²/га (пророщені) та на 1,1–1,4 тис. м²/га (непророщені), відповідно. Крім того, суттєво підвищується урожай молодих бульб: порівняно з контролем приріст складав від 0,7 (Фумар з гібереліном) до 1,8 т/га (Реастим з гібереліном) за використання пророщення та 1,0 і 2,0 т/га за його відсутності, відповідно. За даних варіантів підготовки садивного матеріалу одержано найбільшу кількість стандартних бульб (до 5 шт./кущ) та

найвищу середню масу бульб в кущі – 392 г (пророщені), 416 г (непророщені) відповідно. Сорт не стабільно реагує на обробку розчинами: Гумату калію, Біоглобіну.

Сорт Загадка: на проходження рослинами фаз росту і розвитку позитивно впливали певні поєднання хімічних речовин: з використання Біоглобіну та Реастиму з гібереліном спостерігалось підвищення кількості стебел на 0,2 і 0,4 шт./кущ (пророщені) та на 0,3 і 0,4 шт./кущ (непророщені), відповідно. Одночасно зросла площа листової поверхні на 0,6 та 1,4 тис.м²/га (пророщені) і на 0,8 та 1,6 тис.м²/га (непророщені), відповідно. Встановлено і суттєвий приріст урожаю за даних варіантів порівняно до контролю – 0,6 і 1,6 т/га (пророщені) та 0,8 і 1,3 т/га (непророщені), відповідно.

Дані варіанти сформували найбільшу кількість та середню масу бульб у кущі, що склала 398 і 430 г (пророщені) та 404 і 428 г (непророщені), відповідно.

Сорт Загадка не реагує на обробку (пророщених та непророщених свіжозібраних бульб) водним розчином Гумату калію з гібереліном, нестабільно реагує на обробку розчином Потейтіном та обробку бульб водою (абсолютний контроль).



Рис. 19 Ущільнені посіви картоплі ранньостиглої в зоні північного Степу України

Список використаних джерел:

1. Агрометеорологічні ресурси картоплі / за ред. : Теслюка П. С. Київ : Урожай, 1992. 206 с.
2. Дегтярев В. Уплотненные и пожнивные посевы. *Картофель и овощи*. Москва, 1965. № 5. С. 30–33.
3. Сосунов В. Совместное выращивание огурцов с помидорами. *Картофель и овощи*. Москва, 1965. № 5. С. 34–35.
4. Сапожников В. Уплотненное использование земли. *Картофель и овощи*. Москва, 1961. № 4. С. 41–42.
5. Недбал Р. В. Вплив ущільнювачів на врожайність насіння листової петрушки. *Таврійський науковий Вісник*. Херсон, 2005. № 39. С. 167–172.
6. Дідух Н. О. Вирощування кукурудзи цукрової в ущільнених посівах у лівобережному Лісостепу України. *Вісник Харківського державного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва*. Харків, 2013. № 9. С. 235–239.
7. Гарбовська Т. М. Вирощування квасолі овочевої як ущільнювача сільськогосподарських культур в умовах східного Лісостепу України. *Овочівництво і багтанництво*. 2015. № 61. С. 53–59.
8. Сыч З. Д. Уплотненные посевы: реальная возможность повышения продуктивности. *Овощеводство*. Киев, 2015. № 12. С. 28–30.
9. Вітанов О. Д., Гарбовська Т. М., Щербина С. О., Урюпіна Л. М., Зелендін Ю. М., Чефонова Н. В. Біологічні особливості сортів квасолі овочевої та економічна ефективність її вирощування. *Овочівництво і багтанництво*. Вінниця, 2019. № 66. С. 47–54.
10. Приучуков Ф. Б. Агроекологические основы интеркроппинга (поликультуры). *Земледелие*. 1995. № 2. С. 44–45.
11. Jacob, J., Shirmila, J., Sarada, S., Anu S. Role of Allelopathy in vegetables crops production. *Allelopathy Journal*. 2019. № 25 (2). P. 275–312.
12. Valcheva, E., Popov, V., Marinov-Serafimov, P., Golubinova, I., Nikolov, B., Velcheva, I., Petrova S. A Case Study of Allelopathic Effect of Parsley, Dill, Onion and Carrots on the Germination and Initial Development of Tomato Plants. *Ecologia balkanica*. 2019. Vol. 11. P. 167–177.
13. Головка Ю., Пузік В. Алелопатія і дизайн ландшафтних композицій. *Інтродукція рослин: збірник наукових праць*. 2003. № 1–2. С. 149–157.
14. Симагина Н. О. Аллелопатические свойства Гликогалофита *Artemisia santonica* L. *Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского*. 2006. Том 19 (58). № 4. С. 177–185.

15. Бухаров А.Ф., Балеєв Д.Н., Бухарова А. Р. Оценка адаптивности и стабильность проявления аллелопатической активности экстрактов из семян овощных сельдерейных культур. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2011. № 3 (77). С. 36–39.

16. Гродзинский А. М. Аллелопатия в жизни растений. Киев : Наукова думка, 1965. 187 с.

17. Гнатюк Н. О. Оцінка алелопатичних властивостей насіння деяких видів ароматичних рослин. *Інтродукція рослин*. 2003. № 4. С. 109–113.

18. Юрчак Л. Д. Аллелопатія в агробіоценозах ароматичних рослин. Київ. 2005. 250 с.

19. Матвеев Н. М. Аллелопатия как фактор экологической среды. Самара: Самарское книжное издательство, 1994. 204 с.

20. Кучко А. А., Власенко М. Ю., Мицьо В. М. Фізіологія та біохімія картоплі. Київ: Довіра, 1998. 335 с.

21. Лысенко Т. Д. за развитие культуры картофеля в засушливых районах. *Овощеводство*. 1939. № 1. С. 9–13.

22. Семенченко О. Л., Даніліна А. С. Вплив доз і способів внесення мінеральних добрив на врожайність картоплі ранньої. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 3. С. 78–84.

23. Фаворов О. М., Котов А. Ф. Літнє садіння картоплі в колгоспах і радгоспах УРСР. Одеса. 1949. 90 с.

24. Теслюк П. С., Молоцький М. Я. Практичний порадник картопляра. Київ : «Кий». 1999. 268 с.

НОТАТКИ

Наукове видання

ФОРМУВАННЯ НОВОЇ ПАРАДИГМИ РОЗВИТКУ АГРОПРОМИСЛОВОГО СЕКТОРУ В ХХІ СТОЛІТТІ

Колективна монографія

Частина 1

Підписано до друку 05.11.2021. Формат 60×84/16.

Папір офсетний. Гарнітура Cambria. Цифровий друк.

Ум.-друк. арк. 20,23. Наклад 100.

Ціна договірна. Віддруковано з готового оригінал-макета.

Надруковано: ТОВ "ЛІГА-ПРЕС"

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 6423 від 04.10.2018 р.

Україна, м. Львів, 79012, вул. Кастелівка, 9

Польща, м. Торунь, 87-100, вул. Лубіцка, 44

Тел. +38 (050) 758 14 36