АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

№ 10

Видавничий дім
«Гельветика»
2021

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
КВ № 24400-14240Р від 16.04.2020 р.
Журнал включено до Переліку наукових фахових видань України категорії Б у галузі природничих та аграрних наук (спеціальності 101 «Екологія», 201 «Агрономія», 202 «Захист і карантин рослин») відповідно до Наказу МОН України від 26.11.2020 № 1471 (додаток 3)

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту зрошуваного землеробства НААН (протокол № 22 від 24.12.2021 року).

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор:
Вожегова Раїса Анатоліївна, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Заслужений діяч науки і техніки України, директор, Інститут зрошуваного землеробства НААН.

Члени редакційної колегії:
Грановська Л.М., доктор економічних наук, професор (відповідальний секретар);
Лавриненко Ю.О., доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН;
Базалій В.В., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Вожегов С.Г., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Жуйков О.Г., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Балашова Г.С., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Біляєва І.М., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Коковіхін С.В., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Марковська О.Є., доктор сільськогосподарських наук, професор;
Khandakar Rafiq Islam, доктор філософії, старший науковий співробітник, професор (Огайо, США);
Сидоренко С.Г., кандидат сільськогосподарських наук;
Лиховид П.В., кандидат сільськогосподарських наук;
Мельник А.В., доктор сільськогосподарських наук;
Стефан Петрзак, доктор наук, професор (Рашин, Польща);
Писаренко П.В., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Гашимов А.Д., доктор сільськогосподарських наук, професор (Азербайджан);
Малярчук М.П., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
Кюрчев В.М., доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НААН;
Пілярська О.О., кандидат сільськогосподарських наук;
Власов В.В., доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН;
Яковенко Р.В., кандидат сільськогосподарських наук;
Вдовиченко Ю.В., доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН.

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

Науковий журнал «Аграрні інновації» розрахований на науковців, аспірантів, спеціалістів сільського господарства.

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Адреса редакційної колегії:
73483, м. Херсон, сел. Наддніпрянське,
Інститут зрошуваного землеробства НААН
Тел. (0552) 36-11-96
e-mail: info@agrarian-innovations.izpr.ks.ua
www.agrarian-innovations.izpr.ks.ua

ISSN 2709-4405

© Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України, 2021

ЗМІСТ

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО……5

Баркар В.П., Молчанова О.Д., Трібунцова О.Б., Гурінчик В.Д., Лубяна Л.М. Вплив абіотичних умов вирощування на розвиток *Propylea Quatuordecimpunctata* як агенту біологічного захисту рослин…… 5

Воронюк З.С., Вожегов С.Г., Ткач М.С., Роменський В.Ю. Урожайність та якість зерна рису в умовах краплинного зрошення залежно від доз мінеральних добрив ……10

Грановська Л.М., Малярчук М.П., Томницький А.В., Малярчук А.С., Мишукова Л.С. Вплив систем основного обробітку на фітосанітарний стан посівів та продуктивність сівозміни на зрошенні……17

Дековець В.О., Кулик М.І., Галицька М.А. Біологізація технології вирощування міскантусу гігантського на біопаливо……23

Димитров С.Г., Саблук В.Т., Танчик С.П. Зниження ураженості рослин сільськогосподарських культур хворобами за мікоризації грибами та симбіозу з азотфіксуючими бактеріями їх кореневої системи…… 29

Домарацький Є.О., Добровольський А.В., Козлова О.П., Добровольський П.А., Лавришина О.Є. Шляхи оптимізації водоспоживання соняшника високоолеїнового типу за умов зміни клімату…… 34

Жуйков О.Г., Лаврись В.Ю. Норма висіву насіння як фактор формування продуктивних та господарсько цінних ознак гібридів соняшнику багатоквіткового за органічної технології вирощування в Південному Степу……42

Жуйков О.Г., Ходос Т.А. Формування комплексу біометричних, структурних і продуктивних показників гірчиці сарептської залежно від норми висіву та рівня біологізації технології вирощування культури в умовах Південного Степу…… 46

Іжболдін О.О. Депресивні наслідки дії гамма-променів у пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.)…… 51

Коваленко О.А., Смірнова І.В. Взаємозалежність урожайності зерна пшениці озимої з висотою рослин в умовах Півдня України……58

Личук Г.І., Тараріко Ю.О. Результати останніх досліджень ґрунтових відмін Антарктиди. Огляд…… 65

Мостіпан М.О., Умрихін Н.Л. Ефективність прикореневого підживлення посівів пшениці озимої в Північному Степу України…… 72

Сучек В.М. Управління продуктивністю рослин коноплі вузькорядних посівів за кількістю насінин, нормою висіву та сортовим фактором……79

Ткачова Є.С., Федорчук М.І. Алелопатичні особливості гісопу лікарського (*Hyssopus officinalis* L.)…… 86

Центило Л.В., Шило С.Л. Продуктивність пшениці озимої на чорноземі типовому Правобережного Лісостепу України……92

СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО…… 97

Гамаюнова В.В., Кувшинова А.О. Фотосинтетична діяльність ячменю озимого залежно від особливостей сорту та біопрепаратів…… 97

Савіна О.І., Матієга О.О., Шейдик К.А., Глюдзик-Шемота М.Ю. Організація комп'ютерного сервісу та моделювання селекції на якість тютюнової сировини……104

АГРОІНЖЕНЕРІЯ……115

Вожегова Р.А., Марченко Т.Ю., Пілярська О.О., Забара П.П. Економічна оцінка вирощування ліній батьківських компонентів та гібридів кукурудзи різних груп ФАО в умовах Південного Степу України……115

Жупина А.Ю., Базалій Г.Г., Усик Л.О., Марченко Т.Ю., Лавриненко Ю.О. Успадкування висоти рослин гібридами пшениці озимої різного еколого-генетичного походження в умовах зрошення……122

ІНТЕРВ'Ю……130

Інтерв'ю доктора с.-г. наук, завідувача відділу рослинництва та неполивного землеробства Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України Зайця С.О. Особливості сівби та розвитку озимих культур залежно від агрометеорологічних умов осіннього періоду 2021 року…… 130

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК……133

CONTENTS

MELIORATION, ARABLE FARMING, HORTICULTURE.....5

Barkar V.P., Molchanova O.D., Tributsova O.B., Hurinchyk V.D., Lubiana L.M. Influence of abiotic growing conditions on the development of Propylea Quatuordecimpunctata as an agent of biological plant protection.....5

Voronyuk Z.S., Vozhehov S.G., Tkach M.S., Romensky V.Yu. Yield and quality of rice grain in the conditions of drip irrigation depending on doses of mineral fertilizers.....10

Granovska L.M., Maliarchuk M.P., Tomnitsky A.V., Maliarchuk A.S., Mishukova L.S. Influence of the systems of basic tillage on the phytosanitary state of sowing and productivity of crop rotation on irrigation.....17

Dekovetz V.O., Kulyk M.I., Galytska M.A. Biologization of the technology of growing giant miscantus on biofuels.....23

Dymytrov S.H. Sabluk V.T., Tanchyk S.P. Decrease of plant affection by diseases under fungal mycorrhization and symbiosis of their root system with nitrogen-fixing bacteria 29

Domaratsky E.O., Dobrovolsky A.V., Kozlova O.P., Dobrovolsky P.A., Lavrishina O.E. Ways of optimization of high oolein type sunflower consumption under climate change 34

Zhuikov O.G., Lavrys V.Yu. Seed sowing rate as a factor in the formation of productive and economically valuable traits of multi-flowered sunflower hybrids by organic cultivation technology in the Southern Steppe.....42

Zhuikov O.G., Hodos T.A. Formation of a complex of biometric, structural and productive indicators of Sarepta mustard depending on the sowing rate and the level of biologization of the technology of growing crops in the Southern Steppe.....46

Izhboldin O.O. Gamma-rays depression consequences for winter wheat after gamma-rays action (*Triticum aestivum* L.).....51

Kovalenko O.A., Smirnova I.V. Interdependence of Winter Wheat Grain Yield with Plant Height in the Conditions of Southern Ukraine.....58

Lychuk A.I., Tarariko Yu.O. Results of recent studies of soil varieties in Antarctica. A review.....65

Mostipan M.I., Umrykhin N.L. Efficiency of Root Fertilization of Winter Wheat Crops in Northern Steppe of Ukraine.....72

Suchek V.M. Management of hemp plant productivity of narrow-row crops by number of seeds, seeding rate and varietal factor.....79

Tkachova Y.S., Fedorchuk M.I. Allelopathic features of common hyssop (*Hyssopus officinalis L.*).....86

Tsentylo L.V., Shylo S.L. Productivity of winter wheat on chernozem typical soil Right Bank Forest Steppe of Ukraine.....92

BREEDING, SEED PRODUCTION.....97

Gamayunova V.V., Kuvshinova A.O. Photosynthetic activity of winter barley depending on the characteristics of the variety and biological products.....97

Savina O.I., Matiieha O.O., Sheidyk K.A., Hliudzyk-Shemota M.Yu. Organization of computer service and modeling of selection for the quality of tobacco raw materials.....104

AGRICULTURAL ENGINEERING.....115

Vozhegova R.A., Marchenko T.Yu., Piliarska O.O., Zabara P.P. Economic estimation of cultivation of lines of parent components and hybrids of corn of different groups of FAO in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.....115

Zhupina A.Yu., Bazaliy G.G., Usyk L.O., Marchenko T.Yu., Lavrynenko Yu.O. Inheritance of plant height by winter wheat hybrids of different ecological genetic origin under irrigation conditions.....122

INTERVIEW.....130

Interview of Zaiets S.O., Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Crop Production and Irrigated Agriculture, Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine Peculiarities of sowing and development of winter crops depending on agrometeorological conditions of the autumn period of 2021.....130

AUTHOR INDEX.....133

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО

УДК 632.937.32
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.1

ВПЛИВ АБІОТИЧНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ НА РОЗВИТОК *PROPYLEA QUATUORDECIMPUNCTATA* ЯК АГЕНТУ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН

БАРКАР В.П. – завідувач сектору ентомофагів відкритого ґрунту
https://orcid.org/0000-0002-0965-9755
Інженерно-технічний інститут «Біотехніка» Національної академії аграрних наук України
МОЛЧАНОВА О.Д. – завідувач відділу
https://orcid.org/0000-0003-1049-7236
Інженерно-технічний інститут «Біотехніка» Національної академії аграрних наук України
ТРІБУНЦОВА О.Б. – молодший науковий співробітник
https://orcid.org/0000-0001-5847-9008
Інженерно-технічний інститут «Біотехніка» Національної академії аграрних наук України
ГУРІНЧИК В.Д. – провідний конструктор
https://orcid.org/0000-0002-3050-8679
Інженерно-технічний інститут «Біотехніка» Національної академії аграрних наук України
ЛУБЯНА Л.М. – завідувач сектору
https://orcid.org/0000-0003-0025-6279
Інженерно-технічний інститут «Біотехніка» Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми.

Деякі представники родини сонечок (Coccinellidae, Coleoptera) здавна використовуються в біологічному захисті рослин [1, 2]. Вони регулюють чисельність багатьох шкідників сільськогосподарських і дикорослих рослин, таких як попелиці, листоблошки, трипси, червеці, щитівки, кліщі.

Для ефективної інтродукції комах в агроценози виникла необхідність у штучному розмноженні кокцинелід. Комахам для нормального розвитку необхідна тваринна їжа [3]. Тому в повний цикл культивування сонечок для годування ентомофага входить розведення природних об'єктів-фітофагів, зокрема звичайної злакової попелиці [4, 5]. Одна з найважливіших вимог під час штучного розведення – дотримання певних абіотичних факторів на різних стадіях розвитку комах (яйця, личинки, лялечки та імаго).

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Один із найперспективніших місцевих видів – пропілея чотирнадцятикрапкова (*Propylea quatuordecimpunctata* Linnaeus, 1758) [6]. Вилучені з природного середовища представники цього виду були використані як засновники лабораторної популяції [7]. У подальшому з цим видом були проведені дослідження з визначення оптимальних умов техноценозу для їх утримування.

Температура – ключовий фактор, який відіграє важливу роль у розвитку комах [8, 9]. Тому впливу різних температур на метаболізм і, відповідно, на розвиток кокцинелід приділяється особлива увага [10, 11, 12, 13].

Один із засобів максимально зменшити явище канібалізму – використання в ємностях для розведення комах субстрату, що дає змогу мінімізувати контакт комах між собою. Щільність вмісту культури повинна бути низькою, щоб не допустити конкуренцію за просторовий ресурс [14]. Очевидно, що зі зменшенням щільності, коли ймовірність зустрічі комах зменшується, рівень канібалізму зменшується також. Але занадто низькі концентрації комах потребують значних виробничих обсягів та високих трудовитрат, що робить вирощування ентомофагів недоцільним. Тому постає завдання з визначення оптимальної кількості кокцинелід у певних одиницях об'єму.

Матеріали і методи.

На протязі розвитку представники виду *P. quatuordecimpunctata* утримувалися за різних температур. Визначалися строки розвитку яєць, личинок, лялечок та їхня виживаність.

Досліди з визначення впливу температур проводились у кліматичних камерах. Комах утримували в чашках Петрі по 30 особин. Повторність трикратна. Досліджено залежність розвитку *P. quatuordecimpunctata* від температурного режиму (15 °С, 20 °С, 25 °С та 30 °С) у преімагінальній стадії.

Визначався оптимальний субстрат для вирощування кокцинелід у ювенальній стадії. Личинок, щойно відроджених із яєць, утримували в різних видах субстрату. Визначалася кількість личинок, що, проходячи стадію лялечки, досягали стадії імаго.

Для цього використовувалися харчові пластикові ємності місткістю 0,22 л із розмірами: 100 мм х 65 мм х 45 мм. Для забезпечення вентиляції у стінках ємностей були зроблені отвори, заклеєні ситотканиною. На дні розміщувався субстрат із товщиною прошарку 10–15 мм. Використовувалися три види субстрату: різаний папір із площею фрагментів 70–100 мм^2; різана солома з довжиною відрізків 10–20 мм; пінопластові кульки діаметром 5–8 мм.

Очевидно, що папір та пінопласт мають штучне походження, що забезпечує відсутність на них збудників хвороб. Водночас солома може містити патогенні організми, небезпечні для комах. Тому солома попередньо піддавалася термічній обробці в сушильній шафі за тем-

ператури 80 °С на протязі 30 хвилин. У кожну ємність були розміщені щойно відроджені личинки кокцинелід. Кількість личинок *P. quatuordecimpunctata* становила 40 особин на ємність. Повторність трикратна.

Визначалась оптимальна щільність утримування *P. quatuordecimpunctata*. У дослідженнях використовувалися пластикові ємності місткістю 0,22 л із вентильованими боковими поверхнями. Як субстрат використовувалася різана солома з товщиною прошарку 10–15 мм. Повторність трикратна. У кожному варіанті в ємності поміщали по 10, 20, 30, 40, та 50 личинок першої вікової групи. Годування відбувалося з використанням звичайної злакової попелиці в надлишковій кількості. Оскільки за наявності субстрату помітити личинок досить складно, проводився підрахунок імаго наприкінці досліду.

Результати.

Із підвищенням температури термін дозрівання яєць *P. Quatuordecimpunctata* знижувався (табл. 1). Так, за найнижчої (15 °С) температури цей строк становив 9,3 доби, а за найвищої (30 °С) – 2,3 доби. Найбільший вихід личинок із яєць (72,0%) відбувався за температури 20 °С. Найнижча відроджуваність личинок, що не досягла навіть десяти відсотків, спостерігалася за температури 30 °С.

Таблиця 1

Розвиток яєць P. Quatuordecimpunctata за різних температур

Температура утримування	Кількість відроджених личинок, %	Термін розвитку яєць, діб
15	38,9±2,7	9,3±0,6
20	72,0±4,2	5,0±0,0
25	28,0±2,1	3,3±0,6
30	8,5±1,4	2,3±0,6

Термін розвитку *P. Quatuordecimpunctata* від яйця до стадії лялечки з підвищенням температури понижувався (табл. 2).

Таблиця 2

Розвиток личинок P. Quatuordecimpunctata за різних температур

Температура, °С	Кількість личинок, що заляльковались, %	Розвиток від стадії яйця до стадії лялечки, діб
15	32,6±2,1	36,7±1,2
20	44,0±3,5	18,7±0,6
25	68,2±3,0	7,7±0,6
30	60,1±2,4	7,5±1,1

За найнижчої (15 °С) температури строк розвитку личинок становив 36,7 доби, за найвищої (30 °С) – 7,5 доби. Найвища виживаність у ювенальній стадії спостерігалась у варіанті, де підтримувалася температура 25 °С. Найменше комах досягли стадії лялечки за температури 15 °С.

Найдовший термін розвитку лялечок *P. Quatuordecimpunctata* спостерігався за температури 15 °С і становив 19 діб проти 4,3 доби за температури 30 °С (рис. 1).

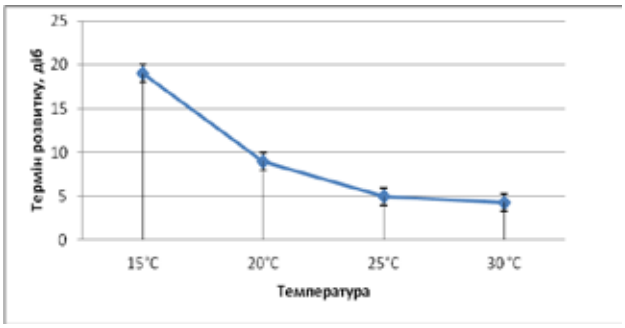


Рис. 1. Залежність розвитку лялечок P. Quatuordecimpunctata від температури

Найбільше імаго відродилося з лялечок, що розвивалися за температури 25 °С, – 80,0%.

Найкращий розвиток личинок та лялечок *P. Quatuordecimpunctata* спостерігався у варіанті, де як наповнювач ємностей, в яких утримували комах, була використана різана солома. Вихід імаго порівняно з початковою кількістю личинок становив 58,3%. Майже на 10% менше особин досягли стадії імаго у разі використання як субстрату різаного паперу. І найнижчий результат (44,6%) спостерігався у разі використання пінопластових кульок.

Найбільша кількість імаго *P. Quatuordecimpunctata* (24 шт.) відродилася за максимальної початкової кількості личинок (50 шт.), а найменша (8,7) **– за** мінімальної (10 шт). Як і очікувалося, зі зменшенням початкової кількості личинок *P. Quatuordecimpunctata* збільшувалася виживаність. Але за щільності 10 та 20 личинок на ємність цей показник суттєво не відрізнявся (рис. 2).

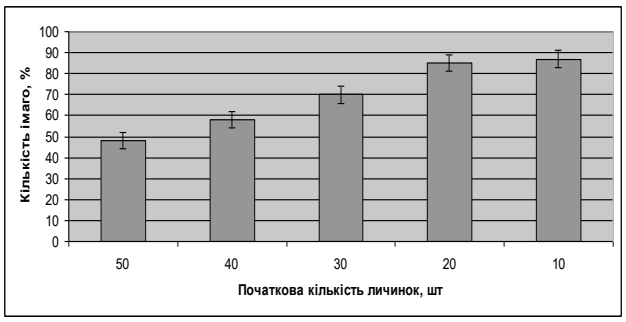


Рис. 2. Відсоток відродження імаго щодо початкової кількості личинок

Вже за кількості 20 личинок їх смертність наближується до мінімальної.

Максимальна кількість відроджених імаго *P. Quatuordecimpunctata* припадає на діапазон початкової кількості личинок 20–50 шт. Кількість імаго становить 17–24 шт.

У результаті досліджень під час порівняння кількості відроджених імаго та відсотку їх відродження щодо початкової кількості личинок визначено, що оптимальна початкова кількість комах у ювенальній стадії **–** 20**–**30 особин на об'єм 0,22 л.

Висновки

Встановлені строки розвитку кокцинелід у преімагінальний період. На всіх стадіях розвитку із підвищенням температури термін розвитку комах знижується. Максимальна виживаність яєць пропілеї чотирнадцятикрапкової спостерігається за температури 20 °С, личинок та лялечок – за температури 25 °С.

Визначено оптимальний субстрат для розведення личинок. Найкращий розвиток личинок та лялечок *P. Quatuordecimpunctata* спостерігався у варіанті, де як наповнювач ємностей, в яких утримували комах, була використана різана солома.

Оптимальна щільність утримування личинок становить 20–30 особин на 0,22 мл.

Результати наших досліджень неостаточні, оскільки крок температур між варіантами у 5 °С досить великий, що не дає можливості визначити оптимальний температурний режим. Крім того, не визначалися подальші біологічні якості комах після проведення дослідів. Тому робота в цьому напрямі потребує продовження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бокина И.Г. Кокцинеллиды (*Coleoptera, Coccinellidae*) в агроценозе зерновых культур в Западной Сибири. Достижения энтомологии на службе агропромышленного комплекса, лесного хозяйства и медицины: Тез. докл. XIII съезда РЭО (Краснодар, 9–15 сентября 2007 г.). Краснодар, 2007. С. 35.
2. Бокина И.Г. Эффективность энтомофагов в снижении численности злаковых тлей в Западной Сибири.Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Казахстана, Сибири и Монголии: Тр. XII Международной науч.-практич. конф. (Шымкент, 16–17 апреля 2009 г.). Алматы: Изд. «Бастау». Т. 1. С. 314–315
3. Семьянов В.П. Разведения, длительное хранение и применение тропических видов кокцинеллид для борьбы с тлями в теплицах. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 29 с.
4. Тамарина Н.А. Основы технической энтомологии М. Изд-во МГУ. 1990. 204 с.
5. Попов Н.А., Белоусов Ю.В. Методические указания по разведению и применению хищной галлицы афидимизы. Кишинев: Типография ГВЦ Госкомстата МССР. 1989. 34 с.
6. Молчанова О.Д., Баркар В.П., Ольшевська Л.В. Розведення кокцинелід в штучних умовах. Тези доповідей IX з'їзду Українського ентомологічного товариства. (м. Харків, 20–23 серпня 2018 р.). Харків, 2018. С. 80–81.
7. Молчанова О.Д, Баркар В.П. Створення лабораторних культур кокцинелід. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції з нагоди 100-річчя Національної академії аграрних наук України. Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи. Одеса 2018. С. 241–245.
8. Papanikolaou N.E., Milonas P.G., Kontodimas D.C., Demiris N., Matsinos Y.G. Life table analysis of *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) at constant temperatures.Annals of the entomological society of America. 2014. Vol. 107, No. 1. PP. 158–162.
9. Papanikolaou N.E., Milonas P.G., Kontodimas D.C., Demiris N., Matsinos Y.G. Temperature-Dependent Development, Survival, Longevity, and Fecundityof *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). Annals of the Entomological Society of America. 2013.106(2). P. 228–234.
10. Тюмасева З.И. Кокцинеллиды Урала и сопредельных территорий. Монография Челябинск. Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та 2013. 248 с.
11. Hämäläinen M., Markkula M. Cool storage of Coccinella septempunctata and Adalia bipunctata (Col., Coccinellidae) eggs for use in the biological control in greenhouses. Annales agriculturae fenniae. Helsinki. 1977. V. 16. P. 132–136.
12. Miller J. C. A Comparison of Techniques for Laboratory Propagation of South American Ladybeetle, *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). Biological control. 1995. 5. P. 462–465.
13. Katsarou I., Margaritopoulos J. T., Tsitsipis J. A., Perdikis D.Ch., Zarpas K. D. Effect of temperature on development, growth and feeding of *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia convergens* reared on the tobacco aphid, *Myzus persicae nicotianae*. BioControl. 2005. 50. P. 565–588.
14. Белякова Н.А. Контроль качества энтомофагов на биотехнологических производствах. Международная научно-практическая конференция «Современные технологии и средства защиты растений – платформа для инновационного освоения в АПК России» 8–12 октября 2018 г. Сборник материалов. Санкт-Петербург – Пушкин 2018. С. 26–27.

REFERENCES:

1. Bokina I.G. (2007). Kokczinellidy (Coleoptera, Coccinellidae) v agroczenoze zernovykh kultur v Zapadnoj Sibiri. [Coccinellids (Coleoptera, Coccinellidae) in the agrocenosis of grain crops in Western Siberia]. Achievements of entomology in the service of the agro-industrial complex, forestry and medicine: Abstracts. report XIII Congress of the REO (Krasnodar, September 9–15, 2007). Krasnodar. p. 35. [in Russian].
2. Bokina I.G. (2009). Effektivnost entomofagov v snizhenii chislennosti zlakovyh tlej v Zapadnoj Sibiri. [The effectiveness of entomophages in reducing the number of cereal aphids in Western Siberia]. Agricultural science to agricultural production in Kazakhstan, Siberia and Mongolia: XII International scientific and practical conf. (Shymkent, April 16–17, 2009). Almaty: Ed. "Bastau". V. 1. pp. 314–315. [in Russian].
3. Semianov V.P. (2006) Razvedeniye. dlitelnoye khraneniye i primeneniye tropicheskikh vidov koktsinellid dlya borby s tlyami v teplitsakh. [Breeding, long-term storage and use of tropical species of coccinellids for control of aphids in greenhouses]. M. Partnership of scientific publications KMK. 29 p. [in Russian].
4. Tamarina N.A. (1990) Osnovy` tekhnicheskoj e`ntomologii. [Fundamentals of technical entomology] M. Publishing house of Moscow State University. 204 p. [in Russian].
5. Popov N.A. Belousov Yu.V. (1989). Metodicheskiye ukazaniya po razvedeniyu i primeneniyu khishchnoy gallitsy afidimizy. [Methodical instructions for the cultivation and use of the predatory gall midge aphidimiza]. Chisinau: Printing house of the Main Computer Center of the State Statistics Committee of the MSSR. 34 p. [in Russian].

6. Molchanova O.D., Barkar V.P., Ol'shevs'ka L.V. (2018) Rozvedennya kokcinelid v shtuchnih umovah. [Breeding coccinellids under artificial conditions].The abstracts of the IX Congress of the Ukrainian Entomological Society. (22–25 August 2018, Kharkov). Kharkov. pp 80–81. [in Ukrainian].
7. Molchanova O.D, Barkar V.P. (2018). Stvorennia laboratornykh kultur koktsynelid [Creation of laboratory cultures of coccinellids]. Proceedings of the international scientific-practical conference on the occasion of the 100th anniversary of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. Biological method of plant protection: achievements and prospects. Odessa 2018. pp. 241–245. [in Ukrainian].
8. Papanikolaou N.E., Milonas P.G., Kontodimas D.C., Demiris N., Matsinos Y.G. (2014). Life table analysi of *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) at constant temperatures.Annals of the entomological society of America. Vol. 107, No. 1 PP. 158–162.
9. Papanikolaou N.E., Milonas P.G., Kontodimas D.C., Demiris N., Matsinos Y.G. (2013). Temperature-Dependent Development, Survival, Longevity, and Fecundityof *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). Annals of the Entomological Society of America. 106(2). pp. 228–234.
10. Tyumaseva Z.I. (2013) Kokcinellidy Urala i sopredel'nyh terrytoryi. [Coccinellides of the Urals and adjacent territories]. Chelyabinsk: Publishing house of South Ural State Humanitarian Pedagogical University. 248 p. [in Russian].
11. Hämäläinen M., Markkula M. Cool storage of Coccinella septempunctata and Adalia bipunctata (Col., Coccinellidae) eggs for use in the biological control in greenhouses. Annales agriculturae fenniae. Helsinki. 1977. V. 16. pp. 132–136.
12. Miller J.C. A Comparison of Techniques for Laboratory Propagation of South American Ladybeetle, *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). Biological control. 1995. 5. pp. 462–465.
13. Katsarou I., Margaritopoulos J. T., Tsitsipis J. A., Perdikis D.Ch., Zarpas K. D. Effect of temperature on development, growth and feeding of *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia convergens* reared on the tobacco aphid, *Myzus persicae nicotianae*. BioControl. 2005. 50. pp. 565–588.
14. Belyakova N.A. Kontrol kachestva entomofagov na biotekhnologicheskikh proizvodstvakh. [Quality control of entomophages in biotechnological industries]. International scientific and practical conference "Modern technologies and plant protection products – a platform for innovative development in the agricultural sector of Russia" October 8–12, 2018 collection of materials. St. Petersburg – Pushkin 2018. pp. 26–27. [in Russian]

Баркар В.П., Молчанова О.Д., Трібунцова О.Б., Гурінчик В. Д., Лубяна Л.М. Вплив абіотичних умов вирощування на розвиток Propylea Quatuordecimpunctata як агенту біологічного захисту рослин

Мета. Метою досліджень було визначення впливу абіотичних факторів на розвиток *Propylea quatuordecimpunctata* в умовах техноценозу.

Методи. Впродовж розвитку представники виду *P. quatuordecimpunctata* утримувалися за різних температур. Визначалися строки розвитку яєць, личинок, лялечок та їхня виживаність.

Також визначався оптимальний субстрат та оптимальна щільність для вирощування кокцинелід у ювенальній стадії.

Результати. Найбільший вихід личинок *P. Quatuordecimpunctata* з яєць відбувався за температури 20 °С та становив 72%. Найнижча відроджуваність личинок спостерігалася за температури 30 °С. Найвища виживаність у ювенальній стадії спостерігалась у варіанті, де підтримувалася температура 25 °С. Залялькувалися 68,2% личинок. Найменше комах досягли стадії лялечки за температури 15 °С – 32,6%. Найбільше імаго відродилося з лялечок, що розвивались за температури 25 °С, – 80%. Найкращий розвиток личинок та лялечок *P. Quatuordecimpunctata* спостерігався у варіанті, де як наповнювач ємностей, в яких утримували комах, була використана різана солома. Вихід імаго порівняно з початковою кількістю личинок становив 58,3%. Найнижчий результат (44,6%) спостерігався під час використання пінопластових кульок. За щільності 10 та 20 личинок *P. Quatuordecimpunctata* на ємність виживаність суттєво не відрізнялася. Вже за кількості 20 личинок їх смертність наближається до мінімальної.

Висновки. Для інкубації яєць *P. Quatuordecimpunctata* найкращою визначена температура 20 °С, тоді як для розвитку личинок та лялечок оптимальною є температура 25 °С. Серед запропонованих варіантів найкращий розвиток личинок та лялечок *P. Quatuordecimpunctata* спостерігається у разі використання як наповнювача ємностей для утримування комах різаної соломи. У результаті досліджень під час порівняння кількості відроджених імаго та відсотку їх відродження щодо початкової кількості личинок визначено, що оптимальна початкова кількість комах в ювенальній стадії – 20–30 особин на об'єм 0,22 л.

Ключові слова: імаго, температури, кокцинеліди,субстрат, щільність утримування.

Barkar V.P., Molchanova O.D., Tribuntsova O.B., Hurinchyk V. D., Lubiana L.M. Influence of abiotic growing conditions on the development of Propylea Quatuordecimpunctata as an agent of biological plant protection

Purpose. The aim of the study was to determine the influence of abiotic factors on the development of *Propylea quatuordecimpunctata* in the technocenosis

Methods. During development, representatives of the species *P. quatuordecimpunctata* were kept at different temperatures. Terms of development of eggs, larvae, pupae, and their survival were determined.

The optimal substrate and optimal density for growing coccinellid in the juvenile stage were also determined.

Results. The highest hatching of P. Quatuordecimpunctata larvae from eggs took place at a temperature of 20 °C and was 72%. The lowest regeneration of larvae was observed at a temperature of 30 °C. The highest survival in the juvenile stage was observed in the variant where the temperature was maintained at 25 °C. 68.2% of larvae were hatched. The least insects reached the stage of pupae at a temperature of 15 °C – 32.6%. Most adults were born from pupae that grew at a temperature of 25 °C – 80%. The best development of larvae and pupae

of *P. quatuordecimpunctata* was observed in the variant where cut straw was used as a filler in containers in which insects were kept. The hatching of adults compared to the initial number of larvae was 58.3%. The lowest result of 44.6% was observed when using foam balls. At a density of 10 and 20 larvae of *P. quatuordecimpunctata*, survival did not differ significantly in capacity. Even with 20 larvae, their mortality is approaching the minimum.

Conclusions. For incubation of *P. quatuordecimpunctata* eggs, a temperature of 20 °C is best, while a temperature of 25 °C is optimal for the development of larvae and pupae. Among the proposed options, the best development of larvae and pupae of *P. Quatuordecimpunctata* is observed when used as a filler in containers for keeping insects cut straw. As a result of studies comparing the number of revived adults and the percentage of their rebirth in relation to the initial number of larvae, it was determined that the optimal initial number of insects in the juvenile stage is 20–30 individuals with a volume of 0.22 liters.

Key words: imago, temperatures, coccinelides, substrate, retention density.

УДК 633.18:631.674.6:631.816.1
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.2

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА РИСУ В УМОВАХ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОЗ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

ВОРОНЮК З.С. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
https://orcid.org/0000-0002-3109-0702
Інститут рису Національної академії аграрних наук
ВОЖЕГОВ С.Г. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
https://orcid.org/0000-0003-0877-2593
Інститут рису Національної академії аграрних наук
ТКАЧ М.С. – PhD (Агрономія)
https://orcid.org/0000-0002-7497-6423
Інститут рису Національної академії аграрних наук
РОМЕНСЬКИЙ В.Ю. – науковий співробітник
https://orcid.org/0000-0002-1120-6376
Інститут рису Національної академії аграрних наук

Постановка проблеми. Рис (*Oryza sativa* L.) є одним із найпоширеніших представників родини злакових у світовій культурі землеробства. Крупа цього злаку – основний продукт харчування більш як 3 млрд мешканців нашої планети. Рис вирощують у 118 країнах світу між 49^0 північної та 35^0 південної широти. Щорічно цією культурою засівається близько 160 млн. га, з яких отримують понад 740 млн т рису при середній урожайності зерна до 4,5 т/ га.

Обсяг споживання крупи рису в Україні становить 110–115 тис. т, що на 20–25% менше встановлених міжнародних норм у розрахунку на душу населення. У загальному обсязі споживання рисової крупи в країні лише третина припадає на продукцію вітчизняного виробництва. У перспективі, на фоні зростання національної економіки та наближення структури раціону харчування до міжнародних стандартів, попит на крупу рису має підвищитись на 20 тис. т щорічно [1].

Вирощування рису в умовах затоплення можливе лише на рисових зрошувальних системах (РЗС), площа яких в Україні, на нині становить 15 тис. га. Площа щорічних посівів рису не перевищує 11–13 тис. га, середня урожайність знаходиться в межах 5,0–5,5 т/га.

Скорочення вітчизняної пропозиції рису після анексії АР Крим і втрати 50% площ побудованих рисових зрошувальних систем змушує проводити пошук напрямів збільшення виробництва продукції цієї культури. Збільшення обсягу виробництва рису можливе за рахунок підвищення ефективності використання рисових зрошувальних систем або збільшення посівних площ культури. Діючі РЗС в Україні не дозволяють отримати значного підвищення урожайності рису, звідси виникає потреба у збільшенні посівних площ культури. Дослідження 30-х років XX століття підтверджують здатність рослин рису формувати врожай зерна на рівні 4,5–8,7 т/га, на більшій частині території України, від 46° до 50° північної широти [2]. Відмова від будівництва дороговартісних рисових зрошувальних систем можлива за впровадження контурних систем та вирощування рису як культури звичайного зрошення.

За рахунок ґрунтових, природно-кліматичних умов та водних ресурсів потенційні площі вирощування рису на півдні України становлять близько 255 тис. га, у тому числі в Херсонській області – 180 тис. га, Миколаївській – 35 тис. га, Одеській – 40 тис. га. За насичення рисом сівозмін не більше 50% валовий збір рису може сягати 850 тис. т, при цьому частка внутрішнього споживання буде становити 20 тис. т, а 600 тис. т може бути експортовано [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виробництво рису у всьому світі пов'язано зі споживанням непропорційно великої кількості прісної води. У глобальному масштабі на зрошуваний рис припадає приблизно 30% всього забору прісної води (Bouman et. al., 2007), що посилює проблему нестачі води у світі. Очікується, що до 2025 року 15 млн га зрошуваних рисових земель в Азії зазнають «фізичного» дефіциту води, а ще 22 млн га зазнають її «економічного» дефіциту (Tuongand and Bouman, 2003). Щоб запобігти нестачі води в майбутньому та забезпечити продовольчу безпеку людства, необхідні водозберігаючі альтернативи звичайному затопленому рису.

Однією із перспективних стратегій є вирощування «аеробного рису», який вирощується в незатоплюваних ґрунтових умовах із застосуванням різних систем звичайного зрошення (Boumanand and Tuong, 2001). Аеробний рис, за різними оцінками, може знизити загальне споживання води на 2751% і підвищити ефективність її використання на 32–88% (Bouman et. al., 2005).

Крім вищезазначеної проблеми, вирощування рису у світі в затоплюваних екосистемах створює низку інших проблем, здебільшого екологічного характеру:

– рисові поля є потужним джерелом надходження в атмосферу газу метану, який вважається в 25 разів активнішим агентом впливу на глобальні зміни клімату, ніж діоксид вуглецю;

– у затопленому ґрунті підвищена біодоступність миш'яку (As) спричиняє накопичення цього елементу в рисовій крупі;

– затоплення спричиняє процеси руйнації структури та заболочення ґрунту, підвищення його токсичності та зменшення доступності елементів живлення для рослин рису.

На думку Pinheiro BDS, Castro EDMD, Guimaraes C.M., 2006; Saito K., Linquist B., Atlin G. N., 2006; Wang H., Bouman BAM, Zhao D., Wang C., Moya PF, 2002, більшість із цих проблем можливо вирішити за рахунок широкого впровадження аеробного рису. Аеробний рис – це новий термін, який ввів Міжнародний Науково-дослідний інститут (IRRI), для вирощування високоврожайного рису в незатоплюваних умовах і навіть в не насиченому до 100% вологості ґрунті, зі збереженням його оптимальних водно-повітряних властивостей. Такі посіви ефективно використовують елементи живлення із застосованих добрив, пристосовані до існування в екосистемі за рахунок природних опадів або зрошення і добре витримують часткове затоплення внаслідок повені. Система була розроблена та прийнята фермерами більшості традиційних рисосійних регіонів світу.

Подальший розвиток система аеробного рису знайшла в дослідженнях із розроблення технологій вирощування культури в умовах краплинного зрошення в Індії, Китаї, Італії, Японії, Бразилії, США, Австралії та інших країнах. При цьому витрати зрошувальної води скорочуються до 3–7 тис. м^3/ га (Satyanarayan A., Thiyagarajan T. M., Uphoff N., 2007; Adusumilli N.R., 2014).

Переваги краплинного зрошення перед традиційними способами поливу (дощуванням, поверхневим поливом) відомі давно, і в цьому аспекті варто лише констатувати, що завдяки відповідності технологій краплинного зрошення двом взаємопов'язаним умовам сталого розвитку – високій економічній ефективності та екологічній безпеці, воно набуває широкого застосування для поливу сільськогосподарських культур. За оцінками фахівців, сьогодні у світі зрошують локальними способами поливу понад 10,2 млн га.

Вважається, що урожайність рису в умовах краплинного зрошення або іншого водозберігаючого режиму зрошення нижча, ніж в умовах затоплення, на 10–25%. Ключовою складовою частиною успіху аеробної рисової системи є вибір або створення відповідних сортів культури, розроблення систем забезпечення елементами живлення та контролю розвитку шкідливих об'єктів [6].

Таким чином, розроблення технології вирощування рису в умовах краплинного зрошення для України є досить актуальним завданням та перспективним напрямом розвитку галузі рисівництва.

Мета роботи – дослідження особливостей мінерального живлення рослин рису в умовах краплинного зрошення та розроблення ефективної системи мінерального живлення для сучасних сортів рису, яка б забезпечувала реалізацію їх продуктивного потенціалу та забезпечувала би формування високоякісного зерна за відсутності традиційних умов вирощування із затопленням ґрунту.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження виконувалися упродовж 2016–2019 рр. в ДП ДГ Інституту рису НААН. Дослід було розміщено на території системи краплинного зрошення площею 35 га та на автономному дослідному полігоні площею 4,0 га, в межах закритої зрошувальної системи, побудованої для дощувальних машин ДФ-120 «Дніпро». Водоподача у закриту зрошувальну систему здійснювалася за допомогою насосної станції, яка забезпечує тиск в закритій зрошувальній мережі 74 м та витрати води 560 м^3/год. Магістральні трубопроводи діаметром 6 дюймів та розподільчі – діаметром 6 дюймів та 4 дюйми, подають воду у краплинні стрічки, що укладені поверхнево. Проєктний тиск у магістральній мережі – 3 Атм. Для поливу рису використовувалася краплинна стрічка *Streamline* 16060, мінімальний тиск в емітері 0,4 бар, витрата емітера 0,8–1,1 л/год., відстань між емітерами 0,3 м. Краплинні стрічки розміщували через 0,7 м.

Клімат території помірно-континентальний. Середня тривалість безморозного періоду 224 дні. За роки досліджень максимальна температура повітря за період III декада квітня – III декада вересня коливалася від 20,0 °С до 39 °С; перепад максимальних значень температури повітря становив 11,0–16,8 °С; мінімальна температура повітря – 1,4–17,8 °С; середньодобова температура повітря – 10,5–18,5 °С, що відрізняється від середньої багаторічної на 0,3–5,7 °С; сума середньодобових температур повітря вище 10 °С становила 3231,4 – 3387,2 °С, що є задовільними умовами для росту і розвитку рослин рису. Метеорологічні спостереження, визначення вологості ґрунту на глибині 10 см, 20 см, 30 см проводилися щодня впродовж вегетаційного періоду рису за допомогою метеостанції I-Metos.

Джерело зрошення дослідної ділянки – Олександрівський магістральний канал. Зрошувальна вода відповідає I класу якості згідно з ДСТУ 2730:2015, ДСТУ 7591:2014.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлено темно-каштановими середньосуглинковими солонцюватими ґрунтами в комплексі з солонцями (30–50%), pH (водний) ґрунтового розчину у шарі 0–20 см – 6,38–7,57; вміст гумусу (за Тюріним) – 1,98%; рухомих форм фосфору (за Мачигіним) – 3,16–3,89 мг / 100 г ґрунту; обмінних форм калію (за Мачигіним) – 43,85–45,61 мг / 100 г ґрунту; азоту, що легко гідролізується (за Тюрінім-Кононовою) – 4,06–5,07 мг / 100 г ґрунту. Тобто ґрунт за відповідними ДСТУ характеризується досить високим рівнем родючості та забезпеченості основними елементами живлення.

Як предмет досліджень було використано три сорти рису селекції Інституту рису НААН: Лазуріт – підвид *japonica,* ранньостиглий (110–115 діб), зернівка подовженої форми, широка (індекс не облущеного зерна 2,8–2,9); Консул – підвид *japonica*, середньостиглий (120–125 діб), зернівка округлої форми (індекс зерна 2,5–2,6). Маршал – підвид *indica*, середньостиглий (125–130 діб), довгозерний (індекс зерна 4,3–4,5). Всі сорти мають білу зернівку амілозного типу.

Обробіток ґрунту включав осінню оранку на глибину 20–22 см, вирівнювання довгобазовим планувальником навесні та передпосівну культивацію. Добрива вносили перед сівбою рису у вигляді сульфату амонію або карбаміду та сульфоамофосу; для вегетаційного підживлення способом фертигації використовували карбамід.

Після сівби рису і отримання повних сходів підтримували постійну вологість ґрунту. Вегетаційні поливи розпочинали відразу після сівби, проводили щоденно

(з перервою під час продуктивних опадів), вологість ґрунту контролювали за допомогою тензіометрів. Вологість шару ґрунту 0–30 см підтримували на рівні 90–100% НВ. Зрошувана норма за роки досліджень варіювала в межах 10–12 тис. м^3.

Результати досліджень. Уже в перший рік проведення досліджень було встановлено, що рис в умовах краплинного зрошення може реалізувати свій генетичний потенціал продуктивності на високому рівні, окремі сорти при цьому формували вищу врожайність зерна порівняно із традиційними умовами вирощування (табл. 1). У перший рік досліджень, коли посіви рису з використанням краплинного зрошення розміщували по незрошуваному попереднику – льону олійному, найбільший врожай зерна рису формувався на досить низькому фоні удобрення – $N_{50+30}P_{40}$.

Оптимізація умов мінерального живлення сприяла покращенню технологічних властивостей зерна рису. Так, під час переробки зерна рису, вирощеного в умовах затоплення, максимальний вихід крупи в середньому за три роки досліджень становив 6,9% у сорту Лазуріт, 73,4% у сорту Консул та 72,5% у сорту Маршал. Максимальний вихід цілого ядра на найбільш сприятливих фонах живлення становив 78,7%; 94,0% та 92,8% відповідно за сортами. Загальний вихід крупи під час переробки зерна рису, вирощеного за умов краплинного зрошення, зростав на 1,1% у сорту Лазуріт, на 3,9% у сорту Консул та на 4,3% у сорту Маршал. Вихід цілого ядра в загальній масі крупи підвищувався на 8,2% та 1,7% відповідно у рису сортів Лазуріт і Маршал (табл. 2).

Як було встановлено, покращення технологічних властивостей тісно пов'язано зі змінами в біохімічному складі зернівок. Для проведення аналізу зразки зерна рису було відібрано на варіантах, де вносили мінеральні добрива загальною нормою $N_{100+40}P_{40}$. Вміст білка в зерні та крупі рису визначали згідно з ДСТУ 10846-91.

За результатами аналізів встановлено, що в умовах краплинного зрошення, за рахунок оптимізації азотного живлення за фазами вегетації, зростав уміст білка на 2,1–2,38% в необрушеному зерні та на 2,09–2,25% у готовій шліфованій крупі (табл. 3).

Підвищений вміст білка, як відомо, придає твердість ендосперму та підвищує його опір під час переробки,

Таблиця 1

Урожайність рису залежно від доз мінерального живлення в умовах краплинного зрошення, т/га

Сорт рису (А)	Дози удобрення (В)		Роки досліджень			Середнє (В)
			2017	2018	2019	
Лазуріт	$N_{50+30}P_{40}$		7,72	5,86	5,20	6,26
	$N_{75+30}P_{40}$		7,19	6,34	5,61	6,38
	$N_{100+30}P_{40}$		7,31	6,72	6,63	6,89
Консул	$N_{50+30}P_{40}$		10,15	6,59	6,07	7,61
	$N_{75+30}P_{40}$		8,71	7,29	6,62	7,54
	$N_{100+30}P_{40}$		8,52	7,68	7,20	7,80
Маршал	$N_{50+30}P_{40}$		10,20	6,46	5,83	7,50
	$N_{75+30}P_{40}$		9,84	7,07	6,57	7,83
	$N_{100+30}P_{40}$		9,89	7,42	7,03	8,11
$НІР_{05}$ (*для часткових відмінностей*)		А	0,78	0,22	0,20	
		В	0,47	0,21	0,21	
$НІР_{05}$ (*для середніх (головних) ефектів*)		А	0,45	0,13	0,12	
		В	0,27	0,12	0,12	
Частка впливу факторів,%		А	77,6	42,8	28,6	
		В	9,2	47,6	59,5	

Таблиця 2

Фізичні показники якості та технологічні властивості зерна рису залежно від фону удобрення на краплинному зрошенні (середнє 2017–2019 рр.)

Сорт рису	Фон мінеральногоудобрення	Маса 1000 зерен, г	Плівчастість,%	Загальний вихід крупи, %	Вихід цілого ядра, %
Лазуріт	$N_{50+30}P_{40}$	24,8	25,4	69,7	80,9
	$N_{75+30}P_{40}$	23,5	24,4	***70,5***	***86,9***
	$N_{100+30}P_{40}$	22,5	23,8	69,9	82,7
Консул	$N_{50+30}P_{40}$	25,6	17,9	75,5	94,2
	$N_{75+30}P_{40}$	24,4	17,6	***77,3***	***94,0***
	$N_{100+30}P_{40}$	24,4	18,0	76,3	92,5
Маршал	$N_{50+30}P_{40}$	25,1	18,1	75,9	90,2
	$N_{75+30}P_{40}$	25,1	18,5	76,7	92,4
	$N_{100+30}P_{40}$	25,0	18,6	***76,8***	***94,5***

Таблиця 3

Вміст білка у необрушеному зерні рису та в крупі залежно від умов вирощування культури, %

Спосіб зрошення рису (А)	Сорт рису (В)			Середнє по фактору А
	Лазуріт	Консул	Маршал	
Рис необлущений (зерно)				
затоплення	8,93	6,52	6,04	7,16
краплинне	11,03	8,90	8,41	9,45
Крупа рису шліфована				
затоплення	6,67	5,07	4,97	5,57
краплинне	8,92	7,16	7,7	7,93

Таблиця 4

Вміст миш'яку (As) в зерні рису та крупі залежно від умов вирощування культури, мкг/кг

Сорт рису	Дози мінеральних добрив	Спосіб зрошення	Вміст миш'яку $X \pm S_x$
Зерно рису			
Віконт	$N_{120}P_{40}$	затоплення	393,5±1,4
		краплинне	106,5±9,0
	$N_{180}P_{40}$	затоплення	310,2±8,1
		краплинне	76,0±12,7
Консул	$N_{180}P_{40}$	затоплення	271,3±7,3
		краплинне	87,2±10,7
Крупа рису			
Віконт	$N_{180}P_{40}$	затоплення	221,8±4,9
		краплинне	23,6±4,2

що сприяє покращенню технологічних властивостей зерна та підвищує його поживну цінність.

Відомо, що в умовах затоплення підвищена біологічна доступність миш'яку є основною причиною накопичення цього токсичного елемента в зерні рису (Fitz W.J. and Wenzel W.W., 2008).

Згідно з даними наших досліджень було встановлено, що за краплинного зрошення вміст миш'яку в зерні рису сортів Віконт та Консул зменшувався більш ніж у три рази порівняно із затоплюваним рисом (табл. 4).

У крупі рису, вирощеного в екосистемі краплинного зрошення, токсичного елементу визначалося майже в 10 разів менше порівняно із рисом, вирощеним у затоплених умовах за традиційною технологією. Таким чином, впровадження технології вирощування рису на краплинному зрошенні дає можливість отримувати екологічно безпечну продукцію з підвищеними поживними якостями.

Але при всіх позитивних результатах проведених досліджень було виявлено певні негативні моменти. Використання дільниці під краплинне зрошення рису (2018–2019 рр.) після таких попередників, як кукурудза та соя, зрошення яких здійснювалося цим же способом, з роками потребувало збільшення витрат на мінеральні добрива для отримання врожаю. Так, якщо на початку досліджень більша частка впливу на рівень урожаю зерна в загальній дії факторів – 77,6% – припадала на сортові (генетичні) особливості культури, тоді як частка впливу фону мінерального живлення не перевищувала 9,2%. З роками це співвідношення змінювалося, збільшення врожайності можна було досягнути лише за внесення підвищених доз мінеральних добрив. При цьому урожайність рису загалом зменшувалася на 14,1–31,1% на дільниці, де краплинне зрошення використовували 5 років, порівняно із дільницею, де рис на зрошенні висівали вперше (рис. 1).

Аналіз отриманих результатів показав, що в середньому за три роки досліджень вирощування рису сорту Лазуріт в умовах краплинного зрошення було збитковим. Рівень рентабельності вирощування та переробки зерна рису сортів Консул і Маршал в середньому за роки досліджень становив 22,1–33,2%. Кращі результати отримано на варіанті, де вносили високі норми мінеральних добрив, зокрема азотних.

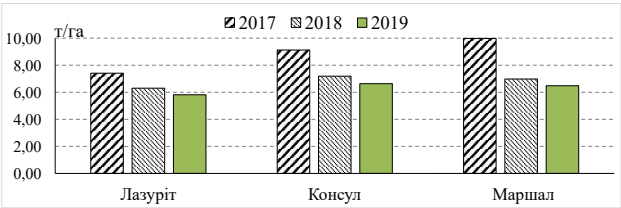


Рис. 1. Середній рівень урожайності зерна рису трьох сортів в умовах краплинного зрошення за роками досліджень

За роками досліджень спостерігалася негативна динаміка показників економічної ефективності, у прямій залежності від зменшення продуктивності культури за зростання виробничих витрат (рис. 2). Вирощування рису в умовах краплинного зрошення найбільш пристосованих сортів – Маршал та Консул – мало хоча й не високий, але позитивний економічний ефект.

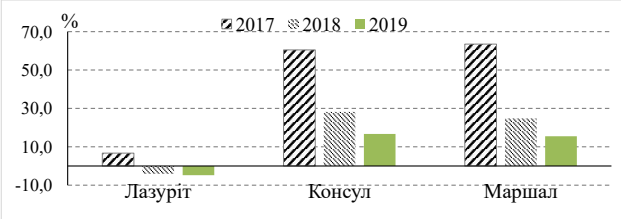


Рис. 2. Рівень рентабельності вирощування сучасних сортів рису з урахуванням фактичної врожайності зерна та його технологічних властивостей в умовах краплинного зрошення

Детальний аналіз причин зниження врожаю дає змогу припустити, що причини криються в такому:

– недосконала система захисту від бур'янів (шар води в умовах рисових зрошувальних умов є стримуючим фактором проростання та сходів бур'янів роду *Echinochloa*). Багаторазове застосування гербіцидів не гарантує високої ефективності, водночас проявляється певна фітотоксичність щодо рослин рису. Виникає необхідність створення сортів із підвищеною конкурентоздатністю щодо бур'янів, особливо на початкових етапах росту і розвитку рослин рису;

– погіршення агромеліоративних умов дослідної дільниці на певних етапах її використання потребує досліджень із добору та створення сортів рису, стійких до підвищеної концентрації солей в кореневмісному шарі ґрунту [5];

– відсутність сортів рису, які б ефективно реагували на аеробні ґрунтові умови і мали б генетично змодельовані певний рівень посухостійкості та здатність використовувати елементи живлення з незатопленого ґрунту [6];

– відсутність системи знань з ефективної системи спеціалізованих рисових сівозмін в умовах краплинного зрошення.

Висновки. Впровадження технології вирощування рису на краплинному зрошенні – це реальна можливість збільшити площі посіву рису в Україні, підвищити обсяги власного виробництва продукції рисівництва та зменшити імпортозалежність. Встановлено, що за вирощування на краплинному зрошенні рису можливе отримання високого рівня врожаю за суттєвого зменшення виробничих витрат:

– економія води для зрошення з 24–25 тис. м^3/га до 10–12 тис. м^3/га;

– зменшення норми висіву в два рази та витрат на дороговартісний посівний матеріал за рахунок високої польової схожості насіння;

– зменшення доз мінеральних добрив, зокрема азотних, за рахунок відсутності промивного водного режиму та непродуктивних втрат елементів живлення, а також можливості регулярних підживлень способом фертигації в найбільш чутливі фази росту та розвитку і підвищення за рахунок цього коефіцієнтів їх засвоєння рослинами рису.

Встановлено, що оптимізація умов мінерального живлення рослин рису за краплинного зрошення сприяла покращенню якості зерна рису – як технологічних властивостей, так і біохімічного складу:

– загальний вихід крупи під час переробки зерна рису зростав на 1,1% у сорту Лазуріт, на 3,9% у сорту Консул та на 4,3% у сорту Маршал. Вихід цілого ядра в загальній масі крупи підвищувався на 8,2% та 1,7% відповідно у рису сортів Лазуріт і Маршал;

– зростав уміст білка на 2,1–2,38% в необрушеному зерні рису та на 2,09–2,25% у готовій шліфованій крупі, що позитивно впливає на поживні якості продукції;

– вміст миш'яку в зерні рису сортів Віконт та Консул зменшувався більш ніж у три рази, а у шліфованій крупі майже в 10 разів порівняно із затоплюваним рисом, що дозволяє підвищити статус екологічної безпечності продукції рисівництва

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дудченко В.В. Державне законодавче регулювання рисового виробництва та його наукове забезпечення в Україні / ред. В.А. Вергунова. Херсон: Айлант, 2015. 60 с.
2. Технологія вирощування рису з врахуванням вимог охорони навколишнього середовища в господарствах України / Дудченко В.В. та ін. Херсон: вид-во «Наддніпряночка», 2008. 71 с.
3. Технологія вирощування рису на краплинному зрошенні в Україні / В.В. Дудченко та ін. Херсон: Грінь Д.С., 2016. 32 с.
4. Adusumilli N.R. Drip irrigation system for higher resources use efficient rice production with reduced global warming potential – a review. 4th International Rice Congress 27 Oct. 1 Nov. Bangkok, Thailand. 2014.
5. Bennett J., Khush G.S. A strategy for enhancing salt tolerance in crops through molecular breeding. *J. Crop Prod.* 2002. № 7. (In press.)
6. Bouman B.A.M., Hengsdijk H., Hardy B., Bindraban P.S., Tuong T.P., Ladha J.K. Water-wise rice production. Proceedings of the International Workshop on Water-wise Rice Production, 8–11 April 2002, Los Banos, Philippines. Los Banos (Philippines): International Rice Research Institute. 356 p.
7. Bouman B.A.M., Humphreys E., Tuong T. P., Barker R. Rice and water. *Adv. Argon.* 2007; 92:187–237. doi: 10.1016/S0065-2113(04)92004-4.
8. Bouman B.A.M., Peng S., Castaneda A., Visperas R.M. Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice systems. *Agric. Water Manage*. 2005; 74:87–105. doi: 10.1016/j.agwat.2004.11.007.
9. Bouman B.A.M., Tuong T.P. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated rice. *Agric. Water Manage,* 2001; 49:11–30. doi: 10.1016/S0378-3774(00)00128-1.
10. Bozkurt Çolak Y. Comparison of aerobic rice cultivation using drip systems with conventional flooding. *The Journal of Agricultural Science*, 2021; 11.1017/S0021859621000824, (1–13).
11. Fitz W.J., Wenzel W.W. Arsenic transformation in the soil-rhizosphere-plant system: fundamentals and potential application to phytoremediation. *J. Biotechnol.* 2002; 99: 259–278.
12. Pinheiro B.D.S., Castro E.D. M.D., Guimaraes C.M. Sustainability and profitability of aerobic rice production in Brazil. *Field Crops Res*, 2006; 97:34–42. doi: 10.1016/j.fcr.2005.08.013.

13. Saito K., Linquist B., Atlin G.N. Response of traditional and improved rice cultivars to N and P fertilizer in northern Laos. *Field Crops Res*, 2006; 96:216–223. doi: 10.1016/j.fcr.2005.07.003.
14. Satyanarayan A., Thiyagarajan T.M., Uphoff N. Opportunities for water saving with higher yield from the system of rice intensification. *Irrigation Science*, 2007. № 25. pp. 99–115.
15. Tuong T.P., Bouman B.A.M. Rice production in water-scarce environments, In: Proc. Water Productivity Workshop, 12–14 November 2001, Colombo, Sri Lanka. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, 2003.

REFERENCES:

1. Dudchenko, V.V. (2015). *Derzhavne zakonodavche regulyuvannya risovogo virobnictva ta jogo naukove zabezpechennya v Ukraini [State legislative regulation of rice production and its scientific support in Ukraine].* Kherson: Ajlant [in Ukrainian].
2. Dudchenko, V.V. et al. (2008). *Tekhnologiya viroshchuvannya risu z vrahuvannyam vimog ohoroni navkolishn'ogo seredovishcha v gospodarstvah Ukraïni [Technology of rice cultivation taking into account the requirements of environmental protection in the farms of Ukraine].* Kherson: vid-vo «Naddnipryanochka» [in Ukrainian].
3. Dudchenko, V.V., Kornberher, V.H., & Marushchak, H.M. et al. (2016). *Tekhnolohiia vyroshchuvannia rysu na kraplynnomu zroshenni v Ukraini [Technology of rice cultivation on drip irrigation in Ukraine].* Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].
4. Adusumilli, N.R. (2014). Drip irrigation system for higher resources use efficient rice production with reduced global warming potential – a review.4th International Rice Congress 27 Oct. 1 Nov. Bangkok, Thailand
5. Bennett, J., & Khush, G.S. (2002). A strategy for enhancing salt tolerance in crop through molecular breeding. *J. Crop Prod*. №7. (Inpress.)
6. Bouman B.A.M., Hengsdijk H., Hardy B., Bindraban P.S., Tuong T.P., & Ladha J.K. (Eds). Water-wiser rice production. Proceedings of the International Workshop on Water-wise Rice Production, 8–11 April 2002, Los Banos, Philippines. Los Banos (Philippines): International Rice Research Institute. pp. 356.
7. Bouman, B.A.M., Humphreys, E., Tuong, T.P., & Barker, R. (2007). Rice and water. Adv. Argon, 92, 187–237. doi:10.1016/S0065-2113(04)92004-4
8. Bouman, B.A.M., Peng, S., Castaneda, A., & Visperas, R.M. (2005). Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice systems. Agric. Water Manage, 74, 87–105. doi: 10.1016/j.agwat.2004.11.007
9. Bouman, B.A.M., & Tuong, T.P. (2001). Field water management to save water and increase its productivity in irrigated rice. Agric. Water Manage, 49, 11–30. doi:10.1016/S0378-3774(00)00128-1
10. Bozkurt, Çolak Y. (2021). Comparis on of aerobic rice cultivation using drip systems with conventional flooding. The Journal of Agricultural Science, 1017/S0021859621000824, pp. 1–13
11. Fitz, W.J., & Wenzel, W.W. (2002). Arsenic transformation in the soil-rhizosphere-plant system: fundamentals and potential application to phytoremediation. J. Biotechnol, 99, 259–278
12. Pinheiro, B.D.S., Castro, E.D.M.D., & Guimaraes, C.M. (2006). Sustainability and profitability of aerobic rice production in Brazil. Field Crops Res, 97, 34–42. doi: 10.1016/j.fcr.2005.08.013
13. Saito, K., Linquist, B., & Atlin, G.N. (2006). Response of traditional and improved rice cultivars to N and P fertilizer in northern Laos. Field Crops Res, 96, 216–223. doi: 10.1016/j.fcr.2005.07.003
14. Satyanarayan, A., Thiyagarajan, T.M., & Uphoff, N. (2007). Opportunities for water saving with higher yield from the system of rice intensification. Irrigation Science, № 25, 99–115.
15. Tuong, T.P., & Bouman, B.A.M. (2003). Rice production in water-scarce environments, In: Proc. Water Productivity Workshop, 12–14 November 2001, Colombo, Sri Lanka. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka

Воронюк З.С., Вожегов С.Г., Ткач М.С., Роменський В.Ю. Урожайність та якість зерна рису в умовах краплинного зрошення залежно від доз мінеральних добрив

Одним із напрямів розвитку галузі рисівництва в Україні є впровадження технологій вирощування культури поза межами рисових зрошувальних систем із використанням можливостей краплинного зрошення. **Мета роботи –** дослідження особливостей мінерального живлення рослин рису в умовах краплинного зрошення та розроблення ефективної системи мінерального живлення для сучасних сортів рису, яка б забезпечувала реалізацію їх продуктивного потенціалу та забезпечувала би формування високоякісного зерна. **Методи.** Польові дослідження виконувалися упродовж 2016–2019 рр. в ДП ДГ Інституту рису НААН на полігоні краплинного зрошення. Застосовані методи – польовий із супутніми спостереженнями і аналізами, лабораторний, математично-статистичний та теоретично-узагальнюючій. **Результати.** Урожайність трьох сортів рису, що вивчалися у досліді, варіювала в досить широких межах від 5,2 т/га у 2019 році у сорту Лазуріт до 10,2 т/га у сортів Консул і Маршал у 20017 році. У середньому за три роки досліджень максимальну урожайність зерна – 6,89 т/га у сорту Лазуріт; 7,80 т/га у сорту Консул та 8,11 т/га у сорту Маршал – отримано при внесенні 100 кг/га азоту, 40 кг/га фосфору перед сівбою та 30 кг/га азоту за діючою речовиною у підживлення способом фертигації. При цьому у всіх сортів рису покращувалися технологічні властивості – вихід крупи збільшувався на 1,1–4,3%, а вихід цілого ядра на 1,7–8,2%. Покращення умов азотного живлення сприяло підвищенню вмісту білка в зерні на 2,1–2,4%. Вміст миш'яку в зерні рису зменшувався більш ніж у три рази, порівняно із затоплюваним рисом, що дозволяє підвищити статус екологічної безпечності продукції рисівництва. **Висновки.** В умовах краплинного зрошення, за створення сприятливих умов росту і розвитку, зокрема застосування ефективної системи живлення, рис реалізує свій потенціал продуктивності на досить високому рівні. Найбільш пристосованими до умов вирощування без постійного затоплення є середньостиглі сорти рису Консул і Маршал.

Ключові слова: зрошення, рис, сорт, добрива, ефективність, технологічні властивості, біохімічний склад.

Voronyuk Z.S., Vozhehov S.G., Tkach M.S., Romensky V.Yu. Yield and quality of rice grain in the conditions of drip irrigation depending on doses of mineral fertilizers

One of the directions of the rice industry development in Ukraine is the introduction of technologies for growing crops outside the rice irrigation systems using the possibilities of drip irrigation. **The aim of the work** is to study the features of mineral nutrition of rice plants under drip irrigation and to develop an effective system of mineral nutrition for modern rice varieties, which would ensure the realization of their productive potential and ensure the formation of high quality grain. **Methods**. Field research was carried out during 2016–2019 in the SE of the Rice Institute of NAAS at the drip irrigation landfill. The applied methods are field with accompanying observations and analyzes, laboratory, mathematical-statistical and theoretical-generalizing. **Results.** Yields of three rice varieties studied in the experiment varied quite widely from 5.2 t / ha in 2019 in Lazurite variety 10.2 t / ha in the varieties Consul and Marshall in 2017. On average, for three years of research, the maximum grain yield is 6.89 t / ha in the Lazurite variety; 7.80 t / ha in the Consul variety and 8.11 t / ha in the Marshall variety were obtained by applying 100 kg / ha of nitrogen, 40 kg / ha of phosphorus before sowing and 30 kg / ha of nitrogen for the active substance in fertilization by fertigation. At the same time, all rice varieties improved their technological properties – the yield of cereals increased by 1.1–4.3%, and the yield of whole kernels by 1.7-8.2%. The improvement of nitrogen nutrition conditions helped to increase the protein content of grain by 2.1–2.4%. The arsenic content of rice grain decreased more than three times compared to flooded rice, which increases the environmental safety status of rice products. **Conclusions.** Under the conditions of drip irrigation, for the creation of favorable conditions for growth and development, in particular the use of an efficient food system, rice realizes its productivity potential at a high level. Medium-ripe rice varieties Consul and Marshall are the most suitable for growing conditions without constant flooding.

Key words: irrigation, rice, variety, fertilizers, efficiency, technological properties, biochemical composition.

УДК 631.51.021:632:631.582:631.67
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.3

ВПЛИВ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ НА ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН ПОСІВІВ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СІВОЗМІНИ НА ЗРОШЕННІ

ГРАНОВСЬКА Л.М. – доктор екон. наук., професор
https://orcid.org/0000-0001-7021-3093
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
МАЛЯРЧУК М.П. – доктор с.-г. наук, с.н.с.
https://orcid.org/0000-0002-0150-6121
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
ТОМНИЦЬКИЙ А.В. – кандидат с.-г. наук
https://orcid.org/0000-0002-7820-4383
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
МАЛЯРЧУК А.С. – кандидат с.-г. наук
https://orcid.org/0000-0001-5845-269x
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
МИШУКОВА Л.С. – молодший науковий співробітник
https://orcid.org/0000-0002-0287-7477
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Важливим резервом збільшення виробництва сільськогосподарської продукції і подальшого підвищення врожайності є підтримання сприятливого фітосанітарного стану посівів у зоні дії зрошувальних систем. За оцінками багатьох дослідників, від негативного впливу бур'янів, хвороб та шкідників на продуктивність сільськогосподарських культур у світі не добирається близько 30% врожаю.

Одним із давніх традиційних агротехнічних заходів регулювання фітосанітарного стану посівів є механічний обробіток. Вченими протягом тривалого часу розроблялася низка ефективних систем основного обробітку, на яких базувалися і базуються зараз сучасні системи землеробства, що забезпечують формування сприятливого фітосанітарного стану в агрофітоценозах на зрошуваних землях.

із появою високоефективних хімічних засобів боротьби з бур’янами, шкідниками і хворобами способи і глибина основного обробітку значною мірою втратили своє стратегічне значення. Водночас значна частина науковців і виробничників надає цьому заходу пріоритетного значення, що зумовлено різноманітним складом шкодочинних організмів у посівах сільськогосподарських культур у зерно-просапних сівозмінах на зрошуваних землях.

Аналіз останніх досліджень. У наявних зональних інтегрованих системах захисту рослин агротехнологічні заходи діють тривалий час і сприятливо впливають на загальний фітосанітарний стан агробіоценозу. Це відносно прості заходи, які, як правило, є невід'ємною складовою частиною технології обробітку ґрунту та догляду за посівами в період вегетації і дають змогу захищати врожай від комплексу шкідливих організмів без тотального застосування пестицидів. Захисна функція агротехнологічних заходів проявляється у запобіганні масовому розмноженню багатьох шкідників, обмеженні розвитку хвороб, знищенні бур'янів, а також у реалізації сортових особливостей, стійкості проти ураження паразитичними мікроорганізмами та конкурентоспроможності рослин у використанні поживних елементів і вологи [1].

Зрошення є одним із найефективніших факторів, що діє на всі біологічні компоненти агроекосистеми. У зв'язку зі зміною режиму вологості ґрунту переважають гідрофільні види (дротяники, листкові попелиці, стебловий метелик, жужелиці), активізуються збудники хвороб (іржа, септоріоз, кореневі гнилі). Водночас знижується чисельність ксерофільних видів, насамперед чорнишів, саранових, хлібних жуків, клопа черепашки. Зрошення може діяти на шкідників прямо й опосередковано. Пряма дія полягає у згубному впливі на ґрунтових шкідників (гусениці підгризаючих совок). Під час дощування з рослин змиваються дрібні комахи, які масово гинуть. Опосередкований вплив зрошення проявляється через зміну мікроклімату, поліпшення загального фізичного стану рослин, у результаті чого завдані фітофагами пошкодження активно компенсуються [2, 3, 4, 5, 6].

Розвиток більшості збудників хвороб, шкідників та бур'янів відбувається у ґрунті. Це стосується передусім кореневих гнилей, вертицильозу, гетеродерозу, а також багатьох видів членистоногих, капустянки, личинок хрущів, чорнишів, коваликів, деяких видів лускокрилих та двокрилих. Значний вплив на розвиток шкідливих організмів мають агрофізичні властивості орного шару. Різні способи обробітку ґрунту змінюють щільність складення, пористість, водопроникність, запаси продуктивної вологи та доступність елементів мінерального живлення [7, 8].

Зяблевий обробіток ґрунту знижує чисельність шкідливих організмів, насамперед це стосується грибів, бактерій, вірусів, а також клопів, попелиць, трипсів, гессенської і шведської мух, трачів, личинок хрущів, коваликів, чорнишів, гусениць і лялечок совок, лучного метелика та кореневої бурякової попелиці [9, 10].

У зв’язку з вищевикладеним розроблення нових та удосконалення існуючих систем основного обробітку ґрунту за використання на добриво побічної продукції

сільськогосподарських культур сівозмін на зрошуваних землях є актуальним і потребує поглиблених експериментальних досліджень.

Метою досліджень є визначення ефективності застосування різних способів і глибини основного обробітку на забур'яненість посівів, враження їх хворобами та пошкодження шкідниками на фоні органо-мінеральної системи удобрення з використанням побічної продукції сільськогосподарських культур 4-пільної зерно-просапної сівозміни.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися у стаціонарному досліді відділу зрошуваного землеробства ІЗЗ НААН України протягом 2016–2020 років у 4-пільній зерно-просапній сівозміні на зрошенні в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи.

У сівозміні досліджували п'ять систем основного обробітку ґрунту з різними способами, прийомами і глибиною розпушування на фоні органо-мінеральної системи удобрення – із внесенням мінеральних добрив дозою $N_{120}P_{60}$ у розрахунку на один гектар сівозмінної площі + побічна продукція.

1. Система різноглибинного (від 14–16 до 25–27 см) основного обробітку ґрунту з обертанням скиби.

2. Система різноглибинного (від 14–16 до 25–27 см) основного безполицевого обробітку ґрунту.

3. Система одноглибинного мілкого (12–14 см) безполицевого обробітку.

4. Система диференційованого-1 обробітку ґрунту з одним щілюванням за ротацію сівозміни на глибину 38–40 см.

5. Система диференційованого-2 обробітку ґрунту з однією оранкою за ротацію сівозміни на глибину 18–20 см.

Ґрунт експериментального поля темно-каштановий, середньосуглинковий, в орному шарі міститься гумусу 2,06%, загального азоту – 20,0, фосфору – 40,0 та калію – 300,0 мг/кг ґрунту, найменша вологоємність – 21,2%, вологість в'янення – 9,1%, рівноважна щільність складення – 1,41 г/см^3.

Закладання варіантів досліду основного обробітку виконували ґрунтообробними знаряддями: оранку – плугом лемішним начіпним ПЛН-5-35; чизельний – глибокорозпушувачем ГРНФ-4, дисковий та комбінований (дисковий із ґрунтопоглибленням) – диско-чизельною бороною БДВП-3,0-01.

Під час експерименту застосовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи з використанням загальновизнаних в Україні методик та методичних рекомендацій [11].

Технології вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні загальновизнані для зрошуваних умов, крім факторів, що досліджувалися. Режим зрошення забезпечував підтримання передполивного порогу зволоження під посівами на рівні 70% НВ в шарі ґрунту 0–50 см.

Результати досліджень. Забур'яненість посівів сільськогосподарських культур залежала від способу і глибини основного обробітку ґрунту та системи обробітку в сівозміні. У посівах пшениці озимої на час відновлення весняної вегетації найменша кількість бур'янів (14,9 шт./м^2) була у варіанті оранки (контроль) на глибину 14–16 см. Чизельне розпушування на таку саму глибину призвело до підвищення забур'яненості на 2,4 шт. /м^2, або на 16,1%. У варіанті одноглибинного мілкого дискового обробітку їх нараховувалося 25,9 шт./м^2, або більше, ніж на контролі, на 73,8%. За диференційованих систем основного обробітку з глибиною розпушування під пшеницю озиму на 8–10 та 10–12 см на фоні одного щілювання глибиною 38–40 см та однієї оранки за ротацію сівозміни кількість бур'янів була вищою, ніж на контролі, в 1,9 та 2,2 раза відповідно.

Визначенням забур'яненості та видового складу бур'янів на початку весняно-польових робіт на площах під посівами кукурудзи та сої встановлено, що у варіанті різноглибинної оранки їх нараховувалося 9,7 та 8,4 шт/м^2, тоді як за безполицевих і диференційованих систем основного обробітку їх кількість зростала до 15,9 та 27,5 шт/м^2. Подібна закономірність спостерігалася і у варіантах досліду під посівами ячменю ярого з кількістю бур'янів у варіанті оранки 15,7 шт/м^2, а за безполицевих способів обробітку їх чисельність зростала до 18,9–30,0 шт/м^2, що значно перевищувало економічно обґрунтовані пороги шкодочинності, тому посіви пшениці озимої та ячменю ярого було оброблено гербіцидом Голд Стар, а під посіви кукурудзи та сої внесено гербіцид Хортус (2.5 л/га).

Під час визначення забур'яненості посівів кукурудзи у фазу 4–5 листочків мали перевагу сходи ранніх та пізніх ярих бур'янів лободові, айстрові, пасльонові та амарантові. За полицевого обробітку їх нараховувалося 5,5 шт/м^2, що на 3,6; 12,4 та 11,4% менше, ніж за безполицевого різноглибинного та диференційованих систем обробітку. Водночас за дискового обробітку на глибину 12–14 см у системі тривалого мілкого одноглибинного обробітку їх було 7,2 шт/м^2, або більше, ніж на контролі, в 1,3 раза.

Облік бур'янів у посівах ячменю ярого свідчить про те, що у варіантах безполицевого обробітку з глибиною розпушування 23–25 та 12–14 см їх кількість у 1,4–1,5 раза була більшою порівняно з оранкою, як у варіанті з тривалим її застосуванням, так і у варіанті, де вона чергувалася протягом ротації сівозміни з безполицевими способами обробітку.

Так, якщо у варіанті полицевого різноглибинного основного обробітку з оранкою під ячмінь ярий на глибину 23–25 см на одному метрі квадратному після обробки гербіцидом нараховувалося 3,8 рослини бур'янів, то у варіанті чизельного обробітку з такою ж глибиною розпушування їх було на 39,5% більше, а у варіанті дискового обробітку на 12–14 см за системи одноглибинного мілкого безполицевого обробітку забур'яненість зросла на 52,6% (табл. 1).

У варіантах диференційованої-1 з одним щілюванням за ротацію сівозміни на 38–40 см та диференційованої-2 з однією оранкою рівень забур'яненості був вищим відповідно на 21,0% та 31,5% порівняно з контролем.

Перед збиранням врожаю культур сівозміни забур'яненість посівів була низькою в усіх варіантах досліду, водночас закономірність, що відзначалася на початку

Таблиця 1

Забур'яненість посівів сільськогосподарських культур сівозміни за різних систем основного обробітку ґрунту, шт./м²

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Культура				Середнє по сівозміні
		пшениця озима	кукурудза на зерно	ячмінь ярий	соя	
Відновлення вегетації озимих та сходи ярих культур						
1	Полицева різноглибинна	14,9	9,7	15,7	8,4	12,2
2	Безполицева	17,3	15,9	18,9	22,5	18,7
3	Безполицева мілка	25,9	19,7	30,5	27,5	25,9
4	Диференційована-1	22,5	20,2	27,8	21,7	23,1
5	Диференційована-2	26,2	21,8	30,0	23,6	25,4
Перед внесенням гербіциду						
1	Полицева	4,9	5,5	3,8	3,9	4,5
2	Безполицева	5,8	5,7	5,3	3,9	5,2
3	Безполицева мілка	6,3	7,2	5,8	4,6	6,0
4	Диференційована-1	5,2	6,8	4,6	3,8	5,1
5	Диференційована-2	5,7	6,3	5,0	4,8	5,4
Перед збиранням врожаю						
1	Полицева	1,7	1,1	1,3	1,0	1,3
2	Безполицева	1,9	1,7	1,5	1,2	1,6
3	Безполицева мілка	2,8	2,2	2,1	1,9	2,2
4	Диференційована-1	2,2	0,8	1,7	0,9	1,4
5	Диференційована-2	2,3	1,0	1,9	1,7	1,7

вегетації та перед внесенням страхових гербіцидів, збереглася. Так, кількість бур'янів у посівах пшениці озимої за оранки на глибину 14–16 см в системі різноглибинного обробітку з обертанням скиби становила 1,7 шт./м², за чизельного розпушування на таку саму глибину їх нараховувалося 1,9 шт./м², або на 11,8 % більше, мілкий обробіток на глибину від 8–10 до 12–14 см в системах одноглибинного мілкого безполицевого та диференційованих з одним щілюванням та оранкою за ротацію призвів до зростання забур'яненості на 29,4–64,7%.

У результаті визначення поширення та розвитку хвороб встановлено, що на початку вегетації 20–30% рослин пшениці озимої були вражені борошнистою росою і бурою листковою іржею, а рослини ячменю ярого – борошнистою росою та гельмінтоспоріозом.

Посіви кукурудзи завдяки застосуванню високоефективних протруйників насіння в 3,5 раза менше були вражені стебловими гнилями, на 95–100% – пухирчатою сажкою.

Протруювання насіння сої препаратами Максим XL, Преміс та Каріоліс сприяло ефективному захисту рослин від хвороб.

На посівах кукурудзи у фазу 3–5 листків виявлено наявність яйцекладок стеблового і кукурудзяного метелика на 15–17% рослин.

Заселеність акацієвою вогнівкою сої у фазу галуження та бутонізації становила 1–2 яйця на рослину, а звичайного павутинного кліща – 2–3 особини на листок. Результати фактичного заселення посівів сільськогосподарських культур сівозміни шкідниками викликали необхідність застосування інсектицидів.

Загалом фітосанітарний стан посівів за різних систем основного обробітку формувався сприятливий для реалізації потенційних можливостей продуктивності сортів і гібридів сільськогосподарських культур сівозміни.

Розрахунок продуктивності 4-пільної зерно-просапної сівозміни проводився на основі обліку урожайності сільськогосподарських культур за варіантами способів і глибини основного обробітку на фоні органо-мінеральної системи удобрення з внесенням мінеральних добрив дозою: під кукурудзу на зерно – $N_{180}P_{60}$; під ячмінь ярий – $N_{120}P_{60}$; під сою – $N_{60}P_{60}$; під пшеницю озиму – $N_{120}P_{60}$ та використанням всієї побічної продукції культур сівозміни (табл. 2).

Так, за системи різноглибинного основного обробітку з обертанням скиби продуктивність сівозміни становила 8,4 т/га зернових одиниць у варіантах безполицевих – різноглибинної та одноглибинної мілкої – вона знизилась до 8,1 та 6,5 т/га, або на 3,6 та 22,6% відповідно. За диференційованої-1 системи основного обробітку відзначено підвищення продуктивності сівозміни порівняно з контролем на 1,2 %, а за диференційованої-2 – зниження на 7,1%.

Найвищий рівень виробництва валової продукції отримано за диференційованої системи основного обробітку з одним щілюванням на глибину 38–40 см один раз за ротацію сівозміни, де її вартість становила 38,9 тис. грн. (табл. 3).

Близькі результати отримано на контролі з показником 38,6 тис. гривень, а технології вирощування, що базувалися на безполицевій різноглибинній системі основного обробітку, призвели до зниження валового виробництва продукції на 4,7%, тоді як за одноглибинної мілкої зниження досягло 21,8%, а за диференційованої-2 – 10,9%

Витрати на технології вирощування сільськогосподарських культур за варіантами досліду відрізнялися

Таблиця 2

Урожайність сільськогосподарських культур та продуктивність 4-пільної зерно-просапної сівозміни за різних систем основного обробітку ґрунту

Система основного обробітку ґрунту	Урожайність, т/га				Вихід з.о., т/га
	кукурудза на зерно	ячмінь ярий	соя	пшениця озима	
Полицева різноглибинна	15,1	5,1	4,3	6,9	8,4
Безполицева різноглибинна	14,4	4,9	4,0	6,8	8,1
Безполицева одноглибинна	9,9	4,5	3,2	6,7	6,5
Диференційована-1	15,5	5,3	4,0	7,1	8,5
Диференційована-2	14,2	4,7	3,5	6,8	7,8
$НІР_{05}$	0,4	0,2	0,2	0,2	

Таблиця 3

Економічна ефективність функціонування сівозміни за різних систем основного обробітку ґрунту

Система основного обробітку ґрунту в сівозміні	Вартість валової продукції, грн.	Витрати, грн.	Прибуток, грн./га	Рента-бельність, %	Окупність добрив, кг/кг з.од.
Полицева різноглибинна	38,6	19,0	19,6	102,6	26,7
Безполицева різноглибинна	36,8	18,6	18,2	97,6	26,8
Безполицева одноглибинна	30,2	18,3	11,9	64,9	20,7
Диференційована-1	38,9	18,5	20,4	110,1	26,6
Диференційована-2	34,4	18,4	16,0	86,9	25,4

в основному експлуатаційними витратами на основний обробіток, транспортування та доопрацювання додатково вирощеного врожаю.

Висновок. Загалом фітосанітарний стан посівів за різноглибинних і диференційованої-1 систем основного обробітку на фоні загальновизнаної системи захисту рослин від бур'янів, хвороб та шкідників був сприятливий для реалізації потенційних можливостей продуктивності сортів і гібридів сільськогосподарських культур сівозміни.

Найвищу продуктивність, за виходом зернових одиниць у розрахунку на один гектар сівозмінної площі отримано за диференційованої-1 системи основного обробітку з одним щілюванням за ротацію, на фоні використання побічної продукції та дози мінеральних добрив $N_{120}P_{60}$ з показником 8,50 т/га з. о., умовно чистим прибутком 20,4 тис. грн./га. та рівнем рентабельності 110,1%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сайко В.Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні *Землеробство*. 2010. Вип. 3. С. 3–11.
2. Іващенко О.О. Нові підходи в системі застосування гербіцидів. *Захист і карантин рослин*. 2004. Вип. 50. С. 128–133.
3. Ромащенко М.І., Музика О.П., Вожегова Р.А., Малярчук М.П. Продуктивність сівозмін на зрошуваних землях за різного їх насичення зерновими і технічними культурами. *Вісник аграрної науки*. К.: 2016, № 2. С. 32–37.
4. Шелудько О., Марковська О., Клубук В. та ін. Застосування фунгіцидів на посівах зрошуваної сої. *Пропозиція*. 2014. №1. С. 90–92.
5. Гудзь В.П., Примак І.Д. та ін. Адаптивні системи землеробства: підручник. К. : Центр учбової л–ри, 2007. 334 с.
6. Красиловець Ю.Г. Наукові основи фітосанітарної безпеки польових культур. Харків : Магна LTD, 2010. 416 с.
7. Кривенко А.І. Забур´яненість посівів озимої пшениці залежно від різних систем основного обробітку ґрунту у короткоротаційній сівозміні. *Агробіологія*. 2017. № 2 (135). С. 167–173.
8. Малярчук М.П., Шелудько О.Д., Куценко С.В., Малярчук В.М., Малярчук А. С. Фітосанітарна оцінка технологій вирощування кукурудзи та сої в господарствах різної форми власності південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон : Айлант, 2006. Вип. 45. С. 63–67.
9. Шелудько О.Д., Найдьонов В.Г., Нижеголенко В.М. Ефективність застосування пестицидів на озимих зернових культурах в умовах зрошення. *Захист і карантин рослин*. 2004. Вип. 49. С. 77–84.
10. Ecosystem Services of Natural and Semi-Natural Ecosystems and Ecologically Sound Land Use. *Workshop paper International Academy for Nature Conservation*, Vilm, 13–16 May 2007, BfN-Skripten. URL: http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/skript237.pdf (дата звернення: 01.09.2021).
11. Федоренко В.П., Покозій Й.Т., Круть М.В. Шкідники сільськогосподарських рослин. Київ : Колообіг, 2004. 355 с.
12. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Малярчук М.П. та ін. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 286 с.

REFERENCES:

1. Saiko, V.F. (2010). Naukovi osnovy stiikoho zemlerobstva v Ukraini [Scientific foundations of sustainable agriculture in Ukraine]. *Zemlerobstvo – Agriculture*, 3, 3– 11 [in Ukrainian].
2. Ivashchenko, O.O. (2004). Novi pidkhody v systemi zastosuvannia herbitsydiv [New approaches in the

system of herbicide application]. *Zakhyst i karantyn roslyn – Plant protection and quarantine*, 50, 128–133 [in Ukrainian].
3. Romashchenko, M.I., Muzyka, O.P., Vozhehova, R.A., & Maliarchuk M.P. (2016). Produktyvnist sivozmin na zroshuvanykh zemliakh za riznoho yikh nasychennia zernovymy i tekhnichnymy kulturamy [Productivity of crop rotations on irrigated lands at different saturation with grain and industrial crops]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of agrarian science,* 2, 32–37 [in Ukrainian].
4. Sheludko, O., Markovska, O., & Klubuk, V. et al. (2014). Zastosuvannia funhitsydiv na posivakh zroshuvanoi soi [Application of fungicides on irrigated crops of soybean]. *Propozytsiia – Offer, 1, 90–92* [in Ukrainian].
5. Hudz V.P., Prymak, I.D. et al. (2007). *Adaptyvni systemy zemlerobstvan [Adaptive systems of agriculture].* Kyiv: Tsentr uchbovoi l–ry [in Ukrainian].
6. Krasylovets, Yu.H. (2010). *Naukovi osnovy fitosanitarnoi bezpeky polovykh kultur [Scientific basis of phytosanitary safety of field crops].* Kharkiv: Mahna LTD [in Ukrainian].
7. Kryvenko, A.I. (2017). Zabur´ianenist posiviv ozymoi pshenytsi zalezhno vid riznykh system osnovnoho obrobitku gruntu u korotkorotatsiinii sivozmini [Weediness of winter wheat crops depending on different systems of basic tillage in short-rotation crop rotation]. *Ahrobiolohiia – Agrobiology*, 2, 167–173 [in Ukrainian].
8. Maliarchuk, M.P., Sheludko, O.D., Kutsenko, S.V., Maliarchuk, V.M. & Maliarchuk, A.S. (2006). Phitosanitarna otsinka tekhnolohii vyroshchuvannia kukurudzy ta soi v hospodarstvakh riznoi phormy vlasnosti pivdennoho Stepy Ukrainy [A phitosanitary estimation of technologies of growing of corn and soybean is in the economies of different pattern of ownership of south Steppe of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture,* 45, 63–67 [in Ukrainian].
9. Sheludko, O.D, Naidonov, V.G., & Nizhegolenko, V.M. (2004). Efektyvnist zastosuvannia pestytsydiv na ozymykh zernovykh kulturakh v umovakh zroshennia. [The effectiveness of pesticides on winter cereals under irrigation]. *Zakhyst i karantyn roslyn – Plant protection and quarantine*, 49, 77–84 [in Ukrainian].
10. Ecosystem Services of Natural and Semi-Natural Ecosystems and Ecologically Sound Land Use. *Workshop paper International Academy for Nature Conservation*, Vilm, 13–16 May 2007, BfN-Skripten. URL: http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/skript237.pdf [in English].
11. Fedorenko, V.P., Pokozii, Y.T., & Krut, M.V. *Shkidnyky silskohospodarskykh Roslyn [Pests of agricultural plants].* Kyiv: Koloobih [in Ukrainian].
12. Vozhehova, R.A., Lavrynenko, Yu.O., & Maliarchuk M.P. (2014). *Metodyka pol'ovykh i laboratornykh doslidzhen' na zroshuvanykh zemlyakh [Methods of field and laboratory research on irrigated lands].* Kherson: Hrin' D.S. [in Ukrainian].

Грановська Л.М., Малярчук М.П., Томницький А.В., Малярчук А.С., Мішукова Л.С. Вплив систем основного обробітку на фітосанітарний стан посівів та продуктивність сівозміни на зрошенні

Мета – визначення ефективності застосування різних способів і глибини основного обробітку на забур'яненість посівів, враження їх хворобами та пошкодження шкідниками на фоні органо-мінеральної системи удобрення з використанням побічної продукції сільськогосподарських культур 4-пільної зерно-просапної сівозміни. **Методи:** польовий; лабораторний, розрахунковий, візуальний, вимірювально-ваговий, біохімічний, статистичні (дисперсійний і кореляційний), порівняльно-розрахунковий із використанням загальновизнаних в Україні методик і методичних рекомендацій. Дослідження проводили в стаціонарному досліді відділу зрошуваного землеробства ІЗЗ НААН України протягом 2016–2021 років у зоні дії Інгулецької зрошувальної системи. **Результати дослідження.** У посівах культур сівозміни на час відновлення весняної вегетації найменша кількість бур'янів (8,4–15,7 шт./м^2) спостерігалась у варіанті оранки. Чизельне розпушування на таку саму глибину призвело до підвищення забур'яненості на 2,4–14,1 шт/м^2. За диференційованих систем основного обробітку кількість бур'янів була вищою, ніж на контролі, в 1,5 та 2,8 раза відповідно. Перед збиранням врожаю культур сівозміни закономірність, що відзначалася на початку вегетації та перед внесенням страхових гербіцидів, збереглася. За системи різноглибинного основного обробітку з обертанням скиби продуктивність сівозміни становила 8,4 т/га зернових одиниць, у варіантах безполицевих – різноглибинної та одноглибинної мілкої – вона знизилась до 8,1 та 6,5 т/га, або на 3,6 та 22,6% відповідно. За диференційованої-1 системи основного обробітку відзначено підвищення продуктивності сівозміни порівняно з контролем на 1,2%, а за диференційованої-2 – зниження на 7,1%. **Висновок.** Найвищу продуктивність за виходом зернових одиниць в розрахунку на один гектар сівозмінної площі забезпечила диференційована-1 система основного обробітку з одним щілюванням за ротацію сівозміни на глибину 38–40 см з показником 8,50 т/га з. о. на фоні використання побічної продукції культур сівозміни та дози мінеральних добрив $N_{120}P_{60}$, забезпечивши умовно чистий прибуток 20,4 тис.грн./га з рівнем рентабельності 110,1%.

Ключові слова: зернові культури, удобрення, продуктивність, безполицевий обробіток ґрунту, щілювання.

Granovska L.M., Maliarchuk M.P., Tomnitsky A. V., Maliarchuk A.S., Mishukova L.S. Influence of the systems of basic tillage on the phytosanitary state of sowing and productivity of crop rotation on irrigation

A purpose is determination of efficiency of application of different methods and depth of basic tillage on the impurit of sowing, defeat and damages their illnesses by wreckers on a background the organo-mineral system of fertilizer with the use of post-harvest residues of agricultural cultures of 4-field grain-row crop rotation. **Methods:** the field, laboratory, calculation, visual, instrumentation-gravimetric, biochemical, statistical – (dispersible) and (cross-correlation), comparatively-calculation with the use of confessedly in Ukraine methods and methodical recommendations. Researches conducted in stationary experience of department of the irrigated agriculture of IIA NAAS of Ukraine during 2016– 2021 in the area of action of Ingulets irrigatory system. **Research results:** In sowing of cultures of crop rotation in a time of proceeding in a spring vegetation the least amount of weeds 8,4-15,7 PCs/m^2 was observed in the variant of ploughing. Chisel loosening on the same depth resulted in the increase of impurit on 2,4–14,PCs/m^2. At the differentiated systems of basic tillage the amount of weeds was higher, than on control in 1,5 and 2,8 time accordingly. Before harvesting of cultures

of crop rotation there is conformity to law, which was marked at the beginning of vegetation and before bringing of insurance herbicides saved. At the system of different depth basic tillage with the turn of layer the productivity of crop rotation made 8,4 t/ha of grain-growing units in variants of plowless – different and single-depth shallow she went down to 8,1 and 6,5 т/ha, or on 3,6 and 22,6% accordingly. At differentiated-1 of basic tillage the increase of the productivity of crop as compared to control on 1,2 %, and at differentiated-2 on the contrary is a decline on 7,1% **Conclusion:** the highest productivity on the output of grain-growing units per on one hectare of area of crop rotation provided the differentiated-1 system of basic tillage with one slotting per the crop rotation on a depth a 38–40 cm with the index of 8,50 t/ha of grain-growing units on a background the use of post-harvest residues of cultures of crop rotation and dose of mineral fertilizers of $N_{120}P_{60}$, providing conditionally a net income 20,4 thousand UAH/ha and by the profitability level of 110,1%.

Key words: grain crops, fertilizers, productivity, shelfless tillage, splitting.

УДК 633.17:631.559
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.4

БІОЛОГІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО НА БІОПАЛИВО

ДЕКОВЕЦЬ В.О. – аспірант
https://orcid.org/0000-0003-3557-5016
Полтавський державний аграрний університет
КУЛИК М.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор
https://orcid.org/0000-0003-0241-6408
Полтавський державний аграрний університет
ГАЛИЦЬКА М.А. – кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач
https://orcid.org/0000-0003-2579-0515
Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. Енергетика як галузь виробництва розвивається дуже швидкими темпами, тому гарантування енергетичної безпеки та зниження антропогенного впливу енергетики на довкілля – важливе завдання сьогодення [1].

Поряд із цим застосування поновлювальних джерел енергії на основі розвитку біоенергетики, що базується на виробництві електричної та теплової енергії з різних видів біопалив рослинного походження, має значні перспективи розвитку як в Україні загалом, так і в регіонах. Виробництво та трансформація біомаси в різні види енергії здійснюється в три етапи: перший етап – це вирощування і збирання біомаси енергетичних культур, другий етап – це перетворення біомаси в біопаливо, третій етап – виробництво енергії з наступним постачанням споживачам [2].

Цю думку підтримують Л.М. Пронько, Т.В. Колесник, стверджуючи, що важливим аспектом біоенергетики є використання поновлювальних джерел енергії, що дасть змогу забезпечити стабільне існування людства. Саме можливості їх використання у господарстві в останні роки надаються переваги, оскільки такий підхід дозволить забезпечити охорону навколишнього середовища [3].

Саме тому світова спільнота розглядає використання місцевих альтернативних джерел енергії як один із перспективних шляхів вирішення зростаючих проблем енергозабезпечення [4].

Очікується, що з усіх відновлюваних джерел енергії найбільший внесок у найближчій, особливо у короткота середньостроковій перспективі, буде отримано від рослинної біомаси. Паливо, отримане з енергетичних культур, не тільки потенційно поновлюване, але також досить схоже за походженням на викопне паливо (основою якого є також біомаса) та може забезпечити пряму заміну. Визначено, що вирощування енергетичних культур та їх використання як сировини для виробництва біопалива в Україні – новий та перспективний напрям для розвитку бізнесу у сфері альтернативної енергетики. Сьогодні цей напрям альтернативної енергетики у державі перебуває на етапі розвитку [5].

Отже, враховуючи високий потенціал за врожайністю біомаси, її сталість та з урахуванням екології довкілля, вивчення біологізація технології вирощування міскантусу гігантського задля отримання біопалива має актуальне значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В умовах Лісостепу України дослідження з розроблення біоенерґозберігаючих технологій вирощування міскантусу гігантського мають фрагментарний характер, а на малородючих землях цього регіону досліджень в цьому напрямі недостатньо. Відсутність експериментальних даних з оцінки впливу елементів біологізації на продуктивність міскантусу гігантського, їх чутливості до цих агротехнічних прийомів зумовлюють вибраний напрям дослідження. Поряд із наявними дослідженнями вивчення використання рослинами елементів живлення і строків сівби дає змогу удосконалювати енергозберігаючі технології вирощування.

Розробленню прийомів збільшення виробництва рослинної сировини міскантуса із застосуванням елементів біологізації технологій, у різні роки в Україні чимало уваги надавали М.В. Роїк, В.Л. Курило, Д.Б. Рахметов, В.А. Доронін, М.Я. Гументик, О.М. Ганженко та інші [10–18].

Сьогодні науковці інтенсивно вивчають і вдосконалюють технологію вирощування енергетичних культур. Тому поряд з агрономічно обґрунтованим менеджментом вирощування енергетичних культур актуальним та недостатньо вивченим питанням залишаються екологічні аспекти вирощування цих рослин на маргінальних землях [5].

Визначальними чинниками, що зумовлюють врожайність міскантусу гігантського, є біометричні показники рослин. Це підтверджується дослідженнями М.Я. Гументика та інших науковців [6], в яких визначено, що мінливість кількісних показників рослин пов'язана як із елементами технології вирощування, так і з погодними умовами вегетаційного періоду. При цьому не менш важливим фактором є видові особливості культури при багаторічному циклі вирощування: збільшення кореневої системи, відростання нових пагонів із сплячих бруньок, зростання висоти стеблостою тощо. Також, згідно з дослідженнями цього автора, встановлено значну ефективність сумісного вирощування проса прутоподібного і міскантусу гігантського [7].

Інші автори визначили, що для міскантусу гігантського можливо отримати врожайність біомаси за сухою речовиною на рівні 12–16 т/га (до 25,0 т/га), але при цьому необхідно дотримуватися усіх вимог до виконання технологічних операцій вирощування [8].

Інша колективна наукова праця розкриває особливості агротехнології вирощування, збирання та переробки біомаси міскантусу в Україні [9].

Результати досліджень українських та закордонних авторів свідчать про зацікавленість науковців у всебічному вивченні особливостей вирощування міскантусу задля отримання біопалива.

Мета статті. Метою дослідження є визначення впливу різних способів вирощування на врожайність біомаси міскантусу гігантського в умовах центрального Лісостепу України.

Завдання дослідження полягало у визначенні впливу різних способів вирощування (одновидових – монокультура або сумісних із різними бобовими культурами) з урахуванням умісту органічної речовини у ґрунті на врожайність біомаси міскантусу гігантського сорту Гулівер, що слугувало основою для розроблення основ біологізації технології вирощування міскантусу гігантського для отримання біопалива.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися протягом 2016–2020 рр. на базі Полтавського державного аграрного університету. Ґрунти дослідної ділянки – чорноземи типові, з умістом гумусу на рівні 3,4 %, вміст азоту – середній, фосфору і калію – підвищений (більше 0,6 г/кг ґрунту).

У дослідах була застосована рендомізація варіантів у межах кожного з чотирьох повторень експерименту згідно з методикою дослідної справи в агрономії [13].

Схема експерименту поєднувала вивчення таких чинників: фактор А – вегетаційний рік (2016–2020 рр.), фактор Б – способи вирощування міскантусу гігантського: варіант 1 – одновидовий (контроль), варіант 2 – вирощування сумісно з багаторічним люпином (лат. Lupinus perennis L.), варіант 3 – вирощування сумісно з люцерною серповидною (лат. Medicago falcata L.), варіант 4 – вирощування сумісно з конюшиною червониою (лат. Trifolium pratense L.).

Агротехніка у дослідах здійснена згідно з рекомендаціями [14], застосування добрив та засобів захисту рослин не проводили.

Інтенсивність накопичення органічного вуглецю від рослинних решток під час вирощування енергетичних культур визначали оксидиметричним методом за ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини. Попередньо підготовлену повітряно-суху, просіяну через сито пробу ґрунту масою 0,3 г та пемзу, яку використовували як контрольні («холості») проби, зважували з точністю 0,1 г на лабораторних аналітичних вагах загального призначення 4-го класу та поміщали в сухі термостійкі конічні колби місткістю 100 см^3. У кожну колбу з бюретки додавали по 25 мл 0,4 Н хромової суміші, після чого закривали скляними лійками діаметром не менше 4 см та круговими рухами перемішували вміст. Підготовлені таким чином всі проби ґрунту з окисником, а також контрольні проби вміщували у попередньо розігріту до 120 ºС шафу і витримували 20–30 хв. до закінчення процесу окиснення. Після охолодження зразків лійки ретельно обмивали дистильованої водою та проводили титрування 0,2 Н розчином солі Мора в присутності 3–5 крапель індикатора 0,2% розчину фенілантранілової кислоти до зміни його забарвлення.

Усі визначення проводилося в трьохразовій повторюваності. Масову частку вуглецю органічної речовини у відсотках (%$C_{орг}$) розраховували за формулою:

$$\%C = \frac{(a-b)*н_1*0{,}0003*100}{m*н_0}, \qquad (2)$$

де:

C– вміст вуглецю, %;

a – кількість розчину солі Мора, витраченого на титрування контрольної проби, см^3;

b – кількість розчину солі Мора, витраченого на титрування проби із ґрунтом, см^3;

$н_1$ – нормальність робочого розчину солі Мора, г*екв/дм^3;

$н_0$ – нормальність точного розчину солі Мора, г*екв/дм^3;

0,0003 – грамовий еквівалент вуглецю, що відповідає 1 см^3 розчину солі Мора, г/см^3;

m – наважка ґрунту, г;

100 – коефіцієнт перерахування, %.

Облік врожайності біомаси здійснювали на час закінчення вегетації рослин шляхом зважування снопових зразків.

Статистичний обрахунок отриманих результатів із досліду здійснювали за допомогою дисперсійного аналізу з використанням програм Excel та Statistica.

Результати досліджень. Інтенсивність накопичення органічної речовини у ґрунті під час проведення досліджень змінювалася у широких межах і залежала від глибини шару ґрунту (рис. 1).

Під насадженнями міскантусу гігантського третього року вегетації депонування карбону в ґрунті варіювало в межах від 1,56 до 3,27% за середнього значення 2,11 ± 0,46%.

Встановлено, що надземна вегетативна маса (умовно волога) міскантусу гігантського змінювалася у межах від 21,5 до 51,0 т/га. З віком надземна продукція міскантусу статистично закономірно зростає (p < 0,05). У однорічному насадженні середня врожайність біомаси становить 21,0 ± 4,2 т/га та варіює у межах від 21,0 до 25,2 т/га. У 2-річному насадженні надземна біомаса сягає 33,4 ± 2,5 т/га та варіює у межах від 33,4 до 35,9 т/га. Вона вища, ніж надземна продукція 1-річного віку, на 15,6%. У 3-річному насадженні надземна продукція становить 50,7 ± 1,6 т/га та варіює у межах від 50,7 до 52,3 т/га. Вона вища, ніж надземна продукція 2-річного віку, на 18,4% (рис. 2).

Встановлено, що врожайність міскантусу гігантського залежить від способу вирощування культури та мала значне варіювання за варіантами досліду. Найбільший урожай сухої маси (7,4 т/га) рослин першого року отримали на варіантах із люпином, істотно нижче – за сумісного вирощування з люцерною і конюшиною, відповідно 6,8 і 6,7 т/га (на одному рівні, в межах $НІР_{05}$). На другий і третій рік ця тенденція збереглася, але з істотно більшими показниками за врожайністю сухої біомаси, відповідно років – 12,4 т/га та 15,6 т/га на варіантах сумісного вирощування з люпином (рис. 3).

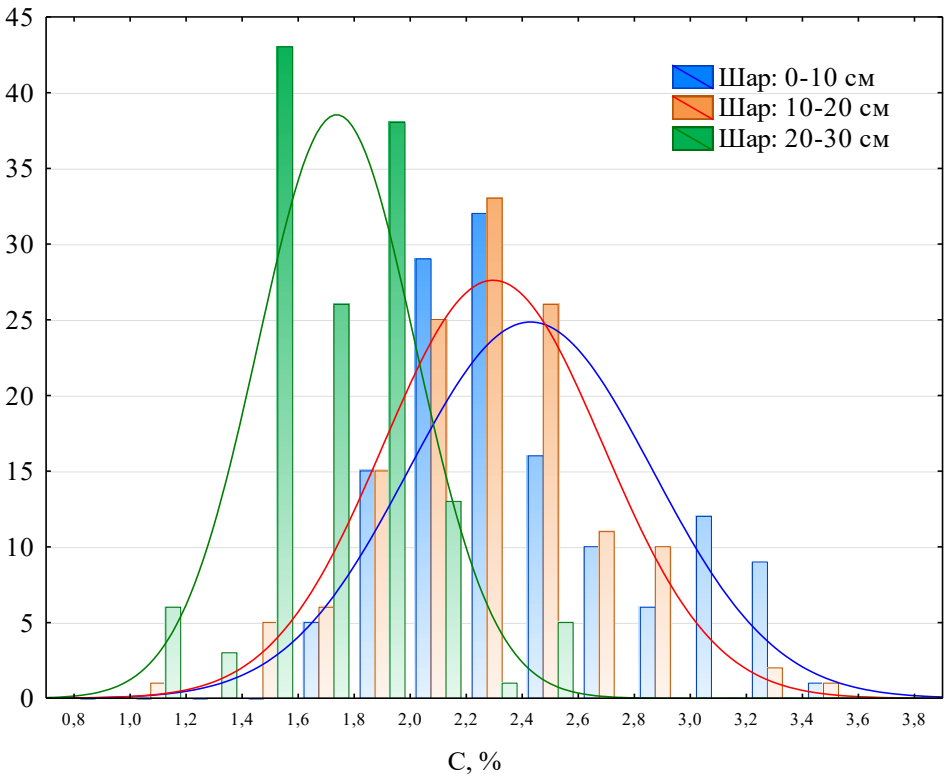
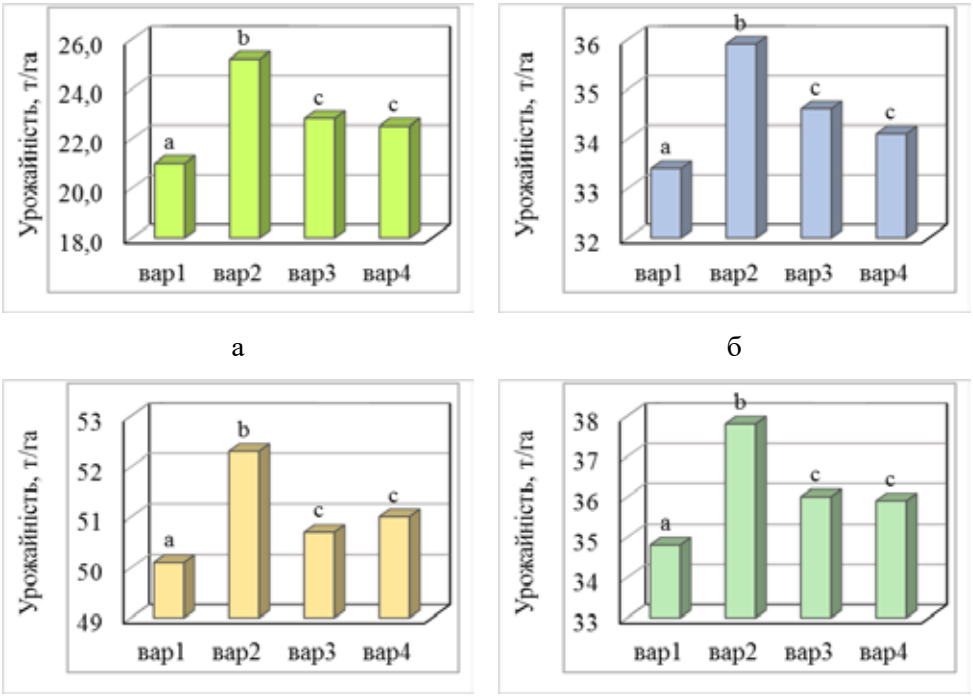
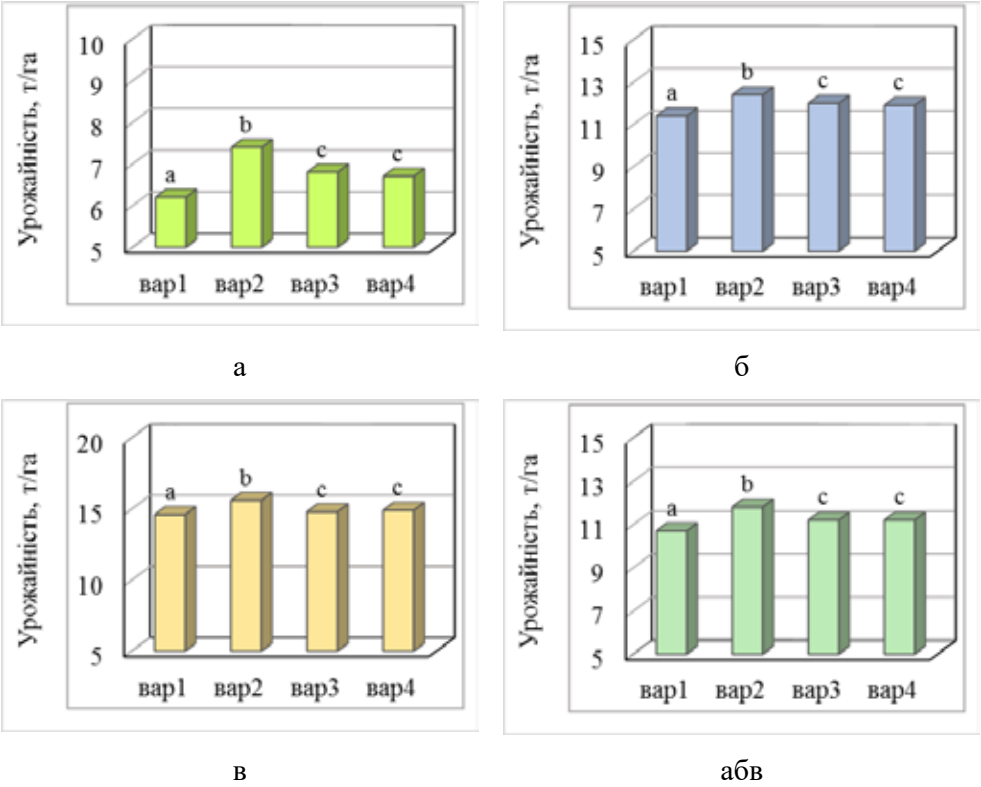


Рис. 1. Вміст органічної речовини у різних шарах ґрунту під насадженнями міскантусу гігантського, 2016–2020 рр.



Примітка: різні букви показують суттєві відмінності між варіантами досліду.

Рис. 2. Урожайність умовно вологої біомаси (т/га) міскантусу гігантського першого (а), другого (б) та третього (в) років вегетації, абв – середнє значення за роки вегетації, 2016–2020 рр.



Примітка: різні букви показують суттєві відмінності між варіантами досліду.

Рис. 3. Урожайність сухої біомаси (т/га) міскантусу гігантського першого (а), другого (б) та третього (в) років вегетації, абв – середнє значення за роки вегетації, 2016–2020 рр.

Отже, в середньому за роки досліджень встановлено, що порівняно з контрольними варіантами вирощування міскантусу гігантського сумісно разом із люпином збільшує врожайність на 1,1 т/га. На варіантах сумісного вирощування з люцерною і конюшиною отримали суттєво меншу прибавку врожаю, що виявилася рівнозначною (0,5 т/га).

Під час встановлення зв'язку між вмістом органічної речовини у ґрунті та врожайністю за сухою біомасою міскантусу визначено сильний вплив, що проявився на усіх варіантах досліду (r ≥ 0,7).

Висновки. Застосування сумісного вирощування міскантусу гігантського разом із бобовими культурами (люпин багаторічний) на третій рік вегетації сприяє збільшенню органічної речовини в ґрунті (до 3,27 %) за одночасного зростання врожайності біомаси (до 15,6 т/га).

Перспективи подальших досліджень полягатимуть у встановленні впливу кількісних показників рослин на врожайність біомаси міскантусу у різновидових насадженнях енергоплантацій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Полянський О.С., Дьяконов О.В.,. Скрипник О.С та ін. Напрями розвитку альтернативних джерел енергії: акцент на твердому біопаливі та гнучких технологіях його виготовлення : монографія / за заг. ред. В.І. Д'яконова] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. С. 7.
2. Кулик М.І., Падалка В.В. Розвиток біоенергетики на основі рослинного енергетичного ресурсу (на прикладі Полтавської області). *Управління стратегіями випереджаючого інноваційного розвитку : монографія* / за ред. к.е.н., доцента Н.С. Ілляшенко. Суми : Триторія, 2020. С. 109–118.
3. Пронько Л.М., Колесник Т.В. УМОВИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА І РЕАЛІЗАЦІЇ ПОНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ. *Збірник наукових праць ВНАУ Серія: Економічні науки* №1 (48) 2011. С. 185.
4. Пришляк Н.В. Потенційні можливості вирощування біоенергетичної сировини на виробництво твердого біопалива. *Агросвіт*. Вип. 1-2, 2021. С. 33–45. DOI: 10.32702/2306&6792.2021.1-2.33
5. Директива Європейського Парламенту та ради 2009/28/ЄС від 23 квітня 2009 року про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлювальних джерел. [Електронний ресурс] : Офіційний вісник Європейського союзу – URL: http://saee.gov.ua/documents/dyrektyva_2009_28.pdf
6. Гументик М.Я., Квак В.М., Замойський О.І., та ін. (2015) Вплив елементів механізованої технології вирощування на продуктивність біомаси міскантусу. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. вип. 4, С. 50–54.

7. Гументик М.Я. Особливості технології змішаного вирощування біоенергетичних злакових культур для виробництва біопалива. *Біоенергетика*. 2019. № 1. С. 16–18.
8. Caslin, B., Finnan J., Easson L. (2011). Miscanthus best practice guidelines Teagasc: *Ecclesville Printing Services*, V. 52 p. 91
9. Міскантус в Україні: колективна монографія. Колектив авторів. К.: ТОВ ЦП «Компрінт», 2019. 256 с.
10. Ганженко О.М. Технологія виробництва твердого біопалива з міскантусу / О.М. Ганженко, М.Я. Гументик, В.М. Квак // Біоенергетика. – 2015. № 2. С. 13–17. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Bioen_2015_2_6.
11. Способи підвищення виходу садивного матеріалу міскантусу гігантського / В.А. Доронін, В.В. Дрига, Ю.А. Кравченко, В.В. Доронін // *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків :* зб. наук. праць / Ін-т біоенергет. культур і цукр. буряків, Нац. акад. аграр. наук України. К. : ФОП Корзун Д.Ю., 2018. Вип. 26. С. 11–20.
12. Міскантус в Україні : монографія / Роїк М. В. та ін. Київ : ФОП Ямчинський О.В., 2019. 256 с.
13. Роїк М.В., Курило В.Л., Гументик М.Я. та ін. Енергетичні культури для виробництва біопалива. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії*. 2010. Т. 7. С. 12–15.
14. Курило В.Л., Гументик М.Я., Квак В.М. Міскантус – перспективна енергетична культура для виробництва біопалива. *Агробіологія*. 2010. Вип. № 4 (80). С. 62–66.
15. Хіврич О.Б., Курило В.Л., Квак В.М. Енергетичні рослини, як сировина для біопалива. *Пропозиція*. 2011. Вип. № 6. С. 68.
16. Доспехов, Б.А. (1985). Методика полевого опыта. Москва: Колос. 416 с.
17. Ганженко О.М., Курило В.Л., Гументик М.Я., та ін. (2016) Методичні рекомендації з технології вирощування і переробляння міскантусу гігантського. К.: ТОВ «ЦП «Компринт», 40 с.
18. Рахметов Д.Б., Каленська С.М., Федорчук М.І., та ін. (2017) Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування міскантусу в різних грунтово-кліматичних зонах України. Видавничий центр «Колос»: ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», 22 с.

REFERENCES:

1. Polianskyi O.S., Diakonov O.V., Skrypnyk O.S (2017). Napriamy rozvytku alternatyvnykh dzherel enerhii: aktsent na tverdomu biopalyvi ta hnuchkykh tekhnolohiiakh yoho vyhotovlennia : monohrafiia [Directions for the development of alternative energy sources: an emphasis on solid biofuels and flexible technologies for its production: a monograph]. Kharkiv: KhNUMG named after OM Beketov, *109–185* [in Ukrainian].
2. Kulyk M.I., Padalka V.V. (2020) Rozvytok bioenerhetyky na osnovi roslynnoho enerhetychnoho resursu (na prykladi Poltavskoi oblasti). Upravlinnia strategiiamy vyperedzhaiuchoho innovatsiinoho rozvytku: monohrafiia [Development of bioenergy on the basis of plant energy resource (on the example of Poltava region). Management of strategies ahead of innovative development: a monograph]. Sums: Territory [in Ukrainian].
3. Pronko L.M., Kolesnyk T.V. (2011). Umovy ta perspektyvy vyrobnytstva i realizatsii ponovliuvalnykh dzherel enerhii v Ukraini. [Conditions and prospects of production and sale of renewable energy sources in Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU Seriia: Ekonomichni nauky – Collection of scientific works of VNAU Series: Economic sciences 1 (48)*, *185* [in Ukrainian].
4. Pryshlyak N.V. (2021). Potentsiyni mozhlyvosti vyroshchuvannya bioenerhetychnoyi syrovyny na vyrobnytstvo tverdoho biopalyva. [Potential opportunities for growing bioenergy raw materials for the production of solid biofuels.] *Agrosvit. – Agricultural world (1–2), 33–45* [in Ukrainian].
5. Dyrektyva Yevropeiskoho Parlamentu ta rady 2009/28/ES vid 23 kvitnia 2009 roku pro zaokhochennia do vykorystannia enerhii, vyroblenoi z vidnovliuvalnykh dzherel. [Directive 2009/28 / EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources.]: *Ofitsiinyi visnyk Yevropeiskoho soiuzu – Official Journal of the European Union* [in Ukrainian].
6. Humentyk M.YA., Kvak V.M., Zamoys'kyy O.I., ta in. (2015) Vplyv elementiv mekhanizovanoyi tekhnolohiyi vyroshchuvannya na produktyvnist' biomasy miskantusu. [Influence of elements of mechanized cultivation technology on miscanthus biomass productivity]. *Visnyk Dnipropetrovs'koho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu – Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*, *4, 50–54* [in Ukrainian].
7. Humentyk M.Ya. (2019). Osoblyvosti tekhnolohii zmishanoho vyroshchuvannia bioenerhetychnykh zlakovykh kultur dlia vyrobnytstva biopalyva [Features of technology of mixed cultivation of bioenergy cereals for biofuel production.]. *Bioenerhetyka – Bioenergy, 1, 16–18* [in Ukrainian].
8. Caslin, B., Finnan J., Easson L. (2011). Miscanthus best practice guidelines Teagasc: *Ecclesville Printing Services, V. 52 p. 91*
9. Miskantus v Ukraini: kolektyvna monohrafiia. Kolektyv avtoriv (2019).[Miscanthus in Ukraine: a collective monograph.] K.: TOV TsP «Komprint» [in Ukrainian].
10. Hanzhenko O.M. (2015) Tekhnolohiia vyrobnytstva tverdoho biopalyva z miskantusu. [Miscanthus solid biofuel production technology]. *Bioenerhetyka – Bioenergy*, *2, 13–17*.
11. Doronin V.A., Dryha V.V., Kravchenko YU. A, Doronin V.V. (2018). Sposoby pidvyshchennya vykhodu sadyvnoho materialu miskantusu hihant·s'koho [Methods of increasing the yield of planting material of giant miscanthus] *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kul'tur i tsukrovykh buryakiv : zb. nauk. prats' / In-t bioenerhet. kul'tur i tsukr. buryakiv, Nats. akad. ahrar. nauk Ukrayiny – Inst. Of Bioenergy. crops and sugar. beets, Nat. acad. agrarian. Sciences of Ukraine*. *Kyyiv: FOP Korzun D.YU., 26, 11–20* [in Ukrainian]
12. Royik M.V. (2019). Miskantus v Ukrayini : monohrafiya [Miscanthus in Ukraine: monograph]. *Kyyiv: FOP Yamchyns'kyy O.V. [*in Ukrainian]
13. Royik M.V., Kurylo V.L., Humentyk M.YA (2010). Enerhetychni kul'tury dlya vyrobnytstva biopalyva. [Energy crops for biofuel production].Poltava: *Naukovi pratsi Poltavs'koyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi – Scientific works of Poltava State Agrarian Academy, 7, 12–15* [in Ukrainian].

14. Kurylo V.L., Humentyk M.YA., Kvak V.M. (2010) Miskantus – perspektyvna enerhetychna kul'tura dlya vyrobnytstva biopalyva [Miscanthus – a promising energy crop for biofuel production]. *Ahrobiolohiya – Agrobiology, 4 (80), 62–66* [in Ukrainian].
15. Khivrych O.B., Kurylo V.L., Kvak V.M. (2011) Enerhetychni roslyny, yak syrovyna dlya biopalyva [Energy plants as raw materials for biofuels]. *Propozytsiya – Proposal*, *6*, *68* [in Ukrainian].
16. Dospehov, B.A. (1979). Metodika polevogo opyta [Field experiment methodology]. Moskva: Kolos [In Russian].
17. Hanzhenko O.M., Kurylo V.L., Humentyk M.YA., ta in. (2016) Metodychni rekomendatsiyi z tekhnolohiyi vyroshchuvannya i pereroblyannya miskantusu hihant·s'koho [Guidelines for the technology of cultivation and processing of giant miscanthus]. K.: TOV «TSP «Komprynt» [in Ukrainian].
18. Rakhmetov D.B., Kalens'ka S.M., Fedorchuk M.I., ta in. (2017) Metodychni rekomendatsiyi z optymizatsiyi tekhnolohiyi vyroshchuvannya miskantusu v riznykh hruntovo-klimatychnykh zonakh Ukrayiny. [Methodical recommendations for optimizing the technology of growing miscanthus in different soil and climatic zones of Ukraine]. *Vydavnychyy tsentr «Kolos»: DVNZ Khersons'kyy derzhavnyy ahrarnyy universytet – Kolos Publishing House: Kherson State Agrarian University* [in Ukrainian].

Дековець В.О., Кулик М.І., Галицька М.А. Біологізація технології вирощування міскантусу гігантського на біопаливо

Нині вивчення шляхів збільшення обсягу біомаси енергетичних культур для біопаливного використання набуває актуального значення, що пов'язують із можливістю отримання додаткової енергії із поновлюваного рослинного ресурсу. Не менш важливим чинником при цьому є екологія довкілля. Адже за вирощування енергокультур необхідно мінімізувати вплив на навколишнє природне середовище та дотримуватися принципу сталості. Саме тому **метою** нашого дослідження було встановити вплив біологізації вирощування міскантусу гігантського на основі сумісного вирощування з бобовими культурами (без застосування добрив) на врожайність біомаси. Польовий дослід будо закладено та проведено в центральній частині Лісостепу на базі Полтавського державного аграрного університету. Ґрунти дослідної ділянки – чорноземи типові середньогумусні. **Методи.** Під час проведення досліджень застосовували загальнонаукові та спеціальні методи: стаціонарного польового досліду, аналізу й узагальнення, дисперсійний та кореляційний аналізи. **Результати.** За результатами багаторічного дослідження встановлено зростання вмісту органічної речовини ґрунту на варіантах сумісного вирощування міскантусу гігантського з бобовими культурами. При цьому депонування карбону в ґрунті варіювало в межах від 1,56 до 3,27%. Верхня частина орного шару ґрунту містили більший відсоток органічної речовини, нижня – значно менший. Визначено збільшення врожайності зеленої маси (до 52,3 т/га) та сухої біомаси (до 15,6 т/га) за сумісного вирощування трьохрічних рослин міскантусу гігантського з люпином багаторічним. Сумісне вирощування міскантусу з конюшинною та люцерною теж збільшувало врожайність, але лише на 0,5 т/га за сухою біомасою. На противагу варіанти міскантусу гігантського із люпином сприяли суттєвому зростанню врожаю на 1,1 т/га більше порівняно із контролем. Встановлено, що вміст органічної речовини в ґрунті має сильний зв'язок із врожайністю сухої біомаси міскантусу гігантського на усіх варіантах досліду за коефіцієнтів кореляції r ≥ 0,7. **Висновки.** Отже, застосування сумісного вирощування міскантусу гігантського разом із бобовими культурами сприяє збільшенню органічної речовини в ґрунті за одночасного зростання врожайності біомаси.

Ключові слова: міскантус гігантський, способи вирощування, технологія вирощування, урожайність, біомаса.

Dekovetz V.O., Kulyk M.I., Galytska M.A. Biologization of the technology of growing giant miscantus on biofuels

Purpose. Currently, the study of ways to increase the amount of biomass of energy crops for biofuels is gaining relevance. Which is related to the possibility of obtaining additional energy from renewable plant resources. No less important factor is the ecology of the environment. After all, the cultivation of energy crops must minimize the impact on the environment and adhere to the principle of sustainability. Therefore, the aim of our study was to establish the impact of biologization of giant miscanthus cultivation, based on co-cultivation with legumes (without fertilizers) on biomass yield. The field experiment will be established and conducted in the central part of the Forest-Steppe on the basis of Poltava State Agrarian University. The soils of the research area are typical medium humus chernozems.

Methods. During the research general and special methods were used: stationary field experiment, an alysis and generalization, variance and correlation analysis**.** General and special: stationary field experiment, analysis and generalization, analysis of variance and correlation.

Results. According to the results of many years of research, an increase in the organic matter content of the soil has been established on the options of joint cultivation of giant miscanthus with legumes. The carbon deposition in the soil ranged from 1.56 to 3.27%. The upper part of the arable soil layer contained a higher percentage of organic matter, the lower – much less. An increase in the yield of green mass (up to 52.3 t/ha) and dry biomass (up to 15.6 t/ha) was determined by joint cultivation of three-year-old giant miscanthus plants with perennial lupine. Combined cultivation of miscanthus with clover and alfalfa also increased yields, but only by 0.5 t/ha for dry biomass. In contrast, variants of giant miscanthus with lupine contributed to a significant increase in yield by 1.1 t/ha more than the control.

Conclusions. It was found that the content of organic matter in the soil has a strong relationship with the yield of dry biomass of giant miscanthus in all variants of the experiment with correlation coefficients r ≥ 0.7. Thus, the use of co-cultivation of giant miscanthus with legumes contributes to the increase of organic matter in the soil while increasing biomass yields.

Key words: Miscanthus giganteus, methods of cultivation, cultivation technology, yield, biomass**.**

УДК 632.3/.4
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.5

ЗНИЖЕННЯ УРАЖЕНОСТІ РОСЛИН СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ХВОРОБАМИ ЗА МІКОРИЗАЦІЇ ГРИБАМИ ТА СИМБІОЗУ З АЗОТФІКСУЮЧИМИ БАКТЕРІЯМИ ЇХ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ

ДИМИТРОВ С.Г. – кандидат сільськогосподарських наук
https://orcid.org/0000-0002-0377-9596
Національний університет біоресурсів і природокористування
САБЛУК В.Т. – доктор сільськогосподарських наук, професор
https://orcid.org/0000-0002-6124-4346
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків
ТАНЧИК С.П. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
член-кореспондент Національної академії аграрних наук України
https://orcid.org/0000-0002-4975-7720
Національний університет біоресурсів і природокористування

Вступ. Широке застосування біопрепаратів у практиці сільського господарства обмежується їх несумісністю з більшістю хімічних засобів захисту рослин від хвороб. Санітарний стан сучасного насінництва залишає бажати кращого, і скільки б не намагались досягти високого та якісного врожаю за рахунок оптимізації живлення рослин, ураження хворобами зведе нанівець усі зусилля. Тому протруєння посівного матеріалу є обов'язковим агроприйомом [1].

Деякі представники ризосферних і ендофітних бактерій проявляють антагоністичні властивості до фітопатогенів і підвищують імунітет рослин, тому ця властивість широко застосовується у світовій практиці [2, 3]. Чимало штамів азотфіксувальних і фосформобілізуючих мікроорганізмів також мають аналогічну здатність [4, 5].

Пошук нових біологічних препаратів триває, і обробка насіння мікробними біофунгіцидами на основі окремих штамів – представників родів *Bacillus, Pseudomonasi Trichodermay* – уможливило зниження ураженості насіння зернових культур збудниками кореневих гнилей на 62%, фузаріозів – на 63%, альтернаріозів – на 56%, мікроміцетів – на 49% [6, 7].

Хімічний метод захисту рослин, хоч і продовжує займати провідне місце в арсеналі заходів боротьби, внаслідок властивих йому недоліків поступово витісняється екологобезпечними біологічними препаратами [8], ефективними проти шкідливих організмів.

Значне місце у підвищенні продуктивності і стійкості сільськогосподарських культур до хвороб приділяється біопрепаратам на основі біологічно активних речовин, зокрема регуляторам росту. Вони разом із фітостимулювальною дією через здатність активувати обмін речовин та брати участь в окисно-відновлювальних процесах впливають на стійкість рослин до шкідливих організмів [9–11].

Крім того, мікробні препарати сприяють зростанню чисельності мікроорганізмів окремих еколого-трофічних груп у ризосферному ґрунті, що опосередковано свідчить про метаболічні зміни бактеризованих рослин, та покращують продукційний процес сільськогосподарських культур [12–14].

Отже, правильне застосування біопрепаратів окремо і в комплексі дозволить істотно знизити хімічне навантаження на екосистеми, значно поліпшити якість сільськогосподарської продукції і, зрештою, здоров'я людини.

Мета досліджень – встановити вплив мікорізації кореневої системи рослин сільськогосподарських культур на зменшення їх ураженості найбільш поширеними хворобами.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України в умовах Веселоподільської дослідно-селекційної станції (ВПДСС), яка знаходиться на Лівобережжі Дніпра в зоні типового Лісостепу. Ґрунтовий покрив відзначається строкатістю – переважають чорноземи солонцюваті та слабосолонцюваті.

Для дослідів використовували гриби везикулярно-арбускулярної мікоризації *Tuber melanosporum* Vittad. (препарат Міковітал) та *Trichoderma harzianum* Rifai (препарат Мікофренд) і бактерії *Bacillus subtilis* Cohn. (препарат Флоробацилін).

Досліди проводили у 4-кратній повторності, площа дослідних ділянок – 25 м^2. Визначали ураженість рослин пшениці озимої кореневими гнилями, борошнистою росою та іржею, а рослини кукурудзи – пухирчастою сажкою, гельмінтоспоріозом листя й іржею.

Зокрема, для визначення ураженості кореневої системи рослин пшениці озимої гнилями на захисній смузі кожної повторності викопували по 10 рослин, кореневу систему обрізали до кореневої шийки, очищали від землі, промивали водою і візуально визначали наявність хвороб і ступінь їх розвитку за формулами.

Поширеність хвороби (P) у варіантах:

$$P = \frac{У * 100}{n} \quad (1)$$

де У – кількість уражених хворобою рослин, шт;
n – загальна кількість рослин у пробі.

Ступінь розвитку хвороб (R) у відсотках:

$$R = \frac{(a * b)}{n} \quad (2)$$

n – загальна кількість рослин у пробі, шт;
(a*b) – сума добутків кількості рослин на відповідний їм бал ураженості.

Для визначення ураженості іншими хворобами на кожній повторності відбирають підряд у рядку по 10 рослин і візуально визначають процент уражених рослин і ступінь розвитку тієї чи іншої хвороби за формулами 1 і 2.

Результати досліджень. Як свідчать дані таблиць 1 і 2, у варіантах із мікоризоутворювальними грибами й азотфіксувальними бактеріями ураженість рослин сільськогосподарських культур хворобами істотно менша порівняно з контролем.

Зокрема, ураженість рослин пшениці озимої кореневими гнилями у варіантах із грибами (препарати Мікофренд і Міковітал) і бактеріями (препарат Флоробацилін) була за поширеністю на 4,4–6,5%, а за розвитком – на 3,0–3,2% меншою, ніж у контролі. Так само це стосується ураженості листків цих культур борошнистою росою і бурою іржею. Різниця з показниками у варіантах із препаратом Мікофренд і контролем становила відповідно за поширеністю 9,9–21,1%, а за розвитком – 5,3–10,4%. У варіантах із препаратом Флоробацилін – 9,0–15,9% і 5,5–8,8%, а з препаратом Міковітал – 11,3–18,3% і 6,7–8,6% (табл. 1).

У посівах кукурудзи відзначали ураженість рослин пухирчастою сажкою, гельмінтоспоріозом та іржею (табл. 2).

У варіантах із мікоризоутворювальними грибами й азотфіксувальними бактеріями поширеність цих хвороб і їх розвиток були істотно меншими порівняно з контролем. Так, у варіантах із препаратом Мікофренд (гриб *Trichoderma harzianum* Rifai) поширеність пухирчастої сажки становила 4,1%, а розвиток хвороби – 2,5%, що на 3,7–5,8% менше, ніж у контролі. Різниця у показниках ураженості рослин гельмінтоспоріозом і іржею між дослідом і контролем у варіантах із цим препаратом була значно відчутною, ніж у показниках згаданої вище хвороби, і становила 11,9–22,9%.

Щодо показників урожайності рослин цими хворобами у варіантах із препаратами Флоробацилін і Міковітал, то вони також помітно різняться порівняно з контролем. Зокрема, у варіантах із препаратом Міковітал ця різниця становила за поширеністю 18,8–20,9%, а за розвитком – 11,0–13,8%. У варіантах із препаратом Флоробацилін ці показники різниці між дослідом і контролем були дещо нижчими, ніж у варіантах із препаратом Міковітал, і становили відповідно 4,9–15,2% і 1,4–8,6%. При цьому різниця в ураженості рослин пухирчастою сажкою за її розвитком становила всього 1,4%, що за межею достовірності (P-level становив 0,07 за межі достовірності 0,05) у таблиці 3.

Причиною зниження ураженості рослин пшениці м'якої озимої і кукурудзи звичайної хворобами можна вважати підвищену їх здатність протистояти розвитку збудників цих хвороб за рахунок більшої маси кореневої системи і листкового апарату, а тому кращого забезпечення поживними речовинами і вологою, більш інтенсивного процесу фотосинтезу тощо порівняно з контролем.

Зокрема, за даними наших досліджень, маса кореневої системи цих рослин у різні терміни вегетації у варіантах із мікоризоутворювальними грибами й азотфіксувальними бактеріями була на 51,9–130,1%, а площа листкової поверхні – на 29,4–54,4% більшою, ніж у контролі.

Крім того, є висловлювання окремих дослідників про те, що мікориза дає сигнал рослині про можливість її зараження тією чи іншою хворобою, а та шукає варіант протидії цьому процесу.

Таблиця 1

Ураженість рослин пшениці озимої за мікоризації її кореневої системи (ВПДСС), 2017–2022 рр.

Хвороби	Ураженість рослин хворобами, %													
	контроль		мікофренд				флоробацилін				міковітал			
	поширення	розвиток	поширення	+- до контролю	розвиток	+- до контролю	поширення	+- до контролю	розвиток	+- до контролю	поширення	+- до контролю	розвиток	+- до контролю
Кореневі гнилі	12,0	5,4	5,5	6,5	2,4	3,0	7,6	4,4	2,3	-3,1	6,8	-5,2	2,2	-3,2
Борошниста роса	16,4	8,9	6,5	-9,9	3,6	-5,3	7,4	-9,0	3,4	-5,5	5,1	-11,3	2,2	-6,7
Бура іржа листя	32,7	16,1	-11,6	-21,1	5,7	-10,4	16,8	-15,9	7,3	-8,8	14,4	-18,3	17,5	-8,6

Таблиця 2

Ураженість рослин кукурудзи звичайної за мікоризації її кореневої системи (ВПДСС), 2017–2022 рр.

Хвороби	Ураженість рослин хворобами, %													
	контроль		мікофренд				флоробацилін				міковітал			
	поширення	розвиток	поширення	+- до контролю	розвиток	+- до контролю	поширення	+- до контролю	розвиток	+- до контролю	поширення	+- до контролю	розвиток	+- до контролю
Сажка пухирчаста	2,6	1,2	1,1	-1,5	0,5	-0,7	1,7	-0,9	0,8	-0,4	1,4	-1,1	0,7	-0,5
Гельмінтоспоріоз листків	46,0	23,2	33,1	-12,9	16,8	-6,3	31,9	-14,0	16,7	-6,5	30,9	-15,1	16,4	-6,7
Іржа	36,3	19,4	25,0	-11,3	13,5	-6,0	31,1	-5,2	16,8	-2,7	28,8	-7,5	15,4	-4,1

Таблиця 3

P-level пшениці озимої та кукурудзи, ВПДСС, 2017–2022 рр.

за розвитком	Пшениця озима			Кукурудза		
	Мікофренд	Флоробацилін	Міковітал	Мікофренд	Флоробацилін	Міковітал
30	0,03	0,03	0,03	0,03	0,07	0,02
60	0,02	0,02	0,01	0,007	0,01	0,006
90	0,008	0,009	0,009	0,008	0,009	0,008

Висновки

1. За використання мікоризоутворюальних грибів *Tuber melanosporum* Vittad. та *Trichoderma harzianum* Rifai і бактерії Bacillus subtilis Cohn. ураженість рослин пшениці м'якої озимої і кукурудзи звичайної хворобами істотно зменшується порівняно з контролем.

2. Основною причиною зменшення ураженості рослин цих культур хворобами за мікоризації їх кореневої системи є їхня здатність протидіяти зараженню патогенами за рахунок підвищеної життєдіяльності через покращення забезпечення елементами живлення і вологою і більш інтенсивного, ніж у контролі, процесу фотосинтезу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гончар Н.В., Каменєв І.В., Клочко В.С. Мікробні препарати як один із елементів технології вирощування сільськогосподарських культур. *Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки*: матер. X Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Кіровоград, 5–6 лист. 2015 р.). Кіровоград: КНТУ, 2015. С. 61–62.
2. Killian M., Jungle H., Steiner U., Krieg U. Einfluss von Umweltfaktoren auf die ertragssteigernde Wirkung von FZB24 *Bacillus subtilis* bei Kartoffeln. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*. Berlin-Dahlem, 1998. Nr. 357. S. 361.
3. Schmiedeknecht G., Jungle H., Grosch R., Bochow H. Anwendungsmöglichkeiten von *Bacillus subtilis* für den biologischen Pflanzenschutz. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*. Berlin-Dahlem, 1998. Nr. 357. S. 354.
4. Дятлов К.Д. Микробные препараты в растениеводстве. *Соросовский образовательный журнал*. 2001. Т. 7, № 5. С. 17–22.
5. Патика В.П., Тихонович І.А., Філіп'єв І.Д. та ін. Мікроорганізми і альтернативне землеробство / за ред. В.П. Патики. Київ: Урожай, 1993. 176 с.
6. Кузин А.И., Кириченко П.М., Кузнецова Н.И. Фунгицидные свойства штамма *Bacillus subtilis*. *Сельскохозяйственная микробиология в XIX–XXI веках*: тез. докл. Всерос. конф. (г. Санкт-Петербург, 14–19 июня 2001 г.). Санкт-Петербург: Изд-во ВНИИСХМ, 2001. С. 30.
7. Курдиш І.К., Рой А.О., Бега З.Т., Булавенко Л.В. Гранульовані мікробні препарати комплексної дії на рослини. *Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету*. 2003. Спец. вип. С. 267-270.
8. Соколов М.С. Состояние, проблемы и перспективы применения экологически безопасных пестицидов в растениеводстве. *Агрохимия*. 1990. № 10. С. 124–145.
9. Пономаренко С.П., Анішин Л.А., Оверченко Б.П. Висока безпека – висока віддача. Вплив регуляторів росту на врожайність і стійкість рослин проти шкідників та збудників хвороб. *Захист рослин*. 2003. № 12. С. 17–18.
10. Меркушина А.С. Використання регуляторів росту в імунітеті рослин. *Збірник наукових праць, присвячений 100-річчю з дня народження С.С. Рубіна* / за ред. В.О. Єщенко, П.Г. Копитко. Умань: УСГА, 2000. С. 226–229.
11. Пономаренко С.П. Регулятори росту рослин на основі N-оксидів похідних піридину (фізико-хімічні властивості й біологічна активність). Київ: Техніка, 1999. 272 с.
12. Иутинская Г.А., Остапенко А.Д., Андреюк Е.И. Устойчивость микробных сообществ почвы под озимой пшеницей при разных агротехнологиях ее возделывания. *Мікробіологічний журнал*. 1993. Т. 55, № 2. С. 3–7.
13. Патика В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. та ін. Біологічний азот / за ред. В.П. Патики. Київ: Світ, 2003. 422 с.
14. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М. та ін. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / за ред. В.В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2006. 312 с.

REFERENCES:

1. Honchar, N.V., Kameniev, I.V., & Klochko, V.S. (2015, November). Mikrobni preparaty yak odyn iz elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur [Microbial preparations as one of the elements of technology of cultivation of agricultural crops]. Problemy konstruiuvannia, vyrobnytstva ta ekspluatatsii silskohospodarskoi tekhniky: materialy X Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii [Problems of design, production and operation of agricultural machinery: materials of the X International scientific-practical conference] (pp. 61–62). Kirovohrad: KNTU [in Ukrainian].
2. Killian, M., Jungle, H., Steiner, U., & Krieg, U. (1998). Einfluss von Umweltfaktoren auf die ertragssteigernde Wirkung von FZB24 *Bacillus subtilis* bei Kartoffeln. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*. Berlin-Dahlem, 357, 361.
3. Schmiedeknecht, G., Junge, H., Grosch, R., & Bochow, H. (1998). Anwendungsmöglichkeiten von *Bacillus subtilis* für den biologischen Pflanzenschutz. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*. Berlin-Dahlem, 357, 354.
4. Schmiedeknecht, G., Jungle, H., Grosch, R., & Bochow, H. (1998). Anwendungsmöglichkeiten von *Bacillus subtilis* für den biologischen Pflanzenschutz. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*. Berlin-Dahlem, 357, 354.

5. Dyatlov, K.D. (2001). Mikrobnye preparaty v rastenievodstve [Microbe preparations in plant growing]. *Sorosovskiy obrazovatel'nyy zhurnal – Soros educational journal*, 7(5), 17–22 [in Russian].
6. Patyka, V.P., Tykhonovych, I.A., Filipiev, I.D., Hamaiunova, V.V., & Andrusenko, I.I. (1993). Mikroorhanizmy i alternatyvne zemlerobstvo [Microorganisms and alternative farming]. V.P. Patyka (Ed.). Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
7. Kuzin, A.I., Kirichenko, P.M., & Kuznetsova, N.I. (2001, June). Fungitsidnye svoystva shtamma *Bacillus subtilis* [Fungicidal properties of the *Bacillus subtilis* strain]. Sel'skokhozyaystvennaya mikrobiologiya v XIX–XXI vekakh: tezisy dokladov Vseros. konf. [Agricultural microbiology in the XIX-XXI centuries: abstracts of the All-Russian conference] (p. 30). Sankt-Peterburg: VNIISKhM Publ. [in Russian].
8. Kurdysh, I.K., Roi, A.O., Beha, Z.T., & Bulavenko, L.V. (2003). Hranulovani mikrobni preparaty kompleksnoi dii na roslyny [Granular microbial preparations of complex action on plants]. Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu [Collection of scientific works of Uman State Agrarian University], Special issue, 267–270.
9. Sokolov, M.S. (1990). Sostoyanie, problemy i perspektivy primeneniya ekologicheski bezopasnykh pestitsidov v rastenievodstve [Status, problems and prospects of using environmentally friendly pesticides in crop production]. *Agrokhimiya – Agrochemistry*, 10, 124–145 [in Russian].
10. Ponomarenko, S.P., Anishyn, L.A., & Overchenko, B.P. (2003). Vysoka bezpeka – vysoka viddacha. Vplyv rehuliatoriv rostu na vrozhainist i stiikist roslyn proty shkidnykiv ta zbudnykiv khvorob [High security – high return. Influence of growth regulators on yield and resistance of plants against pests and pathogens]. *Zakhyst roslyn – Plant protection*, 12, 17–18 [in Ukrainian].
11. Merkushyna, A.S. (2000). Vykorystannia rehuliatoriv rostu v imuniteti roslyn [The use of growth regulators in plant immunity]. Zbirnyk naukovykh prats, prysviachenyi 100-richchiu z dnia narodzhennia S.S. Rubina [Collection of scientific works dedicated to the 100th anniversary of the birth of S.S. Rubin] (pp. 226–229). V.O. Yeshchenko, P.H. Kopytko (Eds.). Uman: USAA [in Ukrainian].
12. Ponomarenko, S.P. (1999). Rehuliatory rostu roslyn na osnovi N-oksydiv pokhidnykh pirydynu (fizyko-khimichni vlastyvosti y biolohichna aktyvnist) [Plant growth regulators based on N-oxides of pyridine derivatives (physicochemical properties and biological activity)]. Kyiv: Tekhnika [in Ukrainian].
13. Iutinskaya, G.A., Ostapenko, A.D., & Andreyuk, E.I. (1993). Ustoychivost' mikrobnykh soobshchestv pochvy pod ozimoy pshenitsey pri raznykh agrotekhnologiyakh ee vozdelyvaniya [Stability of soil microbial communities under winter wheat with different agrotechnologies of its cultivation]. *Mikrobiolohichnyi zhurnal – Microbiological Journal*, 55(2), 3–7 [in Russian].
14. Patyka, V.P., Kots, S.Ya., Volkohon, V.V., Sherstoboieva, O.V., Melnychuk, T.M., Kalinichenko, A.V., & Hrynyk, I.V. (2003). *Biolohichnyi azot* [Biological nitrogen]. V.P. Patyka (Ed.). Kyiv: Svit [in Ukrainian].
15. Volkohon, V.V., Nadkernychna, O.V., Kovalevska, T.M., Tokmakova, L.M., Kopylov, Ye.P., Kozar, S.F., … Khalep, Yu.M. (2006). *Mikrobni preparaty u zemlerobstvi. Teoriia i praktyka* [Microbial preparations in agriculture. Theory and practice]. V.V. Volkohon (Ed.). Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

Димитров С.Г. Саблук В.Т., Танчик С.П. Зниження ураженості рослин сільськогосподарських культур хворобами за мікоризації грибами та симбіозу з азотфісуючими бактеріями їх кореневої системи

Мета. Встановити вплив мікорізації та азотфіксації кореневої системи рослин сільськогосподарських культур на зменшення їх ураженості найбільш поширеними хворобами. **Методи.** Польові, лабораторні та статистичні. **Результати.** За результатами проведених досліджень встановлено, що мікоризація кореневої системи рослин сільськогосподарських культур істотно впливає на зниження їх ураженості найбільш поширеними хворобами. Зокрема, за використання мікоризоутворювальних грибів *Trichoderma harzianum* RIFAI та *Tuber melanosporum* Vittad. і азотфіксувальних бактерій *Bacillus subtilis* Cohn. (препарати Мікофренд, Міковітал і Флоробацилін) отримано позитивні результати щодо зниження ураженості рослин пшениці м'якої озимої і кукурудзи звичайної такими небезпечними хворобами, як кореневі гнилі, борошниста роса, бура іржа, пухирчаста сажка, гельмінтоспоріоз тощо. Так, у варіантах із препаратами Мікофренд, Міковітал і Флоробацилін ураженість хворобами рослин пшениці м'якої озимої і кукурудзи звичайної за поширеністю була на 4,4–21,3%, а за розвитком – на 3,0–13,8% меншою, ніж у контролі. Особливо відчутним було зниження ураженості рослин пшениці озимої і кукурудзи іржею і гельмінтоспоріозом, яке у варіантах із мікоризоутворювальними грибами і бактеріями становило за поширеністю 15,2–21,3%, а за розвитком – 8,6–13,8% порівняно з контролем. **Висновки.** Основною причиною зменшення ураженості рослин цих культур хворобами за мікоризації їх кореневої системи є їхня здатність протидіяти зараженню патогенами за рахунок підвищеної життєдіяльності через покращення забезпечення елементами живлення і вологою і більш інтенсивного, ніж у контролі, процесу фотосинтезу.

Ключові слова: рослини, гельмінтоспоріоз, бура іржа, пухирчаста іржа, кореневі гнилі, поширеність, хвороби, мікоризоутворювальні гриби, бактерії, ураженість.

Dymytrov S.H. Sabluk V.T., Tanchyk S.P. Decrease of plant affection by diseases under fungal mycorrhization and symbiosis of their root system with nitrogen-fixing bacteria

Purpose. Reveal the effect of mycorrhization and nitrogen fixation of the root system of crops on the decrease of their affection by the most common diseases. **Methods.** Field, laboratory, and statistical. **Results.** According to the results of research, it was found that the mycorrhization of the crop root system significantly reduces their affection by the most common diseases. In particular, application of mycorrhizal fungi *Trichoderma harzianum* RIFAI, *Tuber melanosporum* Vittad., and nitrogen-fixing bacteria *Bacillus subtilis* Cohn., containing in biological products Mycofriend, Mikovital, and Florobacillin, respectively, have shown positive results in the decrease of the affection of soft winter wheat and maize by dangerous diseases such as root rots, powdery mildew, brown rust, blister smut, helminthosporium, etc. Thus, in

the treatments with Mycofriend, Mikovital, and Florobacillin, the occurrence of diseases in soft winter wheat and maize was 4.4–21.3% less than in control and development 3.0–13.8% less than in control. Particularly noticeable was the decrease of winter wheat and maize affection by rust and helminthosporium, which in the treatments with mycorrhizal fungi and bacteria was 15.2–21.3% less in terms of occurrence and 8.6–13.8% less in terms of development, compared to the control. **Conclusions.** The main reason for the decrease of affection of crops by diseases under mycorrhization of their root system is their ability to withstand the infection by pathogens due to increased vital functions through improving provision with nutrients and moisture and more intensive process of photosynthesis, than in the control.

Key words: plants, helminthosporium, brown rust, blister rust, root rots, occurrence, diseases, mycorrhizal fungi, bacteria, affection.

УДК 631.82:631.559:633.854.78
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.6

ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ ВОДОСПОЖИВАННЯ СОНЯШНИКА ВИСОКООЛЕЇНОВОГО ТИПУ ЗА УМОВ ЗМІНИ КЛІМАТУ

ДОМАРАЦЬКИЙ Є.О. – доктор сільськогосподарських наук
https://orcid.org/0000-0003-3912-1611
Херсонський державний аграрно-економічний університет
ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ А.В. – кандидат сільськогосподарських наук, провідний науковий співробітник
https://orcid.org/0000-0003-1605-2879
Державна установа «Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України»
КОЗЛОВА О.П. – кандидат сільськогосподарських наук
https://orcid.org/0000-0002-9062-5981
Херсонський державний аграрно-економічний університет
ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ П.А. – здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії, в.о. директора ДУ
https://orcid.org/0000-0003-1605-2879
Державна установа «Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України»
ЛАВРИШИНА О.Є. – науковий співробітник
https://orcid.org/0000-0002-2774-8866
Державна установа «Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України»

Постановка проблеми. У гостро посушливих умовах Південного Степу України волога залишається вирішальним, а відтак і лімітуючим продуктивність чинником більшості сільськогосподарських культур. Від рівня її наявності у ґрунті та повітрі залежить особливість умов функціонування усіх без винятку агроценозів [1, с. 56; 2, с. 5–10]. Проте встановлено певну частину випадків формування високого рівня продуктивності того чи того агроценозу за умов істотного дефіциту вологозабезпечення, відповідно, рослини мають механізми по-різному використовувати ґрунтові запаси вологи. Така здатність рослинних організмів не компенсує усього дефіциту, але частку його можна легко покрити економним використанням води [3, с. 4–20]. Активація процесів економного використання вологи рослинами сільськогосподарських культур за умов сучасних змін клімату як на глобальному, так і регіональному рівнях є першочерговим завданням сталого розвитку галузі рослинництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Впродовж останніх років клімат планети зазнає істотних змін: одні країни потерпають від прояву аномально високих температур, інші, навпаки, від занадто суворих і снігових зим, що є нехарактерними для тих чи інших місць. Екологи наголошують на глобальних змінах кліматичних умов, що проявляється у підвищенні середньої річної температури навколишнього середовища. Як наслідок такого процесу відбувається танення льодовиків і підвищення рівня Світового океану. За результатами кліматичних трансформацій відбувається і розбалансування усіх природних систем, що призводить до зміни режиму випадання опадів, температурних аномалій і збільшення частоти екстремальних явищ (урагани, градобої, повені, посухи, ерозія ґрунтів тощо) [4, с. 339; 5, с. 101–103].

Висновки багатьох учених свідчать про те, що кліматичні зміни, які частішають, можуть у майбутньому призвести до ще більш непередбачуваних наслідків, якщо людство не буде вживати відповідних попереджувальних заходів. Серед основних причин глобальної зміни клімату вчені світу відзначають: антропогенний фактор, підвищення в кругообігу вуглекислого газу, радіаційний прогрів атмосфери через поглинання інфрачервоного випромінювання за домінуючого впливу конвективного теплообміну, зміну течій в Північному Льодовитому океані (холодна Лабрадорська течія в районі Гренландії і теплий Гольфстрім), що призводить до періодичних катастрофічних епох стабільного зниження і збільшення температурного режиму в Північній півкулі. Клімат на регіональному рівні формується під впливом трьох найважливіших чинників: циркуляції атмосфери, сонячної інсоляції і рельєфу [6, с. 62]. За розробленими сценаріями очікуваних змін клімату до 2030 р. для різних районів нашої планети прогнозовано збільшення теплого періоду на 16–23 доби, а сума ефективних температур (більше 5 ˚С) – на 437–481 ˚С. [7, с. 9].

Наслідки зміни клімату для сільського господарства країни загалом досить складні та неоднозначні. Зміна клімату може мати і деякі позитивні аспекти, з істотною ймовірністю встановлено, що потепління до 2–2,5 °С може сприяти збільшенню урожайності багатьох сільськогосподарських культур (зокрема пшениці) на нашій території за деяких регіональних відмінностей. За межами цього потепління врожайність усіх культур буде зменшуватися. Нині підвищення температури в Україні вже становить 1–1,5 °С і наближається до 2 °С. Вже майже немає територій із обмеженими тепловими ресурсами для вирощування теплолюбних культур (кукурудзи, сої) [8, с. 143–144; 9, с. 69–72].

Більшість рослин виробляють власні регулятори росту (цитокініни, гіббереліни, ауксини тощо). Однак в умовах прояву стресових ситуацій, що несуть зміни клімату (посуха, спека, вітер, нічні заморозки, фітотоксичність), вироблення власних фітогормонів істотно знижується. Наслідком цього є помітне ослаблення рослин, порушення внутрішньої програми їх розвитку та зниження імунітету, що робить рослини більш чутливими до впливу хвороб, шкідників та інших несприятливих факторів довкілля. Для зменшення негативного впливу стресових факторів та стабілізації процесів життєдіяльності рослинного організму можуть використовуватися препарати, що містять фітогормони та інші синтетичні стимулятори ростових процесів. Дія таких речовин спрямована на пролонгацію періоду активного протікання процесів фотосинтезу, призупинення життєдіяльності листового апарату, а відтак і посилення ростових функцій [10, с. 205; 11, с. 10; 12, с. 34].

Впродовж останніх 15 років були створені принципово нові високоефективні регулятори росту рослин, спроможні істотно підвищувати продуктивність сільськогосподарських культур. Згідно з розрахунками, витрати на застосування найкращих сучасних регуляторів росту на посівах зернових культур окуповуються вартістю приростів урожаю в 30–50 разів. Застосування регуляторів росту сьогодні є одним із найбільш високорентабельних заходів підвищення врожайності всіх без винятку сільгоспкультур [13, с. 75].

Із досліджень науковців [14, с. 58–73; 15, с. 62–63] встановлено, що соняшник є вибагливою до забезпечення вологою культурою, однак потреба в ній за періодами його розвитку різна. До початку фази утворення суцвіть рослини соняшника витрачають близько 20% загальної кількості води, переважно із шару 0–50 см. Критичними для рослин соняшнику вважаються фази утворення кошика та цвітіння, у ці періоди споживається до 60% запасів доступної вологи. Завдяки своїм біологічним особливостям він здатний використовувати вологу з глибини до 3 метрів, при цьому повністю зневоднюючи 1,5-метровий шар ґрунту.

Мета статті полягає у встановленні впливу сучасних комбінованих препаратів на оптимізацію водоспоживання агроценозів соняшника в незрошуваних умовах Південного Степу України за глобальних і регіональних змін клімату.

Постановка завдання. Дослідження проводили на дослідному полі Миколаївської ДСДС ІЗЗ НААН у незрошуваних умовах впродовж 2019–2021 рр. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем південний малогумусний пилувато-важкосуглинковий на карбонатному лесі. Глибина гумусового шару 30 см, перехідного – 60 см. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (pH 6,5–6,8), гідролітична кислотність в межах 2,00–2,52 мг екв. на 100 г ґрунту. Сума увібраних основ становить 32–35 мг екв. на 100 г ґрунту, ступінь насичення основами – 95,7 %. Наявність гумусу в орному шарі ґрунту 2,90%. За вмістом рухомих елементів ґрунт дослідної ділянки характеризується середнім вмістом нітратного азоту (30,0 мг/кг за Кравковим), середнім – рухомого фосфору (100 мг/кг за Чіріковим) і дуже високим – обмінного калію (300,0 мг/кг за Чіріковим).

Для досягнення поставленої мети програмою наукових досліджень передбачалося закладення двофакторного польового досліду, в якому вивчалися різні гібриди соняшнику високоолеїнового типу вітчизняної та зарубіжної селекції (фактор А), а також позакореневі обробки рослин багатофункціональними росторегулюючими препаратами з фунгіцидними властивостями (фактор В). Гібриди соняшника, що вивчалися, – це Гектор і Оплот (оригінатор – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва); ДСЛ403 та П64ГЕ133 (виробник Corteva, Brevant) та 8Х477КЛ (виробник Dow Seeds). У досліді застосовували багатофункціональні росторегулюючі препарати хімічного походження Архітект™ та біологічного Хелафіт Комбі, вносили їх у вигляді позакореневих обробок гібридів соняшника у фазу 6–8 справжніх листків нормою 1 л/га. Багатофункціональність досліджуваних препаратів полягає у тому, що, окрім ростостимулюючих властивостей вони також володіють і фунгіцидним ефектом. Обробіток проводили ранцевим обприскувачем до 11 години дня в безвітряну погоду. На контрольному варіанті внесення препаратів не проводилося, обробіток рослин здійснювався чистою водою.

Повторність – триразова, посівна площа ділянки першого порядку становила 168 м^2, облікової – 120 м^2. Польовий дослід розташований по попереднику пшениця озима. Сівбу проводили сівалкою УПС-8 нормою 48,7 тис. шт./га. Всі обліки і спостереження виконували відповідно до загальноприйнятих методик із проведення польових дослідів у рослинництві і сортовипробуванні, методичних рекомендацій Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, існуючих ДСТУ. Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом під час сівби та збирання культури.

Облік урожаю насіння проводили вручну, з подальшим перерахунком врожайності в тони на гектар за стандартної вологості та на 100% чистоти. Оцінювання показників якості насіння проводили у лабораторії фірми «Агро плюс».

Результати досліджень і обговорення. Відповідно до численних досліджень вітчизняних учених рівень реалізації біологічного потенціалу соняшнику за вирощування в незрошуваних умовах південного регіону не перевищує і 50% [16, с. 187]. Проте практичний досвід передових господарств України, які застосовують сучасні засоби інтенсифікації технологічних схем вирощування культури, дають змогу істотно покращити реалізацію генетичного потенціалу. І одним із вирішальних факторів покращення життя рослин соняшника є використання сучасних речовин комбінованої дії, що, окрім стимулюючого ефекту, мають і фунгіцидну складову частину, яка також покращує стійкість рослин до патогенної мікрофлори.

Аналіз погодних умов 2019–2021 років досліджень дає змогу класифікувати їх як середньопосушливі типові для цієї зони вирощування. Основні погодні умови років досліджень порівняно із середньобагаторічними даними наведено на рис. 1, 2.

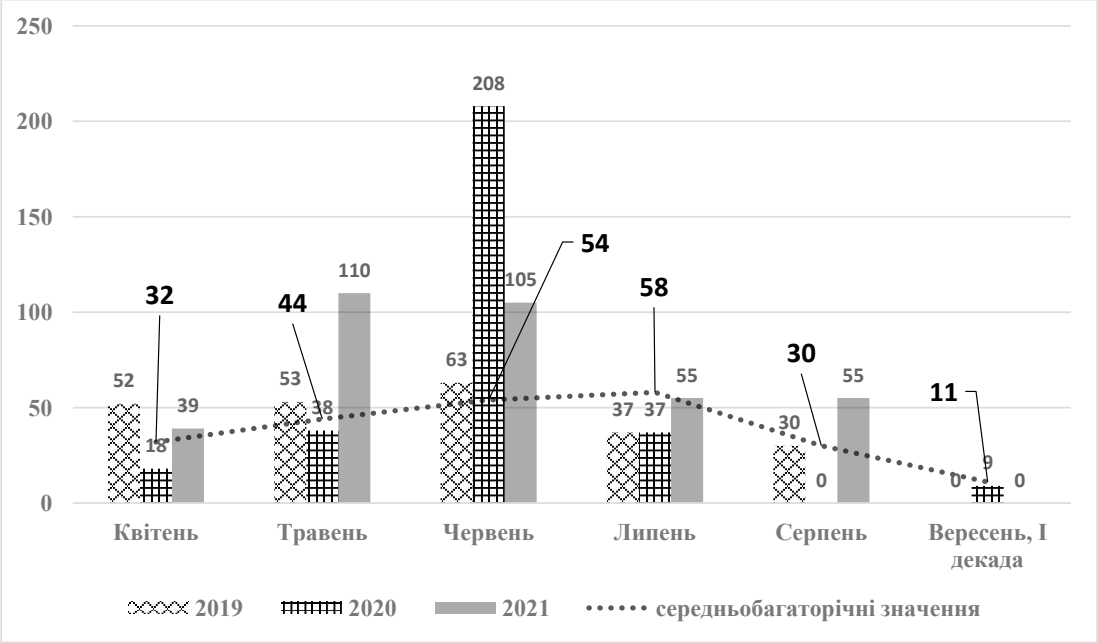


Рис. 1. Кількість опадів за вегетаційний період вирощування соняшнику, 2019–2021 рр., мм

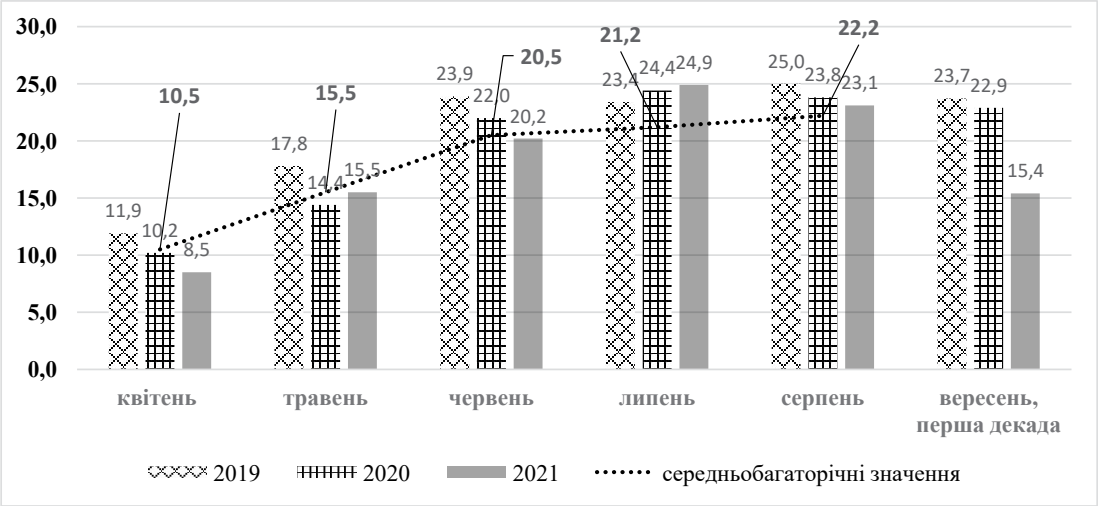


Рис. 2. Середньомісячна температура повітря за вегетаційний період вирощування соняшнику за 2019–2021 рр., ^{0}C

Аналізуючи погодні умови 2019–2021 років досліджень, встановлено, що за вегетаційний період вирощування соняшнику зафіксовано 235–364 мм опадів, що становить 106–120% від середньобагаторічних показників, проте розподіл їх був нерівномірним. Найбільш сприятливим для вирощування соняшнику був 2021 р, за період вегетації випало 364 мм опадів, що становить 159% норми, щодо весняних запасів вологи в метровому шарі ґрунту в роки проведення досліджень, то вони різнилися майже вдвічі. Так, у 2019 році запаси вологи становили 69 мм, в 2020 році – 41 мм та 89 мм у 2021 році. Необхідно відзначити і той факт, що у 2021 році випадіння опадів відбувалося у критичні фази розвитку рослин, саме у період бутонізації – цвітіння. Відповідно, у генеративну фазу розвитку рослини соняшника не потерпали від нестачі вологи, в подальшому усі процеси від цвітіння і наливу насіння відбувалися без прояву стресових умов.

Результатами спостережень встановлено, що в 2019 та 2020 рр. друга половина вегетації агроценозу соняшника протікала за жорсткого дефіциту ґрунтового і повітряного зволоження. Розвиток рослин у цей період відбувався в умовах постійних стресів від нестачі зволоження та під впливом високих температур повітря (рис. 2).

Погодні умови 2020 року для розвитку соняшнику були складними впродовж усього періоду вегетації культури. Високий температурний режим на фоні недостат-

нього зволоження призводив до скорочення міжфазних періодів розвитку рослин. Це явище не є позитивним фактором, особливо на фоні вкрай низького забезпечення вологою (41 мм) метрового шару ґрунту перед сівбою в 2020 вегетаційному році. Високий температурний режим у подальшому та низька вологість повітря зумовили інтенсивну витрату ґрунтової вологи на транспірацію та випаровування.

Щодо температурних показників, то за 2019 та 2020 досліджувані роки середньомісячна температура повітря була вищою за відповідні середньобагаторічні дані. У 2021 році температурний режим вегетаційного періоду рослин соняшника був загалом нижчий порівняно із середньобагаторічними значеннями, виключенням був липень 2021 року. Добрі умови зволоження 2021 року на фоні задовільного температурного режиму (без екстремально високих показників) мали позитивний вплив на протікання міжфазних періодів рослин. Вегетаційний період соняшника мав тенденцію до пролонгації фотосинтетичної діяльності, що позитивно відобразилося на продуктивності агроценозу взагалі.

У посушливих умовах Південного Степу України рівень вологозабезпечення ґрунту є одним із вирішальних факторів формування продуктивності агроценозів. Усі агрозаходи, спрямовані на збереження вологи, є головними в землеробстві степової зони [17, с. 30; 18, с. 41, 19 с. 42].

Рівень урожайності культури є основним показниками ефективності вирощування культури, він може залежати і від генетичних особливостей гібридів, реакцій на ґрунтово-кліматичних умови вирощування й елементи сортової агротехніки [20, с. 29]. Результатами досліджень доведено, що внесення різних росторегулюючих препаратів є ефективним та дієвим способом поліпшення умов розвитку рослин соняшника (табл. 1).

Дійсно, впродовж 2019–2021 років досліджень спостерігається стійке зростання урожаю від застосування росторегулюючих речовин. Гібриди соняшнику Оплот і П64ГЕ133 у середньому по досліду формували найбільшу продуктивність за роки проведення досліджень під впливом росторегулюючих речовин. Щодо гібридів ДСЛ 403 та 8Х477КЛ, то вони дещо поступалися за рівнем врожайності вищезгаданим гібридам, а Гектор взагалі поступався за продуктивністю усім досліджуваним гібридам. Найвищу продуктивність досліджувані гібриди формували у сприятливий 2021 рік, а в екстремальний за метеоумовами 2020 рік усі гібриди мали тенденцію до зниження врожайності майже на 30%.

Аналіз наведених експериментальних даних у таблиці 1 дає можливість стверджувати, що позакореневі обробки комбінованими росторегулюючими препаратами мали позитивний вплив на підвищення продуктивності усіх досліджуваних гібридів соняшнику. Так, найвищу врожайність по досліду в середньому за роки проведення досліджень сформував гібрид соняшнику Оплот – 2,75 т/га у варіанті обробітку рослин Хелафітом Комбі. Дещо поступався за врожайністю гібрид П64ГЕ133, формуючи за таких умов урожайність 2,67 т/га.

Умови півдня зони Степу України характеризується нестійким та нерівномірним зволоженням, відповідно є зоною ризикованого землеробства. За таких умов основним завданням є максимально ефективно використовувати запаси вологи в ґрунті на час сівби культури та опади впродовж вегетаційного періоду. Спостереження за динамікою вологи метрового шару ґрунту впродовж вегетації рослин показали, що гібриди по-різному її використовували. Зумовлено це генетичними особливостями того чи іншого гібриду, а також впливом позакореневих обробок рослин росторегулюючими препаратами (табл. 2).

Таблиця 1

Урожайність соняшника залежно від позакореневих обробок росторегулюючими препаратами за роки проведення досліджень, т/га

Гібриди (А)	Препарат (В)	Роки			Середня за 3 роки
		2019	2020	2021	
Оплот	Без препаратів (контроль)	2,82	1,98	2,88	2,56
	Архітект	3,07	2,01	3,12	2,73
	Хелафіт Комбі	3,10	2,04	3,11	2,75
Гектор	Без препаратів (контроль)	1,92	1,54	2,04	1,83
	Архітект	2,14	1,68	2,23	2,02
	Хелафіт Комбі	2,10	1,72	2,22	2,01
ДСЛ 403	Без препаратів (контроль)	2,44	1,83	2,54	2,27
	Архітект	2,55	1,88	2,86	2,43
	Хелафіт Комбі	2,60	1,93	2,90	2,48
П64ГЕ133	Без препаратів (контроль)	2,71	1,90	2,92	2,51
	Архітект	2,88	1,95	3,05	2,63
	Хелафіт Комбі	2,89	2,02	3,10	2,67
8Х477КЛ	Без препаратів (контроль)	2,22	1,68	2,41	2,10
	Архітект	2,37	1,71	2,96	2,35
	Хелафіт Комбі	2,37	1,74	3,09	2,40
НІР05,т/га	А	0,09	0,07	0,09	-
	В	0,12	0,11	0,10	-
	АВ	0,25	0,21	0,24	-

Таблиця 2

Водний баланс соняшнику залежно від позакореневих обробок росторегулюючими препаратами, середнє за 2019–2021 рр.

Гібриди	Препарат	Запас вологи у шарі 0–100 см, м³/га		Сума опадів за вегетацію, м³/га	Загальне водоспоживання, м³/га	Урожайність, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, м³/т
		початок сівби	повна стиглість				
Оплот	Без препаратів (контроль)	663	288	3030	3405	2,56	1330
	Архітект	663	280	3030	3413	2,73	1250
	Хелафіт Комбі	663	274	3030	3419	2,75	1243
Гектор	Без препаратів (контроль)	663	288	3030	3405	1,83	1860
	Архітект	663	277	3030	3416	2,02	1691
	Хелафіт Комбі	663	272	3030	3421	2,01	1702
ДСЛ 403	Без препаратів (контроль)	663	288	3030	3405	2,27	1500
	Архітект	663	274	3030	3419	2,43	1406
	Хелафіт Комбі	663	275	3030	3418	2,48	1378
П64ГЕ133	Без препаратів (контроль)	663	288	3030	3405	2,51	1357
	Архітект	663	270	3030	3423	2,63	1301
	Хелафіт Комбі	663	268	3030	3425	2,67	1283
8Х477КЛ	Без препаратів (контроль)	663	288	3030	3405	2,10	1621
	Архітект	663	273	3030	3420	2,35	1455
	Хелафіт Комбі	663	283	3030	3410	2,40	1421

Запаси продуктивної вологи під час початку сівби можна класифікувати як задовільні. Наприкінці вегетації соняшника у фазу повної стиглості запаси вологи метрового шару набували мінімальних значень. Коефіцієнт водоспоживання є інтегральним виразом усіх складників водного режиму. Аналізом результатів водного балансу встановлено, що за умов застосування комбінованих препаратів коефіцієнт водоспоживання усіх досліджуваних гібридів мав тенденцію до зниження порівняно з контрольними варіантами, де позакоренева обробка рослин соняшника не проводилася. Так, найнижчий рівень коефіцієнту водоспоживання (1283 м³/т) було зафіксовано у гібриду П64ГЕ133 за умов обробки рослин соняшника комбінованим препаратом біологічного походження Хелафіт Комбі, а найвищим він був у гібриду Гектор (1860 м³/га) на контрольному варіанті. Таке зменшення коефіцієнту водоспоживання в усіх досліджуваних гібридів під впливом обробітку рослин соняшника багатофункціональними препаратами свідчить про більш економне використання ґрунтової вологи на утворення одиниці врожаю.

Висновки і пропозиції. Результатами польових досліджень доведено, що проведення позакореневих обробок рослин гібридів соняшника високоолеїнового типу багатофункціональними препаратами Архітект та Хелафіт Комбі мали позитивний вплив на продуктивність агроценозу усіх досліджуваних гібридів. Найвища урожайність 2,75 т/га за роки проведення досліджень по досліду сформована у гібриду Оплот у варіанті проведення позакореневих обробок рослин Хелафітом Комбі. Внесення росторегулюючих препаратів на початкових етапах росту і розвитку соняшнику приводить до покращення умов вегетації та підвищення стійкості рослин до прояву стресів від дії високих температур та нестачі вологи. Досліджуванні препарати сприяють більш економному використанню ґрунтової вологи на формування одиниці врожаю, про що свідчить зменшення коефіцієнту водоспоживання за всіма досліджуваними гібридами. Найнижчий коефіцієнт водоспоживання 1283 м³/т було встановлено у гібриду П64ГЕ133 за умов обробки рослин соняшника комбінованим препаратом біологічного походження Хелафіт Комбі. Позакореневі обробки рослин комбінованими росторегулюючими препаратами приводили до оптимізації водоспоживання агроценозу взагалі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Домарацький Є.О. Волога для соняшнику. *The Ukrainian Farmer.* №12 (132), 2020. С. 56–57.
2. Базалій В.В., Домарацький Є.О., Козлова О.П. Вплив біофунгіцидів і стимуляторів росту на продуктивність соняшнику та якість олійної сировини. *Зрошуване землеробство*. 2019. № 71. С. 5–10.
3. Козлова О.П. Продуктивність соняшнику при застосуванні біопрепаратів та стимуляторів росту у технології вирощування на Півдні України (Автореферат на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01. 09 – рослинництво). // Херсон, 2019. 20 с.
4. Бобир С.О. Зміна клімату планети та боротьба з нею. Безпека життя і діяльності людини: теорія та практика : збірник наук. праць Всеукр. наук.-практ. конф., присвяченої Всесвітнім Дням цивільної оборони та охорони праці, (Полтава, 23–24 квітня 2020 р.) / упоряд., і ред.: В.П. Титаренко, А.М. Хлопов. Полтава : ПНПУ імені В.Г. Короленка, 2020. С. 339–340.
5. П'ятакова В.Ф., Берлінський М.А. Вплив змін клімату на екосистему української частини чорноморського басейну як складова глобального потепління /

Тези І Міжнародної Інтернет-конференції 25 лютого 2021 року «Екологічна безпека – сучасні напрямки та перспективи вищої освіти», 2021. Херків. С. 101–103.
6. Пічура В.І. Зональні закономірності вікових змін клімату на території басейну р. Дніпро. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*, 2017. №. 2. С. 62–73.
7. Вожегова Р.А. Перспективи використання зрошення для підвищення продуктивності сільськогосподарської галузі на глобальному та локальному рівнях в умовах змін клімату. *Зрошуване землеробство,* 2016. Вип. 65. С. 5–10.
8. Лавренко Н.М., Пугачова К.Є. Вплив змін клімату на сільське господарство в Україні / Матеріали ІІІ-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Вплив кліматичних змін на просторовий розвиток територій Землі: наслідки та шляхи вирішення» (11–12 червня 2020 року), 2020. С. 141–144.
9. Домарацький Є.О., Кюрчев С.В., Мітрясова О.П., Пастушенко С.І. Потенційні небезпеки і сучасні рішення щодо адаптації балансу водних ресурсів півдня України до глобальних змін клімату / Збірник тез IV Міжнародної науково-практичної конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» Київ, НМЦ ВФПО, 2021 – С. 69–72.
10. Ходоніцька О.О., Кур'ята В.Г. Продуктивність льону-кучерявцю на дію сумішку регуляторів росту. *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського*: Серія «Біологія, Хімія». 2013. Т.26(65). №3. С. 203–210.
11. Шевченко А.О. Регулятори росту в рослинництві – ефективний елемент сільськогосподарських технологій. Стан та перспективи. *Регулятори росту у землеробстві. Зб. наук. праць*. К. 1999. С. 8–14.
12. Громов А.А., Щукін В.Б., Воравна В.Н. Эффективность регуляторов роста и биопрепаратов на озимой пшенице и проса. *Земледелие*. 2012. №6. С. 34–35.
13. Солодушко М.М. Ефективність рістрегулюючих речовин та мікродобрив при вирощуванні пшениці озимої в зоні Північного Степу. *Бюллетень Інституту сільського господарства степової зони України НААН*, 2016. №10. С. 73–78.
14. Домарацький Є.О., Добровольський А.В., Базалій В.В., Пічура В.І., Домарацький О.О. Соняшник: екологічні шляхи оптимізації його живлення. Монографія / Херсон: *Олді-Плюс*, 2020 р. 160 с.
15. Цилюрик О.І., Кохан А.В., Судак В.М., Горбатенко А.І. Водний режим у посівах соняшнику залежно від обробітку ґрунту та рівня мінерального живлення. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*, 2017. Вип. 22. С. 62–73.
16. Голубенко І.А., Савельєва О.М., Попович О.Б. Особливості вирощування соняшнику в умовах Півдня України. *Охорона ґрунтів*. Київ, 2020. С. 186–191.
17. Базалій В.В., Бойчук І.В., Лавриненко Ю.О., Базалій Г.Г., Домарацький Є.О., Ларченко О.В. Особливості формування ознак продуктивності і урожайності у сортів пшениці озимої за різних умов вирощування. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2020. Т. 27. С. 29–34.
18. Домарацький Є.О. Методи пом'якшення негативної дії водного стресу у рослин ріпаку озимого. *Вісник аграрної науки Причорномор´я,* 2018. Вип.2. С. 39–45.
19. Добровольський А.В., Домарацький Є.О. Особливості реалізації стимулюючої дії комплексних препаратів рослинами соняшника на початкових етапах органогенезу. *Аграрний вісник Причорномор´я*, 2017. Вип. 84–2. С. 39–45.
20. Гамаюнова В.В., Кудріна В.С. Водоспоживання соняшнику залежно від застосування біопрепаратів за вирощування в умовах Південного Степу України. *«Наукові горизонти». SCIENTIFIC HORIZONS*, 2018. № 7–8 (70). С. 28–35.

REFERENCES:

1. Domarats'kyy YE.O. Voloha dlya sonyashnyku. [Moisture for sunflower] The Ukrainian Farmer. №12 (132), 2020. S.56–57.[in Ukraine]
2. Bazaliy V.V., Domarats'kyy YE.O., Kozlova O.P. Vplyv biofunhitsydiv i stymulyatoriv rostu na produktyvnist' sonyashnyku ta yakist' oliynoyi syrovyny.[Influence of biofungicides and growth stimulants on sunflower productivity and quality of oil raw materials.] Zroshuvane zemlerobstvo. 2019. № 71. S. 5–10. [in Ukraine]
3. Kozlova O.P. Produktyvnist' sonyashnyku pry zastosuvanni biopreparativ ta stymulyatoriv rostu u tekhnolohiyi vyroshchuvannya na Pivdni Ukrayiny [Productivity of sunflower in the use of biological products and growth stimulants in the technology of cultivation in the South of Ukraine](Avtoreferat na zdobuttya naukovoho stupenya kandydata sil's'kohospodars'kykh nauk za spetsial'nistyu 06.01. 09–roslynnytstvo). // Kherson, 2019. 20 s. [in Ukraine]
4. Bobyr S.O. Zmina klimatu planety ta borot'ba z neyu. Bezpeka zhyttya i diyal'nosti lyudyny: teoriya ta praktyka : zbirnyk nauk. prats' Vseukr. [Climate change and the fight against it. Safety of human life and activity: theory and practice: a collection of sciences. works All-Ukrainian] nauk.-prakt. konf., prysvyachenoyi Vsesvitnim Dnyam tsyvil'noyi oborony ta okhorony pratsi, (Poltava, 23–24 kvitnya 2020 r.) / uporyad., i red.: V. P. Tytarenko, A. M. Khlopov. – Poltava : PNPU imeni V.H. Korolenka, 2020. S. 339–340. [in Ukraine]
5. P"yatakova V.F., Berlins'kyy M.A. Vplyv zmin klimatu na ekosystemu ukrayins'koyi chastyny chornomors'koho baseynu yak skladova hlobal'noho poteplinnya [The impact of climate change on the ecosystem of the Ukrainian part of the Black Sea basin as part of global warming] / Tezy I Mizhnarodnoyi Internet-konferentsiyi 25 lyutoho 2021 roku «Ekolohichna bezpeka – suchasni napryamky ta perspektyvy vyshchoyi osvity», 2021. Kherkiv. S.101–103. [in Ukraine]
6. Pichura V.I. Zonal'ni zakonomirnosti vikovykh zmin klimatu na terytoriyi baseynu [Zonal patterns of age-related climate change in the Dnieper basin.] r. Dnipro. Visnyk Dnipropetrovs'koho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu, 2017. №. 2. S. 62–73. [in Ukraine]
7. Vozhehova R.A. Perspektyvy vykorystannya zroshennya dlya pidvyshchennya produktyvnosti sil's'kohospodars'koyi haluzi na hlobal'nomu ta lokal'nomu rivnyakh v umovakh zmin klimatu. [Prospects for the use of irrigation to increase the productivity of the agricultural sector at the global and local levels in the context of climate change] Zroshuvane zemlerobstvo, 2016. Vyp. 65. S. 5–10. [in Ukraine]

8. Lavrenko N.M., Puhachova K.YE. Vplyv zmin klimatu na sil's'ke hospodarstvo v Ukrayini [The impact of climate change on agriculture in Ukraine] / Materialy III-yi Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi «Vplyv klimatychnykh zmin na prostorovyy rozvytok terytoriy Zemli: naslidky ta shlyakhy vyrishennya» (11–12 chervnya 2020 roku), 2020. S. 141–144. [in Ukraine]
9. Domarats'kyy YE.O., Kyurchev S.V., Mitryasova O.P., Pastushenko S.I. Potentsiyni nebezpeky i suchasni rishennya shchodo adaptatsiyi balansu vodnykh resursiv pivdnya Ukrayiny do hlobal'nykh zmin klimatu [Potential dangers and modern solutions for adapting the balance of water resources in southern Ukraine to global climate change] / Zbirnyk tez IV Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi «Klimatychni zminy ta sil's'ke hospodarstvo. Vyklyky dlya ahrarnoyi nauky ta osvity» Kyyiv, NMTS VFPO, 2021 S. 69–72. [in Ukraine]
10. Khodonits'ka O.O., Kur"yata V.H. Produktyvnist' l'onu-kucheryavtsyu na diyu sumishku rehulyatoriv rostu. [Productivity of flax-curly on the action of a mixture of growth regulators.] Vcheni zapysky Tavriys'koho natsional'noho universytetu im. V.I. Vernads'koho: Seriya «Biolohiya, Khimiya». 2013. T. 26 (65). №3. S. 203–210. [in Ukraine]
11. Shevchenko A.O. Rehulyatory rostu v roslynnytstvi – efektyvnyy element sil's'kohospodars'kykh tekhnolohiy. [Growth regulators in crop production are an effective element of agricultural technologies.] Stan ta perspektyvy. Rehulyatory rostu u zemlerobstvi. Zb. nauk. prats'. K. 1999. S. 8–14. [in Ukraine]
12. Gromov A.A., Shchukín V.B., Voravna V.N. Effektivnost' regulyatorov rosta i biopreparatov na ozimoy pshenitse i prosa. [The effectiveness of growth regulators and biological products on winter wheat and millet] Zemledeliye. 2012. №6. S. 34–35. [in Ukraine].
13. Solodushko M.M. Efektyvnist' ristrehulyuyuchykh rechovyn ta mikrodobryv pry vyroshchuvanni pshenytsi ozymoyi v zoni Pivnichnoho Stepu. [Efficiency of growth-regulating substances and microfertilizers in winter wheat cultivation in the Northern Steppe zone.] Byulleten' Instytutu sil's'koho hospodarstva stepovoyi zony Ukrayiny NAAN, 2016. №10. S. 73–78[in Ukraine]
14. Domarats'kyy YE.O., Dobrovol's'kyy A.V., Bazaliy V.V., Pichura V.I., Domarats'kyy O.O. Sonyashnyk: ekolohichni shlyakhy optymizatsiyi yoho zhyvlennya. Monohrafiya [Sunflower: ecological ways to optimize its nutrition.] / Kherson: Oldi-Plyus, 2020 r. 160 s. [in Ukraine]
15. Tsylyuryk O.I., Kokhan A.V., Sudak V.M., Horbatenko A.I. Vodnyy rezhym u posivakh sonyashnyku zalezhno vid obrobitku gruntu ta rivnya mineral'noho zhyvlennya. [Water regime in sunflower crops depending on tillage and level of mineral nutrition.] Visnyk TSNZ APV Kharkivs'koyi oblasti, 2017. Vyp. 22. S. 62–73. [in Ukraine]
16. Holubenko I.A., Savel'yeva O.M., Popovych O.B. Osoblyvosti vyroshchuvannya sonyashnyku v umovakh Pivdnya Ukrayiny. [Features of sunflower cultivation in the South of Ukraine.] Okhorona gruntiv. Kyyiv, 2020. S. 186–191.
17. Bazaliy V.V., Boychuk I.V., Lavrynenko YU.O., Bazaliy H.H., Domarats'kyy YE.O., Larchenko O.V. Osoblyvosti formuvannya oznak produktyvnosti i urozhaynosti u sortiv pshenytsi ozymoyi za riznykh umov vyroshchuvannya. [Features of the formation of signs of productivity and yield in winter wheat varieties under different growing conditions.] Faktory eksperymental'noyi evolyutsiyi orhanizmiv. 2020. T.27. S. 29–34. [in Ukraine]
18. Domarats'kyy YE.O. Metody pom"yakshennya nehatyvnoyi diyi vodnoho stresu u roslyn ripaku ozymoho. [Methods of mitigating the negative effects of water stress in winter oilseed rape plants.] Visnyk ahrarnoyi nauky Prychornomor´ya, 2018. Vyp. 2. S. 39–45. [in Ukraine]
19. Dobrovol's'kyy A.V., Domarats'kyy YE.O. Osoblyvosti realizatsiyi stymulyuyuchoyi diyi kompleksnykh preparativ roslynamy sonyashnyka na pochatkovykh etapakh orhanohenezu. [Features of realization of stimulating action of complex preparations by sunflower plants at the initial stages of organogenesis.] Ahrarnyy visnyk Prychornomor´ya, 2017. Vyp. 84–2. S. 39–45. [in Ukraine]
20. Hamayunova V.V., Kudrina V.S. Vodospozhyvannya sonyashnyku zalezhno vid zastosuvannya biopreparativ za vyroshchuvannya v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrayiny. [Water consumption of sunflower depending on the use of biological products for cultivation in the Southern Steppe of Ukraine.] «Naukovi horyzonty». SCIENTIFIC HORIZONS, 2018. № 7–8 (70). S. 28–35. [in Ukraine]

Домарацький Є.О., Добровольський А.В., Козлова О.П., Добровольський П.А., Лавришина О.Є. Шляхи оптимізації водоспоживання соняшника високоолеїнового типу за умов зміни клімату

Стаття присвячена висвітленню результатів польових досліджень, проведених впродовж 2019–2021 рр., із впливу багатофункціональних росторегулюючих препаратів із фунгіцидним ефектом Архітект™ та Хелафіт Комбі на формування продуктивності гібридів соняшнику високоолеїнового типу в посушливих умовах Південного Степу України, а також оптимізацію водоспоживання агроценозів соняшника за глобальних і регіональних змін клімату.

Дослідження проводили в незрошуваних умовах на дослідному полі ДУ «Миколаївської ДСДС ІЗЗ НААН» України на чорноземах південних малогумусних. Програмою наукових досліджень передбачалося закладення двофакторного польового досліду, в якому вивчалися гібриди соняшника – це Гектор і Оплот (оригінатор – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва); ДСЛ403 та П64ГЕ133 (виробник Corteva, Brevant) та 8Х477КЛ (виробник Dow Seeds). У досліді застосовували багатофункціональні росторегулюючі препарати хімічного походження Архітект™ та біологічного Хелафіт Комбі, вносили їх у вигляді позакореневих обробок гібридів соняшника у фазу 6–8 справжніх листків нормою 1 л/га. Щодо погодних умов 2019–2021 років досліджень, то їх можна класифікувати як середньопосушливі типові для цієї зони вирощування, проте найбільш сприятливим був 2021 рік. Щодо температурних показників, то за досліджувані роки середньомісячна температура повітря була вищою за відповідні середньобагаторічні дані.

Результати проведених дворічних польових досліджень показали, що проведення позакореневих обробок рослин гібридів соняшника високоолеїнового типу багатофункціональними препаратами Архітект та Хелафіт Комбі мали позитивний вплив на продуктивність агроце-

нозу усіх досліджуваних гібридів. Найвища урожайність 2,75 т/га за роки проведення досліджень по досліду сформована у гібриду Оплот у варіанті проведення позакореневих обробіток рослин Хелафітом Комбі. Внесення росторегулюючих препаратів на початкових етапах росту і розвитку соняшнику призводить до покращення умов вегетації та підвищенню стійкості рослин до прояву стресів від дії високих температур та нестачі вологи. Досліджуванні препарати сприяють більш економному використанню ґрунтової вологи на формування одиниці врожаю, про що свідчить зменшення коефіцієнту водоспоживання за всіма досліджуваними гібридами. Найнижчий коефіцієнт водоспоживання 1283 м^3/т було встановлено у гібриду П64ГЕ133 за умов обробки рослин соняшника комбінованим препаратом біологічного походження Хелафіт Комбі. Позакореневі обробки рослин комбінованими росторегулюючими препаратами приводили до оптимізації водоспоживання агроценозу взагалі.

Ключові слова: соняшник високоолеїнового типу, багатофункціональні росторегулюючі препарати, Архітект, Хелафіт Комбі, гібрид, водоспоживання, урожайність.

Domaratsky E.O., Dobrovolsky A.V., Kozlova O.P., Dobrovolsky P.A., Lavrishina O.E. Ways of optimization of high oolein type sunflower consumption under climate change

The article is devoted to the results of field research conducted during 2019–2021 on the influence of multifunctional restrictive drugs with fungicidal effect ArchitektTM and Helafit Kombi on the formation of productivity of high-oleic sunflower hybrids in arid conditions of the Southern steppe of Ukraine and climate.

The research was carried out in non-irrigated conditions on the research field of the State Institution "Mykolayiv DSDS IZZ NAAS" of Ukraine on the chernozems of the southern low-humus. The research program provided for the establishment of a two-factor field experiment, which studied sunflower hybrids – Hector and Stronghold (originator – Yuryev Institute of Plant Breeding); DSL403 and P64GE133 (manufacturer Corteva, Brevant) and 8X477KL (manufacturer Dow Seeds). The experiment used multifunctional restregulating drugs of chemical origin ArchitectTM and biological Helafit Combi, introduced them in the form of foliar treatments of sunflower hybrids in the phase of 6–8 true leaves at a rate of 1 l / ha. Regarding the weather conditions of 2019–2021 years of research, they can be classified as moderately arid typical for this area of cultivation, but the most favorable year was 2021. In terms of temperature indicators, the average monthly air temperature over the years under study was higher than the corresponding long-term average data.

The results of two-year field studies showed that foliar treatment of plants of high-oleic sunflower hybrids with multifunctional drugs Architect and Helafit Kombi had a positive effect on the productivity of agrocenosis of all studied hybrids. The highest yield of 2.75 t / ha for the years of research is formed in the hybrid Oplot in the variant of foliar treatment of plants with Helafit Kombi

The introduction of growth-regulating drugs in the initial stages of growth and development of sunflower leads to improved growing conditions and increased resistance of plants to stress from high temperatures and lack of moisture. Research drugs contribute to the more economical use of soil moisture to form a unit of yield, as evidenced by the reduction of water consumption for all studied hybrids.

The lowest water consumption coefficient of 1283 m^3 / t was found in the hybrid P64GE133 under the conditions of treatment of sunflower plants with a combined preparation of biological origin Helafit Combi. Foliar treatment of plants with combined growth-regulating drugs led to the optimization of agrocenosis water consumption in general.

Key words: high-oleic sunflower, multifunctional growth-regulating drugs, Architect, Helafit Combi, hybrid, water consumption, yield.

УДК 633.854.78:631.543:631.58 (477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.7

НОРМА ВИСІВУ НАСІННЯ ЯК ФАКТОР ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНИХ ТА ГОСПОДАРСЬКО ЦІННИХ ОЗНАК ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ БАГАТОКВІТКОВОГО ЗА ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В ПІВДЕННОМУ СТЕПУ

ЖУЙКОВ О.Г. – доктор сільськогосподарських наук, професор
https://orcid.org/0000-0002-5762-7934
Херсонський державний аграрно-економічний університет
ЛАВРИСЬ В.Ю. – аспірантка ІІІ року навчання
https://orcid.org/0000-0002-5687-3412
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Аналіз сучасного стану вітчизняного ринку рослинницької продукції дає можливість зробити висновок, що «флагманом» напряму технічних культур (а в окремих агрозонах – і взагалі провідною польовою культурою) в останні 15–18 років був і залишається соняшник [1]. Науково обґрунтовану межу насиченості польових сівозмін, що становить 10–12,5%, перейдено давно і, на нашу думку, безповоротно. Отже, на перший план нині виходять проблеми, спричинені перенасиченістю агроценозів цією, треба визнати, високомаржинальною та технологічною культурою, а саме: усе більше погіршення агромеліоративного та фітосанітарного стану агроландшафтів, брак гарних попередників для озимих колосових культур тощо [2]. Не тішимо себе ілюзіями, що ситуація зміниться докорінно найближчим часом, проте вбачаємо за один із цілком реальних способів зменшення гостроти проблеми перегляд «професії» соняшнику, а саме розглядання його різновидів крізь призму отримання фітосировини лікарського призначення, що переводить процес вирощування культури на якісно новий рівень. У цьому аспекті, світова популярність, що зростає, багатоквіткового соняшнику саме як лікарської рослини оцінюється нами як цілком реальний шанс для вітчизняних аграріїв [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про те, що культура багатоквіткового декоративного соняшнику як лікарської культури є абсолютно новою для України, а ті поодинокі (і часто невдалі) спроби окремих суб'єктів господарювання отримати врожаї фітосировини здебільшого базуються на застосуванні досить емпіричних технологій, побудованих на фрагментарно залучених елементах зональних технологій соняшнику олійного [3; 4]. Водночас зазначена проблема є абсолютною білою плямою і в науковому аспекті, систематичні дослідження вітчизняних науковців у даному напрямі не ведуться взагалі, а поодинокі намагання дослідників вивчити окремі елементи технології культури мають, радше, фрагментарний характер і не вирізняються системністю [2; 3]. Цей факт, а також те, що попит на фітосировину (висушені пелюстки чоловічих квіток культури) за останні 5 років зріс на світовому ринку більш ніж удесятеро, зумовили і сформували тематику та проблематику наукового дослідження [4].

Метою наукового дослідження є проведення конкурсного випробування сучасного гібридного складу культури, його еколого-господарське обґрунтування, а також установлення оптимальної норми висіву. На вивчення були винесені такі елементи фенолого-біометричного та структурного характеру: тривалість вегетаційного періоду й окремих міжфазних періодів культури, висота рослин декоративного соняшнику, виживання рослин упродовж вегетації, кількість квітучих кошиків на рослині, діаметр кошика, маса пелюсток з одного суцвіття та з однієї рослини.

Матеріали та методика досліджень. Реалізацію поставленої наукової мети було здійснено закладанням і проведенням двофакторного польового досліду, у якому фактором А виступав гібрид культури (Teddy F1, Double Sunking F1, Santa Fe F1), а фактором В – норма висіву культури (50, 60 та 70 тисяч шт. схожих насінин на 1 га). Повторність у досліді чотирикратна, загальна площа дослідної ділянки становить 0,75 га, загальна площа ділянки першого порядку – 280 м^2, облікова – 250 м^2. Ділянки в досліді розміщувалися методом розщеплених ділянок із частковою рендомізацією. Фенологічні спостереження проводили на постійно закріплених облікових площадках у двох несуміжних повтореннях. За початок фази приймали час її настання в 10%, а за повну фазу – у 75% рослин. Обов'язково відмічали дати проходження основних фаз розвитку культури: сходи, І–ІІІ пари справжніх листків, утворення кошика, цвітіння. Густоту посіву визначали двічі за вегетацію на тих самих площадках, які виділили після сівби. Перший підрахунок проводили у фазу сходів, другий – у фазу цвітіння. Для визначення структури врожаю з кожного варіанта досліду відбирали по два модельні снопи, які містили типові для варіанта рослини, дослідження проводили у природно-вологому стані.

Результати досліджень. У результаті проведеного аналізу наведених нижче даних можна зробити висновок про об'єктивну відсутність залежності між тривалістю міжфазного періоду «сівба – сходи» культури від такого агроприйому, як проведення сівби з різними нормами висіву (табл. 1).

Отже, тривалість зазначеного міжфазного періоду, за яким можна робити оцінку щодо відповідності того чи іншого гібрида екологічним умовам зони вирощування (насамперед температури і вологості посівного шару ґрунту), залежала суто від генетичних особливостей конкретного гібрида соняшнику багатоквіткового. За цим показником у досліді істотно виділявся гібрид Teddy F1, тривалість утворення фази повних сходів якого

Таблиця 1

Фенологічні показники гібридів соняшнику багатоквіткового залежно від норми висіву насіння

Гібрид (фактор А)	Норма висіву, тис. шт./га (фактор В)	Тривалість, діб		
		Міжфазний період «сівба – сходи»	Фаза цвітіння	Загальний період вегетації
Teddy F1	50	6	22	122
	60	6	19	118
	70	6	15	115
Double Sunking F1	50	10	12	107
	60	10	9	102
	70	10	8	100
Santa Fe F1	50	11	10	114
	60	11	10	110
	70	11	7	105

Рис. 1. Загальний вигляд дослідної ділянки

з момента сівби була найменшою з-поміж інших варіантів чинника А і становила 6 діб, що на 4 та 5 діб відповідно менше, ніж у варіантах гібридів Double Sunking F1 та Santa Fe F1 (рис. 1).

Стосовно найбільш принципової в технології вирощування соняшнику багатоквіткового фази росту і розвитку, яка саме зумовлює кількісно-якісні показники фітосировини, що вирощується (сушені пелюстки чоловічих квіток) – фази цвітіння, у досліді нами зазначена чітка залежність зменшення тривалості цієї фази зі збільшенням загущеності посіву за всіма варіантами чинника А. Так, її максимальна тривалість була відмічена нами за варіантом гібрида Teddy F1 і становила в середньому 19 діб (від 22 діб за густоти 50 тис. шт./га до 15 діб за 70 тис. шт./га). Варіанти гібридів Double Sunking F1 та Santa Fe F1 істотно поступалися за даним показником і продемонстрували майже вдвічі коротшу тривалість зазначеної фенологічної фази (10–9 діб). Загалом, дані гібриди припинили вегетацію істотно раніше за гібрид Teddy F1, який вегетував у середньому 118 діб (122–115 діб залежно від загущення посіву): за варіантом гібрида Double Sunking F1 тривалість вегетації була 107–100 діб, а за гібридом Santa Fe F1 – 114–105 діб, скорочувалась із збільшенням норми висіву культури.

Стосовно показників структури врожаю культури, нами зроблений висновок про зворотний характер залежності показника кількості квітучих суцвіть на 1 рослині від норми висіву культури за всіма варіантами фактора А. Так, за варіантом гібрида Teddy F1 збільшення норми висіву від 50 до 70 тис. шт./га зумовлювало зменшення кількості квітучих кошиків із 3,4 до 2,6; за гібридом Double Sunking F1 – із 2,7 до 1,8; за гібридом Santa Fe F1 це зменшення було ще більш істотним і становило від 2,6 до 2,0 суцвіття на 1 рослині. Лідером у досліді за показником середньої маси кошика (у природно-вологому стані) був гібрид Teddy F1, маса суц-

Таблиця 2

Структурні показники врожаю фітосировини гібридів соняшнику багатоквіткового залежно від норми висіву культури

Гібрид (фактор А)	Норма висіву, тис. шт./га (фактор В)	Кількість суцвіть на рослині, шт.	Маса кошика, г	Діаметр кошика, см	Маса пелюсток з 1 суцвіття, г (повітряно-суха)	Маса пелюсток з 1 рослини, г (повітряно-суха)
Teddy F1	50	3,4	60,8	11,7	1,7	5,1
	60	3,1	44,2	8,0	1,5	4,7
	70	2,6	36,1	6,3	0,9	2,3
Double Sunking F1	50	2,7	42,7	8,4	1,0	2,2
	60	2,2	32,3	7,2	0,6	1,3
	70	1,8	18,1	5,5	0,5	0,9
Santa Fe F1	50	2,6	38,4	9,3	1,0	2,6
	60	2,3	32,0	7,3	0,7	1,6
	70	2,0	20,2	6,0	0,6	1,2

віття якого становила 47,0 г (від 60,8 до 36,1 г залежно від загущення посіву). Значення аналогічного показника за варіантом гібрида Double Sunking F1 було 31,0 г (від 42,7 до 18,1 г), за гібридом Santa Fe F1 – 30,2 г (від 28,4 до 20,2 г) (табл. 2).

Збільшення норми висіву зумовлювало також істотне зменшення діаметру суцвіть за всіма варіантами гібридів культури: даний показник у гібрида Teddy F1 зменшувався від 11,7 до 6,3 см за середнього значення 8,7 см; Double Sunking F1 – від 8,4 до 5,5 см (7,0 см); Santa Fe F1 – від 9,3 до 6,0 см (7,5 см).

Габітус окремих суцвіть культури за варіантами досліду зумовив і диференційований характер такого показника, як збір повітряно-сухих пелюсток з одного кошика. Лідером за зазначеним показником у досліді відмічений також гібрид Teddy F1: за середнього значення 1,4 г продуктивність одного кошика гібрида зменшувалася від 1,7 до 0,9 г із збільшенням норми висіву від 50 до 70 тис. шт./га. Ця ж динаміка простежувалася нами і за рештою гібридів: Double Sunking F1 – 0,7 г (1–0,5 г); Santa Fe F1 – 0,8 г (1,0–0,6 г).

Отже, продуктивність окремих рослин (маса чоловічих пелюсток у повітряно-сухому стані, зібрана з 1 рослини) за варіантами фактора А мала такий вигляд: гібрид Teddy F1 забезпечив отримання з однієї рослини в середньому 4,0 г фітосировини; гібрид Double Sunking F1 – 1,5 г, а гібрид Santa Fe F1 – 1,8 г. Оптимальною нормою висіву за всіма варіантами гібридів визнано норму 50 тис. шт./га, за якої продуктивність окремої рослини була максимальною і за варіантами фактора А становила відповідно 5,1, 2,2 та 2,6 г повітряно-сухих пелюсток, що в перерахунку на одиницю посівної площі становить 25,5, 11,0 та 13,0 кг/га фітосировини в повітряно-сухому стані.

Висновки. Збільшення норми висіву культури з 50 до 70 тис. шт./га зумовлює погіршення значення більшості фенологічних, біометричних та структурних показників (тривалість міжфазного періоду «сівба – сходи», фаза цвітіння та загальна тривалість вегетаційного періоду, кількість суцвіть на рослині, їх діаметр і маса, продуктивності). Характер зазначеної залежності встановлений як зворотний лінійний. У досліді відмічена істотна перевага за всіма показниками, що досліджувалися, гібрида Teddy F1 порівняно з іншими варіантами фактора А, а оптимальною нормою висіву культури визнана норма 50 тис. шт./га. Установлено, що за даних умов реально отримувати з одиниці посівної площі до 25,5 кг фітосировини в повітряно-сухому стані.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Жовтобрюх Н.В., Мельник А.В. Залежність тривалості цвітіння декоративного соняшника, вирощеного в горщиках в закритому ґрунті від діаметра суцвіття. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2004. Вип. 12. С. 88–89.
2. Мельник А.В. Визначення оптимального об'єму живлення і складу ґрунтосумішей при вирощуванні горщикової культури декоративного соняшника. *Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету*. 2005. № 61. Т. 2. С. 559–563.
3. Методика проведення експертизи сортів соняшнику декоративного (Helianthus annuus L. ssp. ornamentalis) на відмінність, однорідність і стабільність URL: https://www.sops.gov.ua/uploads/page/5b9240b9a2095.pdf.
4. Першин А.Ф., Першина И.М. Генетический потенциал декоративного подсолнечника. *Цветоводство сегодня и завтра: ассортимент, технологии, маркетинг :* материалы III-й Международной конференции, г. Москва. Москва, 1998. С. 210–213.

REFERENCES:

1. Zhovtobryukh N.V., Melnyk A.V. (2004), *Zalezhnist' tryvalosti tsvitinnya dekoratyvnoho sonyashnyka, vyroshchenoho v horshchykakh v zakrytomu grunti vid diametra sutsvittya* [Dependence of flowering duration of ornamental sunflower grown in pots in closed soil on the diameter of the inflorescence], Visnyk Sums'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu, № 12. P. 88–89 [in Ukrainian].
2. Melnyk A.V. (2005). *Vyznachennya optymal'noho ob'yemu zhyvlennya i skladu gruntosumishey pry vyroshchuvanni horshchykovoyi kul'tury dekoratyvnoho sonyashnyka* [Determination of the optimal volume of nutrition and composition of soil mixtures in the cultivation of pot culture of ornamental sunflower], Zbirnyk naukovykh prats' Umans'koho derzhavnoho ahrarnoho universytetu, № 61. Ch. 2. P. 559–563 [in Ukrainian].

3. *Metodyka provedennya ekspertyzy sortiv sonyashnyku dekoratyvnoho (Helianthus annuus L. ssp. ornamentalis) na vidminnist', odnoridnist' i stabil'nist'*. Methods of examination of ornamental sunflower varieties (Helianthus annuus L. ssp. Ornamentalis) for difference, homogeneity and stability], https://www.sops.gov.ua/uploads/page/5b9240b9a2095.pdf [in Ukrainian].
4. Pershin A.F., Pershina I.M. (1998). *Geneticheskiy potentsial dekorativnogo podsolnechnika* [Genetic potential of ornamental sunflower], Materialy III-y mezhdunarodnoy konferentsii "Tsvetovodstvo segodnya i zavtra: assortiment, tekhnologii, marketing", Moscow, Main bot. garden RAS [in Russian].

Жуйков О.Г., Лаврись В.Ю. Норма висіву насіння як фактор формування продуктивних та господарсько цінних ознак гібридів соняшнику багатоквіткового за органічної технології вирощування в Південному Степу

Мета дослідження – проведення конкурсного випробування сучасного гібридного складу культури, його еколого-господарське обґрунтування, а також установлення оптимальної норми висіву. На вивчення були винесені такі елементи фенолого-біометричного та структурного характеру: тривалість вегетаційного періоду й окремих міжфазних періодів культури, висота рослин декоративного соняшнику, виживання рослин упродовж вегетації, кількість квітучих кошиків на рослині, діаметр кошика, маса пелюсток з одного суцвіття та з однієї рослини. **Методи.** Реалізацію поставленої наукової мети було здійснено закладанням і проведенням двофакторного польового досліду, у якому фактором А виступав гібрид культури (Teddy F1, Double Sunking F1, Santa Fe F1), а фактором В – норма висіву культури (50, 60 та 70 тисяч штук схожих насінин на 1 гектар). **Результати.** У досліді істотно виділявся гібрид Teddy F1, тривалість утворення фази повних сходів якого з момента сівби була найменшою з-поміж інших варіантів фактора А і становила 6 діб, що на 4 та 5 діб менше, ніж у варіантах гібридів Double Sunking F1 та Santa Fe F1. Збільшення норми висіву зумовлювало також істотне зменшення діаметра суцвіть за всіма варіантами гібридів культури: даний показник у гібрида Teddy F1 зменшувався від 11,7 до 6,3 сантиметрів за середнього значення 8,7 сантиметрів; Double Sunking F1 – від 8,4 до 5,5 сантиметрів (7,0 сантиметрів); Santa Fe F1 – від 9,3 до 6,0 сантиметрів (7,5 сантиметрів). Габітус окремих суцвіть культури за варіантами досліду зумовив і диференційований характер такого показника, як збір повітряно-сухих пелюсток з одного кошика. Лідером за зазначеним показником у досліді відмічений також гібрид Teddy F1: за середнього значення 1,4 грам продуктивність одного кошика гібрида зменшувалося від 1,7 до 0,9 грама зі збільшенням норми висіву від 50 до 70 тисяч штук на гектар. Ця ж динаміка простежувалася нами і за рештою гібридів: Double Sunking F1 – 0,7 грама (1–0,5 грама); Santa Fe F1 – 0,8 грама (1,0–0,6 грама). Продуктивність окремих рослин (маса чоловічих пелюсток у повітряно-сухому стані, зібрана з 1 рослини) за варіантами фактора А мала такий вигляд: гібрид Teddy F1 забезпечив отримання з однієї рослини в середньому 4,0 грами фітосировини; гібрид Double Sunking F1 – 1,5 грама, а гібрид Santa Fe F1 – 1,8 грама. **Висновки.** Оптимальною нормою висіву за всіма варіантами гібридів визнано норму 50 тисяч штук на гектар, за якої продуктивність окремої рослини була максимальною і за варіантами фактора А становила 5,1, 2,2 та 2,6 грами повітряно-сухих пелюсток відповідно, що в перерахунку на одиницю посівної площі становить відповідно 25,5, 11,0 та 13,0 кілограмів на гектар фітосировини в повітряно-сухому стані.

Ключові слова: соняшник багатоквітковий, гібриди, густота стояння, органічна технологія вирощування, тривалість періоду вегетації, структурні показники врожайності, врожай фітосировини.

Zhuikov O.G., Lavrys V.Yu. Seed sowing rate as a factor in the formation of productive and economically valuable traits of multi-flowered sunflower hybrids by organic cultivation technology in the Southern Steppe

The **purpose** of the study is to conduct a competitive test of modern hybrid composition of culture, its ecological and economic justification, as well as to establish the optimal seeding rate. The following elements of phenological-biometric and structural nature were studied: duration of vegetation period and separate interphase periods of culture, height of ornamental sunflower plants, survival of plants during vegetation, number of flowering baskets per plant, basket diameter, weight of petals from one inflorescence and one plant. The realization of this scientific goal was carried out by establishing and conducting a two-factor field experiment, in which factor A was a hybrid culture (Teddy F1, Double Sunking F1, Santa Fe F1), and factor B – seeding rate (50, 60 and 70 thousand pieces of similar seeds per 1 ha).

The Tiddy F1 hybrid was significantly distinguished in the experiment. Santa Fe F1. The increase in seeding rate also led to a significant decrease in the diameter of inflorescences in all variants of culture hybrids: this figure in the hybrid Teddy F1 decreased from 11,7 to 6,3 cm with an average of 8,7 cm; Double Sunking F1 – from 8,4 to 5,5 cm (7,0 cm), respectively; Santa Fe F1 – from 9,3 to 6,0 cm (7,5 cm). The habit of individual inflorescences of the culture according to the variants of the experiment also determined the differentiated nature of such an indicator as the collection of air-dry petals from one basket. Teddy F1 hybrid was also the leader in this experiment: with an average value of 1,4 g, the productivity of one basket of hybrid decreased from 1,7 to 0,9 g with an increase in seeding rate from 50 to 70 thousand units / ha. The same dynamics was followed by us for other hybrids: Double Sunking F1 – 0,7 g (1–0,5 g); Santa Fe F1 – 0,8 g (1,0–0,6 g). Productivity of individual plants (mass of male petals in the air-dry state, collected from 1 plant) according to the factors of factor A was as follows: hybrid Teddy F1 provided a single plant, on average, 4,0 g of phyto raw materials; hybrid Double Sunking F1 – respectively 1,5 g, and hybrid Santa Fe F1 1,8 g. The most optimal sowing rate for all variants of hybrids is the rate of 50 thousand units / ha, at which the productivity of an individual plant was maximum and according to variants of factor A was, respectively, 5,1; 2,2 and 2,6 g of air-dry petals, which per unit of sown area is, respectively, 25,5; 11.0 and 13,0 kg / ha of phyto raw materials in the air-dry state.

Key words: multi-flowered sunflower, hybrids, stocking density, organic cultivation technology, duration of the growing season, structural yield indicators, phyto raw material yield.

УДК 633.844:631.543:631.86 (477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.8

ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКСУ БІОМЕТРИЧНИХ, СТРУКТУРНИХ І ПРОДУКТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ ГІРЧИЦІ САРЕПТСЬКОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ ТА РІВНЯ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУРИ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ

ЖУЙКОВ О.Г. – доктор сільськогосподарських наук, професор
https://orcid.org/0000-0002-5762-7934
Херсонський державний аграрно-економічний університет
ХОДОС Т.А. – аспірантка ІІ року навчання
https://orcid.org/0000-0002-7744-1424
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Сучасний екологічний стан абсолютної більшості вітчизняних агроландшафтів, спричинений нераціональним застосуванням мінеральних добрив та синтетичних ЗЗР, не може не викликати занепокоєння як наукової спільноти, так і прогресивної частини сільгосптоваровиробників [1; 2]. Водночас трендом натепер є мінімізація розхідної частини у структурі собівартості будь-якої культури, що дозволяє виробникові успішно конкурувати на внутрішньому та зовнішньому ринках агросировини. Отже, на наш погляд, майже безальтернативним у світлі вищенаведеного виглядає більш інтенсивне залучення до практики українського агровиробництва біологізованих і органічних технологій вирощування с.-г. культур, спроможних водночас забезпечити як суттєву економію матеріально-технічних ресурсів (до 30–60% у структурі собівартості, передусім завдяки зменшенню або цілковитої відмови від використання мінеральних туків та синтетичних пестицидів), так і радикально зменшити пестицидний пресинг на біоту агроценозу (ґрунтова мікрофлора, корисні ентомофаги, культурна рослина) [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз сучасного вітчизняного і закордонного наукового продукту дає можливість зробити висновок про вкрай недостатній рівень дослідженості даної наукової проблеми в аспекті культури гірчиці сарептської, технологія вирощування якої у більшості господарств Степу й інших агрокліматичних зон залишається відверто архаїчною [4]. Варто додати, що в номенклатурі фірм – виробників органічних добрив і засобів захисту рослин, рекомендованих до застосування в біологізованих і органічних технологіях вирощування польових культур, зокрема олійних, немає конкретики щодо їх використання саме на посівах сизої гірчиці (норми, дози, кратність, умови застосування), а той нечисленний досвід, що відображений у працях науковців і практиці товаровиробників має, відверто кажучи, фрагментарний, а іноді і суперечливий характер [5]. Єдине, на чому сходяться у спільній думці як учені, так і господарники, це те, що за мінімізації застосування хімічних ЗЗР варто збільшувати норму висіву культури з розрахунку на більш інтенсивне пошкодження рослин фітофагами і збудниками хвороб, проте відпрацьованих алгоритмів, які б ураховували агрокліматичні умови зони, ступень біологізації технології вирощування, відверто бракує [6]. І якщо підкріпленої науковими результатами інформації стосовно екологічної адаптації вирощування гірчиці сарептської (залучення до технології окремих елементів або цілих ланок біологізації) останнім часом стає все більше, то проблема отримання врожаю культури саме органічного статусу і досі залишається майже не дослідженим питанням [6].

Мета. Метою наукового дослідження було встановлення впливу на комплекс біометричних (висота рослин, площа асиміляційної поверхні, листковий індекс агрофітоценозу), структурних (елементи пробного снопу, показник M_{1000}) і продуктивних ознак (урожайність кондиційного насіння, вміст у насінні сирого жиру й ефірної олії) залежно від норми висіву культури та ступеня біологізації технології вирощування культури.

Матеріали та методика досліджень. Реалізація поставленої мети здійснювалася шляхом закладання польового двофакторного досліду і проведенням комплексу спостережень і лабораторних досліджень. Фактор А (технологія вирощування культури) був представлений варіантами традиційної зональної технології вирощування гірчиці; біологізованою технологією (відмова від мінеральних добрив і заміна їх на органічні препарати) та органічною (заміна мінеральних добрив і синтетичних ЗЗР на органічні препарати). Фактор В являв собою різні норми висіву культури (від 2,0 до 3,0 млн шт. схожих насінин на 1 га з інтервалом 0,5 млн). У досліді висівався сорт гірчиці Пріма селекції Інституту олійних культур Національної академії аграрних наук. Повторність досліду чотирикратна, загальна площа дослідної ділянки становила 0,9 га, загальна площа ділянки першого порядку – 250 м^2, облікова – 200 м^2. Ділянки в досліді розміщувалися методом розщеплених ділянок із частковою рендомізацією. Висоту рослин досліджували шляхом виміру мірною лінійкою на 10 типових рослинах у кожній повторності. Площа листкової поверхні культури визначалася способом висічок за методикою А.А. Нечипорович. Для визначення структури врожаю і хімічного аналізу насіння гірчиці з кожного варіанта досліду відбирали по два модельні снопи, які включали в себе типові для варіанта рослини і які висушували до повітряно-сухого стану. Для визначення маси 1 000 насінин відбирали дві наважки по 500 насінин і зважували з точністю до 10,00 мг на кожному варіанті у триразовій повторності. У лабораторних умо-

вах визначали хімічний аналіз гірчичного насіння: сирий жир – за методом Сокслета, шляхом екстрагування діхлоретаном, ефірну олію – методом додаткового екстрагування селективним розчинником (петролейний ефір). Облік урожаю насіння гірчиці проводили методом суцільного збирання. Дані врожаю насіння приводили до стандартної вологості (10%) і стовідсоткової чистоти. Урожайні дані піддавали агрономічній оцінці та статистичному обробітку методом дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізів.

Результати досліджень. Дослідженнями встановлено, що показник середньої висоти рослин культури у фазу повного цвітіння залежав як від норми висіву, так і від рівня біологізації технології вирощування. У досліді відмічена тенденція, згідно з якою висота рослин істотно зменшувалася зі збільшенням норми висіву, що спостерігалося на тлі всіх варіантів технології вирощування культури. Що стосується залежності даного показника від рівня біологізації технології вирощування, то мінімальних значень висота рослин культури набула за традиційної інтенсивної технології вирощування, заміна мінеральних добрив органічними комплексами зумовила зростання висоти в середньому на 6,1 см, а цілковитий перехід у технології вирощування на органічні добрива й органічні ЗЗР істотного впливу на даний показник не мав (у середньому 85,8 см проти 87,0 см) (табл. 1).

Показник облистяності (маса листків із 10 рослин) також характеризувався аналогічною залежністю від факторів, що вивчалися в досліді: із зростанням норми висіву культури маса листків на рослині зменшувалася, а максимальних значень цей показник набув за варіантом біологізованої технології вирощування (у середньому становив 13,2 г/рослину), за органічної – 12,4 г, а за традиційної – 10,5 г. Дещо іншим виявився за результатами наших досліджень характер залежності площі асиміляційного апарату гірчиці сарептської від факторів, що вивчалися в досліді. Так, за всіма варіантами технології вирощування зі збільшенням норми висіву від 2,0 до 2,5 млн шт./га цей показник істотно зростав, а з подальшим зростанням норми висіву до 3,0 млн шт./га зменшувався. Особливо стрімким зменшення листкового індексу зі збільшенням норми висіву культури виявилося за варіантом традиційної інтенсивної технології вирощування. У середньому за фактором В на 1 га посіву за інтенсивною технологією формувалася площа асиміляційного апарату на рівні 8,7 тис. м^2; за біологізованою – 11,2 тис. м^2; за органічною – 10,5 тис. м^2, що свідчить про більш сприятливі умови для продукційного процесу.

Стосовно показників структури врожаю культури нами зроблений висновок, що впродовж другого періоду вегетації («цвітіння – повна стиглість насіння») рослини гірчиці сизої продовжували збільшувати лінійні розміри, хоча інтенсивність середньодобових приростів була істотно меншою. Залежність висоти рослин від факторів досліду залишилася аналогічною: із збільшенням норми висіву цей показник зменшувався (від 4,5 до 7,9 см), а застосування окремих елементів біологізації, як і цілковитий перехід на органічні принципи вирощування, зумовлювало зростання висоти рослин культури порівняно із традиційною технологією на 3,5–5,1 см (табл. 2).

Аналогічним був і характер залежності решти елементів пробного снопу культури від факторів, що вивчалися: збільшення норми висіву культури від 2,0 до 3,0 млн шт./га зумовлювало зменшення показника кількості плодових гілок із 4,4 до 2,9 шт., кількості стручків – із 65,4 до 31,5 шт., показника M_{1000} – із 3,5 до 3,0 г, насіннєвої продуктивності однієї рослини – з 1,7 до 1,0 г (за традиційною технологією). За біологізованою технологією вирощування гірчиці залежність була схожою: із збільшенням норми висіву кількість плодових гілок зменшувалася із 4,8 до 3,1 шт.; кількість стручків – із 77,2 до 39,0 шт.; показник M_{1000} – із 3,8 до 3,4 г, а продуктивність однієї рослини – із 2,0 до 1,4 г. Цілковита відмова від добрив та ЗЗР штучного походження (органічна технологія вирощування) на тлі зростання норми висіву культури характеризувалася зменшенням зазначених показників із 4,9 до 3,3 шт., з 80,1 до 37,8 шт., із 3,9 до 3,3 г та із 2,2 до 1,2 г відповідно, що не могло не позначитися на значенні підсумкового показника, за яким оцінюється ефективність того чи того агроприйому, – урожайності кондиційного насіння (табл. 3).

Оптимальною нормою висіву за всіма варіантами технології вирощування культури визнана норма

Таблиця 1

Основні біометричні показники гірчиці сарептської залежно від норми висіву та рівня біологізації технології вирощування у фазу повного цвітіння (2020–2021 рр.)

Технологія вирощування (фактор А)	Норма висіву, млн шт./га (фактор В)	Висота рослин, см	Маса листків із 10 рослин, г	Площа листкового апарату, м^2/га	Листковий індекс посіву
Традиційна (інтенсивна)	2,0	82,9	119,8	80 784	8,1
	2,5	81,5	107,0	109 232	10,9
	3,0	78,4	88,1	72 012	7,2
Біологізована	2,0	89,5	154,4	94 518	9,5
	2,5	88,7	131,2	124 832	12,5
	3,0	82,8	111,0	115 606	11,5
Органічна	2,0	88,4	145,6	95 232	9,5
	2,5	88,0	122,8	121 636	12,2
	3,0	80,9	104,4	99 309	9,9

Таблиця 2

Структурні показники врожаю гірчиці сарептської залежно від норми висіву та рівня біологізації технології вирощування (2020–2021 рр.)

Технологія вирощування (фактор А)	Норма висіву, млн. шт./га (фактор В)	Висота рослин у фазу повної стиглості, см	Кількість плодових гілок І порядку на рослині, шт.	Кількість стручків на рослині, шт.	M_{1000}, г	Маса насіння з однієї рослини, г
Традиційна (інтенсивна)	2,0	150,5	4,4	65,4	3,5	1,7
	2,5	147,0	3,0	40,7	3,3	1,4
	3,0	142,4	2,9	31,5	3,0	1,0
Біологізована	2,0	155,9	4,8	77,2	3,8	2,0
	2,5	151,2	3,4	55,1	3,7	1,8
	3,0	147,7	3,1	39,0	3,4	1,4
Органічна	2,0	152,9	4,9	80,1	3,9	2,2
	2,5	150,0	3,7	59,6	3,7	1,7
	3,0	146,7	3,3	37,8	3,3	1,2

Таблиця 3

Урожайність кондиційного насіння гірчиці сарептської залежно від норми висіву та рівня біологізації технології вирощування (2020–2021 рр.)

Технологія вирощування (фактор А)	Норма висіву, млн шт./га (фактор В)	Урожайність кондиційного насіння, т/га
Традиційна (інтенсивна)	2,0	0,88
	2,5	1,19
	3,0	0,95
Біологізована	2,0	1,49
	2,5	1,77
	3,0	1,29
Органічна	2,0	1,41
	2,5	1,74
	3,0	1,52
$НІР_{05}$, т/га	часткових відмінностей	А = 0,24, В = 0,18
	головних ефектів	А = 0,28, В = 0,33

2,5 млн шт./га, що забезпечила на тлі традиційної технології отримання 1,19 т/га, біологізованої – 1,77 т/га, органічної – 1,74 т/га кондиційного насіння. У середньому за фактором В насіннєва продуктивність культури, що вирощувалася за традиційною інтенсивною технологією, становила 0,98 т/га, за біологізованою – 1,52 т/га, за органічною – 1,56 ц/га, що свідчить про перспективність та доцільність залучення до технології вирощування культури як окремих елементів біологізації, так і повного переведення вирощування гірчиці сизої на органічні принципи.

Дещо іншим виявився, за результатами наших досліджень, характер залежності від факторів, що вивчалися, основних якісних показників насіння культури, а саме: вмісту в ньому жирної й ефірної алілової олії. І якщо істотної залежності між нормою висіву культури й олійністю й ефірністю впродовж двох років дослідження нами не виявлено, то вплив на формування зазначених якісних показників саме технології вирощування був істотним (рис. 1).

Залучення до технології вирощування культури елементів біологізації (заміна мінеральних туків на органічні препарати) дозволило підвищити вміст в гірчичному насінні сирого жиру із 38,6 до 39,3%, а реалізація повної органічної технології вирощування (органічні добрива в комплексі з органічними ЗЗР) – до 40,4%. Даний позитивний ефект пояснюється нами, по-перше, відсутністю репелентного впливу органічних пестицидів на медоносних бджіл під час цвітіння гірчиці сарептської, що позначилося на більш активному відвідуванні агроценозу даним видом і покращенні умов запилення; по-друге, більш сприятливими умовами для синтезу жирної олії на фінальних етапах онтогенезу культури (насамперед через підвищення жаростійкості та посухостійкості рослин під впливом органічних препаратів).

Висновки. Збільшення норми висіву культури з 2,0 до 3,0 млн шт./га зумовлює погіршення значення більшості біометричних показників (висота рослин, облистяність) та всіх показників структури врожаю. Проте, зважаючи на дискретний характер реальної кількості рослин, що збереглися в агроценозі на момент дослідження, значення таких показників, як площа асиміляційного апарату та листковий індекс, а також урожайність кондиційного насіння культури, мали криволінійну залежність: із збільшенням норми висіву від 2,0 до 2,5 млн шт./га зростали, а надалі зменшувалися. Найбільш оптимальною нормою висіву культури за всіх варіантів технології вирощування визнана норма 2,5 млн шт./га. Також у досліді відмічена істотна перевага біологізованої й органічної технології вирощування

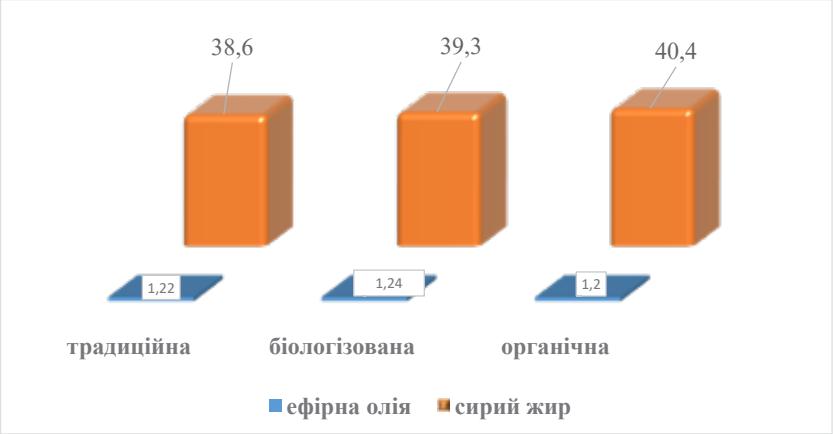


Рис. 1

гірчиці сарептської над традиційною інтенсивною як за біометричними та структурними показниками, так і за рівнем урожайності кондиційного насіння і його якісними показниками, насамперед вмістом у насінні сирого жиру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Біологізація землеробства в Україні: реалії та перспективи / за ред. В.В. Іванишина, І.А. Шувара. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2016. 284 с.
2. Мельник А.В., Жердецька С.В. Стан та перспективи вирощування гірчиці у світі та на Україні. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2015. Вип. 3 (29). С. 166–169.
3. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні : монографія / за ред. Я.М. Гадзало, В.Ф. Камінського. Київ : Аграрна наука, 2016. 592 с.
4. Поляков О.І. Особливості формування продуктивності гірчиці ярої під впливом стимуляторів росту за різних способів сівби. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур Національної академії аграрних наук. 2017. Вип. 24. С. 181–187. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpiok_2017_24_22.
5. Система удобрення сільськогосподарських культур у землеробстві початку XXI століття / за ред. С.А. Балюка, М.М. Мірошниченка. Київ : Альфа-стевія, 2016. 400 с.
6. Сівак А.Н., Костюкевич Т.К. Перспективи виробництва гірчиці в Україні. *Рубіновські читання :* матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції, 14 травня 2021 р., м. Умань С. 18.

REFERENCES:

1. *Biolohizatsiya zemlerobstva v Ukrayini: realiyi ta perspektyvy* [Tekst] (2016) / za red. V.V. Ivanyshyna ta I.A. Shuvara. [Biologization of agriculture in Ukraine: realities and prospects], Symfoniya forte [in Ukrainian]
2. Mel'nyk A.V., Zherdets'ka S.V. (2015). *Stan ta perspektyvy vyroshchuvannya hirchytsi v sviti ta na Ukrayini* [Status and prospects of mustard cultivation in the world and in Ukraine]. Visnyk Sums'koho NAU, № 3 (29), p. 166–169 [in Ukrainian].
3. *Naukovi osnovy vyrobnytstva orhanichnoyi produktsiyi v Ukrayini : monohrafiya* / za red. Ya.M. Hadzalo, V.F. Kamins'koho (2016) [Scientific bases of production of organic products in Ukraine], Ahrarna nauka [in Ukrainian].
4. Polyakov O.I. (2017). *Osoblyvosti formuvannya produktyvnosti hirchytsi yaroyi pid vplyvom stymulyatoriv rostu za riznykh sposobiv sivby* [Features of formation of productivity of spring mustard under the influence of growth stimulators at different methods of sowing]. Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN, № 24, p. 181–187 [in Ukrainian].
5. *Systema udoskonalennya sil's'kohospodars'kykh kul'tur u zemlerobstvi pochatku XXI stolittya* / za red. S.A. Balyuka, M.M. Miroshnychenka (2016) [The system of improvement of agricultural crops in agriculture at the beginning of the XXI century], Alpa-stevia [in Ukrainian].
6. Sivak A.N., Kostyukevich T.K. (2021). *Perspektyvy vyrobnytstva hirchytsi v Ukrayini* [Prospects for mustard production in Ukraine] Materialy III vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Rubinovski chytannia", 14 travnia 2021 r., m. Uman [in Ukrainian].

Жуйков О.Г., Ходос Т.А. Формування комплексу біометричних, структурних і продуктивних показників гірчиці сарептської залежно від норми висіву та рівня біологізації технології вирощування культури в умовах Південного Степу

Метою наукового дослідження було встановлення впливу на комплекс біометричних (висота рослин, площа асиміляційної поверхні, листковий індекс агрофітоценозу), структурних (елементи пробного снопу, показник M_{1000}) і продуктивних ознак (урожайність кондиційного насіння, вміст у насінні сирого жиру й ефірної олії) залежно від норми висіву культури та ступеня біологізації технології вирощування культури. Реалізація поставленої мети здійснювалася шляхом закладання польового двофакторного досліду і проведенням комплексу спостережень і лабораторних досліджень. Фактор А (технологія вирощування культури) був представлений варіантами традиційної зональної технології вирощування гірчиці, біологізованою технологією (відмова від мінеральних добрив і заміна їх на органічні препарати) та органічною (заміна мінеральних добрив і синтетичних ЗЗР на органічні препарати). Фактор В являв собою різні норми висіву культури (від 2,0 до 3,0 мільйонів штук схожих насінин на 1 гектар з інтер-

валом 0,5 мільйона). У досліді висівався сорт гірчиці Пріма селекції Інституту олійних культур Національної академії аграрних наук. Повторність досліду чотирикратна, загальна площа дослідної ділянки становила 0,9 гектара, загальна площа ділянки першого порядку – 250 квадратних метрів, облікова – 200 квадратних метрів. Ділянки в досліді розміщувалися методом розщеплених ділянок із частковою рендомізацією. Збільшення норми висіву культури із 2,0 до 3,0 мільйонів штук на гектар зумовлює погіршення значення більшості біометричних показників (висота рослин, облистяність) та всіх показників структури врожаю. Проте, зважаючи на дискретний характер реальної кількості рослин, що збереглися в агроценозі на момент дослідження, значення таких показників, як площа асиміляційного апарату та листковий індекс, а також врожайність кондиційного насіння культури, мали криволінійну залежність: із збільшенням норми висіву від 2,0 до 2,5 мільйонів штук на гектар зростали, а надалі зменшувалися. Оптимальною нормою висіву культури за всіх варіантів технології вирощування визнана норма 2,5 мільйони штук на гектар. Також у досліді зазначена істотна перевага біологізованої й органічної технології вирощування гірчиці сарептської над традиційною інтенсивною як за біометричними та структурними показниками, так і за рівнем урожайності кондиційного насіння, його якісними показниками, насамперед вмістом у насінні сирого жиру.

Ключові слова: гірчиця сарептська, біологізація, органічна технологія, висота рослин, площа асиміляційного апарату, структура врожаю, урожайність, вміст сирого жиру, ефірна олія.

Zhuikov O.G., Hodos T.A. Formation of a complex of biometric, structural and productive indicators of Sarepta mustard depending on the sowing rate and the level of biologization of the technology of growing crops in the Southern Steppe

The aim of the study was to establish the impact on the complex of biometric (plant height, assimilation surface area, leaf index of agrophytocenoses), structural (elements of the test sheaf, M_{1000}) and productive traits (yield of conditioned seeds, crude fat and essential oil) depending on from the norm of sowing culture and the degree of biologization of culture technology. The realization of this goal was carried out by establishing a two-factor field experiment and conducting a set of observations and laboratory studies. Factor A (culture technology) was represented by variants of traditional zonal technology of mustard cultivation; biologized technology (rejection of mineral fertilizers and their replacement by organic preparations) and organic (replacement of mineral fertilizers and synthetic pesticides by organic preparations). Factor B was different sowing rates (from 2,0 to 3,0 million pieces of similar seeds per 1 ha with an interval of 0,5 million). The experiment sowed a variety of mustard Prima. The repetition of the experiment is four times, the total area of the experimental plot is 0,9 ha, the total area of the first order plot is 250 m^2, the accounting area is 200 m^2. The plots in the experiment were placed by the method of split plots with partial randomization. Increasing the sowing rate from 2,0 to 3,0 million units / ha causes a deterioration in the value of most biometric indicators (plant height, foliage) and all indicators of crop structure. However, due to the discrete nature of the actual number of plants preserved in the agrocenosis at the time of the study, the values of such indicators as assimilation apparatus area and leaf index, as well as yield of conditioned seed crops were curvilinear: with increasing seeding rate from 2,0 to 2,5 million units/ ha increased, and further decreased. The norm of 2,5 million units / ha is recognized as the most optimal sowing rate for all variants of cultivation technology. The experiment also noted a significant advantage of biologized and organic technology of growing Sarepta mustard over traditional intensive in terms of biometric and structural indicators, as well as the level of yield of conditioned seeds and its quality indicators, especially crude fat content.

Key words: Sarepta mustard, biologization, organic technology, plant height, assimilation apparatus area, yield structure, yield, crude fat content, essential oil.

УДК 631.528.6, 575.224.46
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.9

ДЕПРЕСИВНІ НАСЛІДКИ ДІЇ ГАММА-ПРОМЕНІВ У ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

ІЖБОЛДІН О.О. – старший викладач
https://orcid.org/0000-0002-8076-7206
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Вплив фізичних мутагенів (гамма-променів) на проходження онтогенезу окремих рослин традиційно не позитивний та виражається у проблемах із нормальними процесами росту та розвитку рослин, сповільненні проходження окремих фаз вегетації, більш пізньому їх настанні порівняно з контролем (іноді до декади та більше за окремими фазами колосіння – стиглості), зниженні схожості, виживання рослин, фертильності, наявності різних морфозів. Навіть незначна на перший погляд одноразова дія мутагенами на насіння суттєво корегує виживання та продуктивність рослини пшениці озимої [4, 16, 19].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Мутагенною депресією є наявність помітного пониження життєвої спроможності в перших поколіннях рослин після обробки мутагенним чинником. Виявлена чимала кількість ознак, за якими можна показувати ступінь її прояву, але найбільш широко використовуються схожість та виживання (останнє критично значуще насамперед для озимих: стерильність пилку, структура 10-денних проростків, елементи архітектури та врожайності, біологічна та господарська продуктивність рослин). Частково ці ознаки дублюються при спостережені, а окремі з них залежно від генотипу об'єкта мутагенної дії та особливостей перебігу онтогенезу не є надійними для повноцінної оцінки фенотипової мінливості після дії [5, 17, 18].

Активність мутагенного чинника в першому поколінні проявляється при спостережені у зниженні життєздатності, фертильності, різних морфологічних та фізіологічних ушкодженнях на рівні рослини загалом. Не рідкісними є й фізіологічні ушкодження, що й фактично визначають границі використання доз та концентрацій на практиці. Вплив окремого мутагенного чиннику ідентифікується за життєздатністю рослин першого покоління при польових дослідженнях [8, 14].

Прояв мутагенної депресії цілком залежить від декількох факторів. По-перше, від суб'єкта мутагенної активності та його життєвого стану. Якщо використовуємо як суб'єкт сухе насіння, мутагенна депресія більш низька, для замоченого, проростків, пилку підвищується з кожною градацією матеріалу. Це і є суттєвим обмеженням кількості мутагенного чинника. Другим параметром є природа діючого чинника – гамма-опромінення, як властиве для фізичних мутагенів, за особливостями дії належить до мутагенів із високим проявом депресивних наслідків [9, 15].

Питання суттєвого зниження негативних наслідків депресії при тому ж рівні мутаційної мінливості (частоті та спектрі мутацій) є доволі актуальним [2], до того ж окремі дослідники встановили, що немає прямої залежності між депресією організму в першому поколінні та мутаційною мінливістю в подальших [6, 19]. Основними вважають у цьому напрямі дві можливості: пошук нових за природою дії чинників (лазер, опромінення іонами азоту вуглецю, застосування космічного простору), що призводять до того ж рівня мутаційної мінливості при значущому зниженні негативних наслідків депресії [11], та застосування стабілізуючих антимутагенів, що понижають активність діючих чинників [12; 13; 15]. Але наслідком другого варіанту досить часто є небажане зниження мінливості.

За дією на сухе насіння пшениці озимої мутагени впливають насамперед на ті ознаки, які починають формуватися в момент дії. Переважно це відзначається на параметрах онтогенезу (схожість, виживання, настання окремих фенофаз), елементах структури врожайності у першому поколінні рослин. Залежно від природи мутагени здатні проявляти депресивну або стимулюючу дію щодо процесів онтогенезу рослин першого покоління. Переважно мутагени виявляють депресивний вплив на ознаки, особливо при високих дозах та концентраціях [7]. Вивчення першого покоління рослин окремих сортів є необхідним, оскільки депресійні наслідки в першому поколінні визначають обсяг вихідного матеріалу для виявлення мутаційної активності у подальших поколіннях, відтворюють природу мутагенного чинника, пов'язану із частотою та спектром спадкових змін у наступних поколіннях, та визначають спроможність прояву домінантних змін [3, 10].

Мета. Показати наявність та специфічність депресії післядії широкого спектру доз гамма-променів у сортів пшениці озимої, адаптованих для Півночі Степу України, за показниками проходження онтогенезу, морфометрії, врожайності. Виконувалися такі завдання: вивчити показники схожості та виживання, наступу окремих фенофаз росту та розвитку у рослин пшениці озимої сортів місцевої селекції (Комерційна та Співанка) першого покоління. Ідентифікувати особливості виникнення депресії на показниках структури врожайності (морфометрія рослин) та виявити рівень їх мінливості залежно від дози та генотипу. Зробити аналіз впливу мутагенної активності гамма-променів залежно від генотипових особливостей сортів місцевої селекції та визначити їх перспективність як об'єктів мутагенної дії для підвищення рівня майбутньої мутаційної мінливості.

Матеріали та методика досліджень. У 2015–2016 рр. досліди проводилися на території навчально-наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Сухе насіння сортів

пшениці озимої селекції ДДАЕУ Співанка та Комерційна опромінювали гамма-опроміненням у дозах 100, 150, 200, 250, 300 Гр. Контролем було неопромінене сухе насіння. Дози гамма-променів стандартні для спектру опромінення, що застосовується в експериментальному мутагенезі цієї культури для підвищення мінливості вихідного матеріалу [18, 19].

Обробку насіння цих сортів проводили на дослідній гамма-установці центру дослідження ядерної енергетики та тренувань департаменту ядерних технологій для харчових ресурсів ФАО-МАГАТЕ (Австрія, Фрайбург), гамма-променями радіоактивного джерела Co_{60}, потужність постійного потоку 0,048 Гр/с.

Перше покоління генотипів (M_1), що отримали дію гамма-променів, сіялися ручним способом 10-рядковими ділянками 1,5 м довжиною, кожен варіант становив тисячу зерен. Контролем було сухе насіння досліджуваних сортів, висіяне для кожного сорту.

Протягом періодів вегетації 2015–2016 років були проведені обліки зі схожості та виживання рослин у зимовий період, облік змінених рослин, у першому поколінні вивчався вплив гамма-променів на висоту рослин та елементи структури урожаю (дібрано 30 рослин на відповідний аналіз). У варіантах із високими та сублетальними (250–300 Гр) дозами гамма-променів добирали матеріал по наявності. Загальну схожість досліджували через 21 день після висіву матеріалу, коли зникала будь-яка ймовірність виявлення додаткових сходів, методом повного підрахунку живих сходів у варіанті. Показник виживаності рослин у першому поколінні обраховували у відсотках від обсягу зібраних рослин до обсягу рослинного матеріалу, що був висіяний, після зимового періоду. Рослинами, що вижили, вважали ті, що сформували озернений головний колос.

Фертильність пилкових зерен досліджували на пофарбованих ацетокарміном препаратах та спостереженнями інтенсивності фарбування у світловий мікроскоп. Всього вибірка становила 30 препаратів.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили за методом дисперсійного, дискримінантного, факторного аналізу, суттєвість різниці між середніми визначали за критерієм Стьюдента. Застосовували пакет аналізу програми Statistic 10.0 [14].

Результати досліджень. Онтогенез рослин першого покоління сортів, що отримали мутагенну дію, показаний в таблиці 1. Тисяча зерен висівалася для кожного варіанту (контролю, дози опромінення). За дією гамма-опромінення виявили суттєві проблеми з настанням окремих фенофаз – у Комерційної та Співанки фаза колосіння затримувалась відповідно на 5–6 днів, зернова стиглість – на 5 днів вже при помірних дозах. При дії гамма-променів у дозі 200 Гр та більше – на 8–10 днів. Фенофаза повної стиглості могла затриматись від 7 до 10 днів. Значна кількість отриманого матеріалу була недорозвинена, наявна велика кількість морфозів, особливо при дії високих доз гамма-променів. У насіння без обробки матеріал по сортах за схожістю суттєво не розрізнявся.

За дією доз по варіантах виявлено, що обидва місцевих сорти (Співанка та Комерційна) можна класифікувати як високосенситивні до дії гамма-променів – високий рівень мутагенної депресії. Так, уже дія доволі помірної дози 100 Гр була напівлетальною за виживанням для Комерційної та близькою до цього для Співанки. Доза 250 Гр виявилася в обох випадках сублетальною.

Взаємодія між сортовими особливостями та дією гамма-променів проявляється тим, що сорт Комерційна показав більшу чутливість до дії гамма-променів у діапазоні 100–200 Гр, за дії більш високої дози картина змінилася та схожість була на рівні сорту Співанка. Для обох сортів сублетальною виявилася доза 300 Гр – при нульовій та майже нульовій схожості. Щодо виживання, то для обох генотипів спостерігалася суттєва загибель при відновлені вегетації пшениці озимої через негативний вплив умов перезимівлі, що була статистично значущою в більшості випадків, але більш чітко вираженою вона була у сорту Комерційна.

Таким чином, можна провести розподіл доз для сортів місцевої селекції таким чином: 100–200 Гр – напівлетальні, доза 300 Гр – сублетальна. Бачимо суттєві відмінності щодо світової тенденції, де дози першого діапазону є помірними (крім 200 Гр), наступні (200–250 Гр) високими та 300 Гр – високою або сублетальною.

Таблиця 1

Схожість та виживання М1 рослин

Варіант	Схожість, шт.	Схожість, %	При відновлені вегетації, шт.	При відновлені вегетації, %
Комерційна, контроль	941±14	94,1±1,4	939±14	93,9±1,4
Комерційна, 100 Гр	611±11*	61,1±1,1	540±15*	54,0±1,5
Комерційна, 150 Гр	501±17*	50,1±1,7	431±15*	43,1±1,5
Комерційна, 200 Гр.	212±23*	21,2±2,3	159±18*	15,9±1,8
Комерційна, 250 Гр.	101±23*	10,1±2,3	32±10*	3,2±1,0
Комерційна, 300 Гр.	8±11	0,8±1,1	0	0
Співанка, контроль	981±14	98,1±1,4	978±13	97,8±1,3
Співанка, 100 Гр	693±15*	69,3±1,5	652±17*	65,2±1,7
Співанка, 150 Гр	422±15*	42,2±1,5	395±15*	39,5±1,5
Співанка, 200 Гр.	278±19*	27,8±1,9	247±16*	24,7±1,6
Співанка, 250 Гр.	124±18*	12,4±1,8	69±6*	6,9±0,6
Співанка, 300 Гр.	41±16	4,1±1,6	4±7	0,4±0,7

* – різниця статистично достовірна при $t_{0.05}$

Крім вище розглянутих параметрів онтогенезу, до критично важливих також відносяться такі показники, як терміни настання окремих фенофаз у розвитку рослин та загальний рівень життєздатності пилку. Дослідження останнього проводилося за визначенням життєздатністю пилку, методом фарбування пилкових зерен та дослідженням присутності та обсягів фертильного пилку при світловому мікроскопуванні препаратів.

При досліджені рівня стерильності після дії гамма-променів (таблиця 2) кореляція між зростанням дози гамма-променів та зниженням життєздатності пилку дорівнювала –0,92. Тобто спостерігалася значущий зворотний зв'язок.

Таблиця 2

Рівень фертильності у М1 рослин

Варіант	Комерційна	Співанка
Контроль	99,3	97,1
Гамма-промені, 100 Гр	86,1*	85,9*
Гамма-промені, 150 Гр	75,0*	77,9*
Гамма-промені, 200 Гр	60,4*	67,2*
Гамма-промені, 250 Гр	13,7*	21,9*
Гамма-промені, 300 Гр	1,2*	7,2*

* – різниця статистично достовірна при $P_{0,05}$

У нашому дослідженні стерильність поступово зростала при збільшенні доз гамма-опромінення до дози 200 Гр., по досягненню якої відбувалося різке падіння – критичним є застосування саме дози гамма-променів 200 Гр для продуктивності, застосування гамма-променів на цьому рівні для цих генотипів приводить до невисокої втрати фертильної здатності.

У контролі (сухе насіння без обробки) обидва генотипи показали низький рівень стерильності, при дозі 100 Гр. життєздатність вже значимо впала, але не стрімко. Доза гамма-променів 150 Гр призвела до значного падіння фертильності, що показала лише 75 відсотків від контролю, наступна доза показала фертильність не більше 60–65% від загальної кількості пилкових зерен. При обох дозах Співанка демонструвала більшу стійкість до дії цього мутагену, ніж Комерційна (що відповідає й дослідженням із онтогенезу рослин), крім дози 100 Гр.

При дії 300 Гр у Комерційної матеріал не достигав до повної стиглості зерна та виживання було дуже низьким, у Співанки стерильність була дуже високою – рослини були фактично повністю стерильні, але вдалося отримати невелику кількість насіннєвого матеріалу. Але його схожість була незначною.

Першою з критичних проблем, що істотно знижують обсяги вихідного матеріалу для роботи на ранніх етапах процесу мутаційного поліпшення в практичній екологічній генетиці, є депресія, викликана дією гамма-променів, особливо у високих дозах, на деякі параметри структури рослин.

Структура врожайності вивчена за дев'ятьма основними параметрами, що наведені у таблиці 3.

Параметри загальної кущистості, продуктивної кущистості, довжини головного колоса, кількості колосків із головного колоса переважно не знижувалися суттєво при зростанні дози гамма-променів. Звісно, мутагенна післядія проявилася і на них, але рівень будь-якого з цих параметрів лише при дії сублетальної або напівлетальної дози значущо відрізнявся від контролю. Насамперед треба орієнтуватися на параметри, які знижуються з кожним зниженням кількості чинника, проте за цими елементами структури дози 100 та 150 Гр, 150 та 200 Гр не показують жодної варіативності.

Параметр висоти стебла за дії дози 100 Гр знижувався зі статистичною достовірністю порівняно з контролем у обох генотипів. Аналогічне відбувалося за дозами 150–250 Гр. Параметр загальної кущистості значно менший за варіативністю та показує мінливість при підвищенні дози тільки у сорту Співанка та тільки за дії 200–250 Гр. Впливом гамма-опромінення на параметр продуктивної кущистості показали фактично ту ж саму картину, не враховуючи мінливості для одного варіанта

Таблиця 3

Депресія показників структури врожайності першого покоління

Варіант	Висота, см	Загальна кущистість	Продуктивна кущистість	Довжина головного колосу, см	Кількість колосків, шт.	Зерна з головного колосу, шт.	Вага зерна з головного колосу, г.	Вага зерна з рослини, г.	МТЗ, г.
Комерційна, контроль	93,4	3,7	3,3	8,6	18,0	36,0	1,42	4,4	41,0
Комерційна, 100 Гр.	86,2*	3,5	3,1	8,4	17,9	35,0	1,28*	4,0	36,3*
Комерційна, 150 Гр.	81,1*	3,5	3,2	8,3	17,6	29,0*	1,12*	3,5*	31,9*
Комерційна, 200 Гр.	75,6*	3,0	2,6	7,2*	11,9*	12,0*	0,61*	2,2*	21,5*
Комерційна, 250 Гр.	65,1*	2,0*	1,2*	5,5*	8,2*	4,0*	0,11*	0,4*	15,2*
Співанка, контроль	87,5	4,3	3,9	7,7	17,6	34,0	1,24	3,9	38,9
Співанка, 100 Гр.	83,5*	3,9	3,6	7,8	17,6	33,0	1,08*	3,7	34,5*
Співанка, 150 Гр.	76,1*	3,8	3,4	7,6	17,7	29,0	0,92*	3,0*	31,0*
Співанка, 200 Гр.	71,2*	3,0*	2,0*	7,1	15,2	13,0*	0,47*	1,1*	21,5*
Співанка, 250 Гр.	43,5*	1,9*	1,1*	5,1*	7,0*	5,0*	0,4*	0,4*	7,8*
Співанка, 300 Гр.	39,2*	1,1*	1,0	4,3*	5,3*	2,0*	0,1*	0,1*	4,1*

* – різниця статистично достовірна при $P_{0,05}$

Комерційної за дією 200 Гр. Щодо елементу врожайності довжина головного колоса, то він варіативний тільки за дією 200 Гр (Комерційна) та 250 Гр. (Співанка). Така ж тенденція характерна для елементу структури врожайності – кількість колосків із головного колосу.

Такий параметр структури продуктивності, як кількість зерна з колосу, змінюється за дії усіх доз, за винятком 100–150 Гр, зі статистичною значущістю, та є високочутливим моніторинговим параметром мутагенної депресії. Вага зерна з колосу змінюється при будь-якій дозі гамма-променів та цілком відповідна за варіативністю всім показникам для надійного аналізу мутагенної депресії у гамма-променів та визначення природи мутагенної дії. Інакше – як попередня ознака висоти стебла у рослин першого покоління. Вага зерна з рослини дещо менш мінлива за попередній показник та відтворює мутагенну депресію приблизно настільки ж, як і параметр структури кількість зерна з колосу. МТЗ (маса тисячі зерен) значущо варіює при дії усіх доз гамма-променів для обох генотипів та є стабільним моніторинговим показником мутагенної депресії на рівні елементів структури висота стебла рослини та вага зерна з колосу.

Тобто достовірно показують характер мутагенної депресійної активності такі елементи структури, як висота рослин, вага зерна з головного колосу та маса тисячі зерен, частково вага зерна з рослини, частково кількість зерен з головного колосу (крім доз 100–150 Гр).

Як моніторингові по мінливості щодо поступової варіації параметру при зміні дози гамма-променів можна виявити за дискримінантним аналізом (показаний в таблиці 4) такі елементи структури, як висота рослини, вага зерна з головного колосу, вага зерна з рослини, МТЗ. Неінформативним показником виявилася кількість зерна з головного колосу.

При застосуванні дисперсійного аналізу по двох факторах, що наведено у таблиці 5, спостерігався вплив переважно дози гамма-променів на параметри структури рослин першого покоління сортів рослин – висоту рослин, кількість зерен із головного колосу, вагу зерна з колосу, вагу зерна з рослини, МТЗ. Цей фактор був головним у відмінностях матеріалу за проявом мутагенної депресійної активності. За аналізом фактору генотипових особливостей сорту моніторинговими були такі показники, як: висота рослин, вага зерна з колосу, вага зерен з рослини, МТЗ. Значуща генотип-мутагенна взаємодія є показником досить різкої відмінності між сортами за мутагенною депресією.

Таким чином, можна вважати доведеним, що збільшення дози гамма-променів більш вагомо впливає на рослини, ніж генотип, показники «висота рослини» та «маса тисячі зерен» чітко демонструють вплив відповідного мутагенного чинника. Параметрами моніторингу депресивних наслідків можна визначити такі ознаки, як висота рослин, вага зерна з головного колосу, вага зерна з рослини, маса тисячі зерен.

У наших дослідженнях відбувається суттєве зниження класифікації доз за їх градацією. Так, зазвичай напівлетальність характерна для більш високих доз у межах не менш 200 Гр, коли в наших дослідженнях тенденція зовсім інша [17, 18]. Іноземні дослідники отримували життєздатний матеріал та потім його успішно використовували навіть для доз 300–350 Гр [10]. Як відомо, за високу сенситивність вихідного матеріалу відповідає система двох рецесивних генів, що суттєво погіршує здатність матеріалу до виживання [8].

Відзначалося в дослідженнях деяких вчених, що селекція без урахування вищенаведеної особливості може призвести до фактично повної наявності в місцевих сортових ресурсах лише цієї системи, що й призводить до проблем щодо включення таких форм до програм з генетичного поліпшення через використання мутаційної мінливості [10, 18].

Таблиця 4

Дискримінантний аналіз елементів структури рослин

Змінні в моделі	Коефіцієнт Уїлкса λ	F-remove (4,02)	p-level
Висота, см	0,57	10,80	0,01
Загальна кущистість	0,01	0,56	0,71
Продуктивна кущистість	0,04	1,02	0,43
Довжина головного колосу, см	0,04	1,11	0,40
Кількість колосків, шт.	0,04	1,01	0,41
Зерна з головного колосу, шт.	0,16	3,71	0,07
Вага зерна з головного колосу, г	0,26	6,09	0,02
Вага зерна з рослини, г	0,20	4,11	0,03
МТЗ, г	0,59	14,02	0,01

Таблиця 5

Аналіз факторів мутагенної депресії

Джерело варіації	SS	df	MS	F	P	$F_{критичне}$
Доза мутагену	1886,68	5	377,34	27,05	0,01	5,05
Генотип	108	1	108	7,74	0,03	6,61
Похибка	69,76	5	13,952			
Всього	2064,44	11				

Ця проблематика показана на досить великому діапазоні культур – від зернових до овочевих, фактично добір за нею є передумовою для включення відповідного матеріалу до програми з експериментального мутагенезу [2, 11, 16]. Але це не є визначальним для перспективності використання мутацій на базі цих генотипів, більш за це – спектр отриманих у майбутньому мутацій може компенсувати негативні моменти, пов'язані з низькою стійкістю до гамма-променів [19].

Щодо моніторингу особливостей формування окремих ознак в першому поколінні, то отримані дані фактично збігаються з попередніми дослідженнями (крім ролі ваги зерна з рослин, цей параметр є варіативним щодо вихідного матеріалу) [1, 12].

Висновки. Високий негативний вплив гамма-променів за всіма показаними показниками проявився у сорту Комерційна, крім помірних доз в окремих випадках, це показує особливості взаємозв'язку між взаємодією депресійною активністю гамма-опромінення та генотипами деяких сортів, що визначає ускладнені особливості виникнення депресивних наслідків на рівні рослини загалом. Моніторинговими параметрами за ступенем мутагенної депресії у першому поколінні рослин сортів, що отримали мутагенну дію, були: показники онтогенезу рослин (схожість, віддалена загибель), фертильність-стерильність пилку та окремі елементи структури врожайності (висота рослин, вага зерна з головного колосу, вага зерна з рослини, маса тисячі зерен). Генотиповою особливістю місцевих сортів (Комерційна та Співанка) виявилися досить чутливими до дії гамма-променів, що показано напівлетальністю вже початкових, досить посередніх за класифікацією ФАО-МАГАТЕ доз (100–150 Гр). Відповідно, це показник їх фундаментальної особливості при дії гамма-променями для отримання високого рівня мутаційної активності в майбутньому та позначає можливий високий рівень мутабельності за частотою та спектром наступних змін, тобто ці генотипи є доволі перспективними для експериментального мутагенезу за проявом депресії в першому поколінні. Подальші дослідження будуть проводиться вже за наявністю у наступних поколіннях змін, що будуть визначатися переважно візуально та їх успадкуванням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Amram A., Fadida-Myers A., Golan G., Nashef K., Ben-David R. & Peleg Z, (2015). Effect of GA-sensitivity on wheat early vigor and yield components under deep sowing, *Frontier Plant Science,* 6 (487). doi: 10.3389/fpls.2015.00487.
2. Asif J. (2020). Effect of different pre-treatments on seed germination of Prosopis juliflora and Dalbergia sissoo: a step towards mutation breeding, *Journal of forest science*, 66, 80–88. doi: https://doi.org/10.17221/64/2019-JFS.
3. Çelik Ö., Ekşioğlu A. & Akdaş E.Y. (2018). Transcript profiling of salt tolerant tobacco mutants generated via mutation breeding, *Gene Expression Patterns*, 29, 59–64. doi: 10.1016/j.gep.2018.05.001.
4. Chen S., Gao R., Wang H., Wen M., Xiao J, Bian N., Zhang R., Hu W., Cheng S., Bie T. & Wang X. (2015). Characterization of a novel reduced height gene (*Rht23*) regulating panicle morphology and plant architecture in bread wheat, *Euphytica*, 203, 583–594. doi: 10.1007/s10681-014-1275-1.
5. Essam F., Badrya M. & Aya M. (2019). Modeling and forecasting of wheat production in Egypt, *Advances and Applications in Statistics*, 59(1), 89–101. doi: http://dx.doi.org/10.17654/AS059010089.
6. Fellahi Z., Hannachi A., Oulmi A. & Bouzerzour H. (2018). Analyse des aptitudes générale et spécifique à la combinaison chez le blé tendre (Triticum aestivum L.), *Revue Agriculture*, 9(1), 60–70.
7. Gasperini D., Greenland A., Hedden P., Dreos R., Harwood W. & Griffiths S. (2012). Genetic and physiological analysis of Rht8 in bread wheat: an alternative source of semi-dwarfism with a reduced sensitivity to brassinosteroids, *Journal of Experimental Botany*, 63, 4419–4436. doi: 10.1093/jxb/ers138.
8. Hallajian M.T. (2016). Mutation Breeding and Drought Stress Tolerance in Plants, *Drought Stress Tolerance in Plants*, 2, 359–383. doi: 10.1007/978-3-319-32423-4_13.
9. Hiroyasu Y. (2018). Mutation breeding of ornamental plants using ion beams, *Breeding Science*, 68(1), 71–78. doi: 10.1270/jsbbs.17086
10. Hongjie Lia, Timothy D. M., Mc Intoshc R.A. & Yang Z. (2019). Breeding new cultivars for sustainable wheat production, *The Crop Journal*, 7(6), 715–717. doi: https://doi.org/10.1016/j.cj.2019.11.001.
11. Kolakar S.S., Nadukeri S., Jakkeral S.A., Hanumanthappa M. & Gangaprasad S. (2018). Role of mutation breeding in improvement of medicinal and aromatic crops: Review, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, SP3, 425–429. doi: http://dx.doi.org/10.4171/2267- 0412.100e108.
12. Li H.J., Timothy D.M., Mc Intoshc R.A. & Zhou Y. (2019). Wheat breeding in northern China: achievements and technical advances, *The Crop Journal*, 7(6), 718–729. doi: https://doi.org/10.1016/j.cj.2019.09.003.
13. Nazarenko M. (2015). Negativnyie posledstviya mutagennogo vozdeystviya [Peculiarities of negative consequences of mutagen action], *Ecological Genetics*, 13(4), 25–26. (in Russian). doi: https://doi.org/10.17816/ecogen13425-26
14. Naveed A., Nazir A., Abdu, H., Raza S. & Muhammad A. (2015). Mutation breeding: a tool to improve wheat yield and yield components, *Life Science*, 9 (1), 3274–3279.
15. Saif-u-Malook S.A., Qaisarani M.K., Shabaz H., Ahmed M., Nawaz M. & Qurban A. (2015). Mutation breeding approach to breed drought tolerant maize hybrids, *International Journal of Biosciences*, 6(2), 427–436. doi: 10.12692/ijb/6.2.427-436.
16. Shah F., Adnan M. & Basir A. (2018). Global Wheat Production. Intechopen, London. doi: 10.5772/intechopen.72559
17. Shu Q.Y., Forster B.P. & Nakagava H., (2013). Plant mutation breeding and biotechnology. CABI publishing, Vienna. doi: 10.1079/9781780640853.0000.
18. Spencer-Lopes M.M., Forster B.P. & Jankuloski L. (2018). Manual on mutation breeding. Third edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
19. Xicun D., Xia Y., & Wenjian L. (2016). Plant Mutation Breeding with Heavy Ion Irradiation at IMP, *Journal of Agricultural Science*, 8(5), 34–41. doi: 10.5539/jas.v8n5p34.

REFERENCES:

1. Amram A., Fadida-Myers A., Golan G., Nashef K., Ben-David R. & Peleg Z, (2015). Effect of GA-sensitivity on wheat early vigor and yield components under deep sowing, *Frontier Plant Science,* 6 (487). doi: 10.3389/fpls.2015.00487.
2. Asif J. (2020). Effect of different pre-treatments on seed germination of Prosopis juliflora and Dalbergia sissoo: a step towards mutation breeding, *Journal of forest science*, 66, 80–88. doi: https://doi.org/10.17221/64/2019-JFS.
3. Çelik Ö., Ekşioğlu A. & Akdaş E.Y. (2018). Transcript profiling of salt tolerant tobacco mutants generated via mutation breeding, *Gene Expression Patterns*, 29, 59–64. doi: 10.1016/j.gep.2018.05.001.
4. Chen S., Gao R., Wang H., Wen M., Xiao J, Bian N., Zhang R., Hu W., Cheng S., Bie T. & Wang X. (2015). Characterization of a novel reduced height gene (*Rht23*) regulating panicle morphology and plant architecture in bread wheat, *Euphytica*, 203, 583–594. doi: 10.1007/s10681-014-1275-1.
5. Essam F., Badrya M. & Aya M. (2019). Modeling and forecasting of wheat production in Egypt, *Advances and Applications in Statistics*, 59(1), 89–101. doi: http://dx.doi.org/10.17654/AS059010089.
6. Fellahi Z., Hannachi A., Oulmi A. & Bouzerzour H. (2018). Analyse des aptitudes générale et spécifique à la combinaison chez le blé tendre (Triticum aestivum L.), *Revue Agriculture*, 9(1), 60–70.
7. Gasperini D., Greenland A., Hedden P., Dreos R., Harwood W. & Griffiths S. (2012). Genetic and physiological analysis of Rht8 in bread wheat: an alternative source of semi-dwarfism with a reduced sensitivity to brassinosteroids, *Journal of Experimental Botany*, 63, 4419–4436. doi: 10.1093/jxb/ers138.
8. Hallajian M.T. (2016). Mutation Breeding and Drought Stress Tolerance in Plants, *Drought Stress Tolerance in Plants*, 2, 359–383. doi: 10.1007/978-3-319-32423-4_13.
9. Hiroyasu Y. (2018). Mutation breeding of ornamental plants using ion beams, *Breeding Science*, 68(1), 71–78. doi: 10.1270/jsbbs.17086
10. Hongjie Lia, Timothy D. M., Mc Intoshc R.A. & Yang Z. (2019). Breeding new cultivars for sustainable wheat production, *The Crop Journal*, 7(6), 715–717. doi: https://doi.org/10.1016/j.cj.2019.11.001.
11. Kolakar S.S., Nadukeri S., Jakkeral S.A., Hanumanthappa M. & Gangaprasad S. (2018). Role of mutation breeding in improvement of medicinal and aromatic crops: Review, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, SP3, 425–429. doi: http://dx.doi.org/10.4171/2267- 0412.100e108.
12. Li H.J., Timothy D. M., Mc Intoshc R.A. & Zhou Y. (2019). Wheat breeding in northern China: achievements and technical advances, *The Crop Journal*, 7(6), 718–729. doi: https://doi.org/10.1016/j.cj.2019.09.003.
13. Nazarenko M. (2015). Negativnyie posledstviya mutagennogo vozdeystviya [Peculiarities of negative consequences of mutagen action], *Ecological Genetics*, 13(4), 25-26. (in Russian). doi: https://doi.org/10.17816/ecogen13425-26
14. Naveed A., Nazir A., Abdu, H., Raza S. & Muhammad A. (2015). Mutation breeding: a tool to improve wheat yield and yield components, *Life Science*, 9 (1), 3274–3279.
15. Saif-u-Malook S.A., Qaisarani M.K., Shabaz H., Ahmed M., Nawaz M. & Qurban A. (2015). Mutation breeding approach to breed drought tolerant maize hybrids, *International Journal of Biosciences*, 6(2), 427–436. doi: 10.12692/ijb/6.2.427-436.
16. Shah F., Adnan M. & Basir A. (2018). Global Wheat Production. Intechopen, London. doi: 10.5772/intechopen.72559
17. Shu Q.Y., Forster B.P. & Nakagava H., (2013). Plant mutation breeding and biotechnology. CABI publishing, Vienna. doi: 10.1079/9781780640853.0000.
18. Spencer-Lopes M.M., Forster B.P. & Jankuloski L. (2018). Manual on mutation breeding. Third edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
19. Xicun D., Xia Y., & Wenjian L. (2016). Plant Mutation Breeding with Heavy Ion Irradiation at IMP, *Journal of Agricultural Science*, 8(5), 34–41. doi: 10.5539/jas.v8n5p34.

Іжболдін О.О. Депресивні наслідки дії гамма-променів у пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.)

Проблема мутагенної депресії з огляду на зниження обсягу матеріалу для подальшого генетичного поліпшення та звуження діапазону використаних доз є ключовою для експериментального мутагенезу. **Мета.** Метою проведених дослідів було показати наявність та специфічність депресії післядії широкого спектру доз гамма-променів у сортів пшениці озимої, адаптованих для Півночі Степу України, за показниками проходження онтогенезу, морфометрії, врожайності. **Методи:** У дослідах використовувалося насіння сортів пшениці озимої локальної селекції Співанка та Комерційна, оброблені гамма-опроміненням у дозах 100, 150, 200, 250, 300 Гр. Сухе насіння було контролем. Вивчено параметри схожості та виживання рослин, проходу головних фенофаз онтогенезу у рослин локальної селекції сортів озимої пшениці (Комерційна та Співанка) у першому поколінні. Виявлено дію мутагенної депресії через елементи структури продуктивності (морфометричні параметри) та досліджено рівень їхньої варіації. **Результати.** Встановлено, що вища депресія за всіма дослідженими ознаками проявилась у сорту Комерційна, крім помірних доз в окремих випадках, що показала особливість взаємодії депресійної активності, викликаної гамма-опроміненням, з генотипами деяких сортів та ускладнений характер відтворення депресійних наслідків на організменному рівні. Самими інформативними параметрами щодо мутагенної депресії у першому поколінні сортів пшениці озимої м'якої для рослин були: схожість та виживання рослин, фертильність пилкових зерен та такі параметри структури продуктивності, як висота стебла, вага зерна з головного колосу, вага зерна з рослини, маса тисячі зерен. Усі ці показники з високим рівнем значущості пов'язані з показником доза мутагену. **Висновки.** Сорти місцевої селекції (Комерційна та Співанка) на рівні генотипів показали сенситивність до дії гамма-опромінення, що показана в напівлетальності навіть перших, помірних доз (100 Гр). Факторний аналіз виявив, що насамперед на формування параметрів структури врожайності вплинув фактор «доза мутагену», потім «генотип вихідного сорту», але останній фактор мав високу значущість для досліджуваних

сортів. Встановлено, що здатне проходити стрімке пониження деяких показників у першому поколінні при набутті певних граничних доз (200–250 Гр), до того ж такі дози залежать від генотипу суб'єкту мутагенної дії.

Ключові слова: пшениця озима, гамма-промені, мутагенна депресія.

Izhboldin O.O. Gamma-rays depression consequences for winter wheat after gamma-rays action (*Triticum aestivum* L.)

The problem of mutagenic depression due to the reduction in the volume of material for further genetic improvement and narrowing the range of doses used is key to experimental mutagenesis. **Purpose.** The aim of the experiments was to show the presence and specificity of post-depression depression of a wide range of doses of gamma rays in winter wheat varieties adapted for the North of the Steppe of Ukraine in terms of ontogenesis, morphometry, yield. **Methods:** The experiments used seeds of winter wheat varieties of local breeding Spivanka and Commerciyna, irradiated with gamma rays in doses of 100, 150, 200, 250, 300 Gy. Control was dry seeds. The parameters of germination and survival, the passage of the main phases of ontogenesis in winter wheat plants of local varieties (Commerciyna and Spivanka) in the first generation were studied. The influence of mutagenic depression on indicators of yield structure (morphometry of mature plants) was established and the level of their variability was established.

Results. It was found that higher depression on all studied traits appeared in the commercial variety, except in moderate doses in some cases, which indicates the specificity of the interaction of depressive activity of gamma rays with genotypes of certain varieties and the complex nature of depressive effects at the body level. The most informative indicators of mutagenic depression at the first generation of winter bread wheat varieties were: germination and survival of pollen, pollen fertility and yield structure indicators such as plant height, grain weight from the main spike, grain weight from the plant, weight of thousands grains. All of these with high level of significance are correlated with the mutagen dose rate. **Findings.** Genotypes of varieties of local breeding (Commerciyna and Spivanka) were sensitive to the action of gamma-rays, which manifested itself in the semi-lethality of even the initial, moderate doses (100 Gy.). Analysis of variance showed that the formation of indicators of yield structure was influenced primarily by the factor mutagen dose, then genotype of the original variety, but the second factor was quite significant in the case of these varieties. It was found that there may be a rapid decrease in certain parameters in the first generation when reaching certain dose limits (200 -250 Gy), and these doses are determined by the genotype of the subject of mutagenic action.

Key words: winter wheat, gamma-rays, mutagen depression.

УДК 631.559:[631.53.01:633.11"324"](477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.10

ВЗАЄМОЗАЛЕЖНІСТЬ УРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ З ВИСОТОЮ РОСЛИН В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

КОВАЛЕНКО О.А. – доктор сільськогосподарських наук
https://orcid.org/0000-0002-2724-3614
Миколаївський національний аграрний університет
СМІРНОВА І.В. – кандидат сільськогосподарських наук
https://orcid.org/0000-0002-8976-3818
Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. В останні роки в Україні намітилася тенденція до зниження витрат на вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі й зернових, а правильний підбір сорту та попередника під пшеницю озиму є найдешевшим та ефективним засобом збільшення її врожайності [1].

Нині основним заходом припинення та запобігання розвитку негативних процесів і кризових явищ у землеробстві є науково обґрунтована сівозміна, що відкриває додаткові можливості збільшення виробництва якісної сільськогосподарської продукції, зменшення витрат на її вирощування та позитивно впливає на стан довкілля [2].

З усіх факторів навколишнього середовища на формування рослинних організмів найбільше впливає режим живлення, який створюється обґрунтованим чергуванням культур у сівозміні та застосуванням оптимальної системи удобрення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для формування стабільних урожаїв та отримання повноцінного за якісним складом зерна пшениці озимої необхідно створювати оптимальне за макроелементами живлення рослин. Однією з важливих умов ефективного використання добрив є визначення потреби рослин, враховуючи вміст їх рухомих сполук у ґрунті [3, 4].

Науково обґрунтована система живлення обов'язково включає позакореневе живлення макро- та мікроелементами, використання стимуляторів росту, що мають поліфункціональне призначення. Крім покращення живлення рослин, вони виступають як препарати-стресопротектори, виконуючи при цьому стимулюючу дію, захисні функції проти несприятливих умов довкілля, хвороб, поширення шкідників, і за чергування посушливих явищ та зволоження можуть забезпечити приріст врожаю до 5–15% [5, 6, 7].

Правильним підбором попередника не лише створюють сприятливі умови на початку росту рослин пшениці, а й забезпечують формування кращого мікроклімату впродовж всього періоду вегетації. Встановлено, що за сівби пшениці озимої по кращих попередниках рослини більш раціонально використовують вологу впродовж всього періоду вегетації для формування врожайності з хорошими показниками якості, а також мають менше сумарне водоспоживання [8].

Раніше проведеними дослідженнями встановлено, що для пшениці озимої кращий попередник – чорний пар, після якого в ґрунті залишається більше азоту, ніж після непарових попередників [9].

Близькими за ефективністю до чистих парів є зайняті та сидеральні пари та зернові бобові культури: горох, вика, кормові боби тощо. Вони поліпшують структуру ґрунту, не забирають із нього азот, зменшують забур'яненість. Горох є кращим непаровим попередником: він рано звільняє поля, залишаючи більше вологи в ґрунті порівняно з іншими непаровими попередниками [10, 11].

Матеріал і методика досліджень. Експериментальні дослідження проводили впродовж 2016–2019 рр. на дослідному полі Миколаївського НАУ. Об'єктом досліджень була пшениця озима. Технологія їх вирощування, за винятком досліджуваних факторів, була загальноприйнятою щодо існуючих зональних рекомендацій для південного Степу України.

Ґрунт дослідних ділянок представлений чорноземом південним, залишковослабкосолонцюватим важкосуглинковим на лесах. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (pH – 6,8–7,2). Вміст гумусу в шарі 0–30 см становить 3,3%, рухомих форм елементів живлення в орному шарі ґрунту в середньому містилося: нітратів – 18, рухомого фосфору – 49, обмінного калію – 395 мг/кг ґрунту. Площа посівної ділянки – 50 м^2, облікової – 26 м^2, повторність 4-разова, розміщення ділянок послідовне.

Була передбачена така градація факторів та їх варіантів: попередники (А) – чорний пар, зернобобові (горох), хрестоцвіті (гірчиця яра); дози мінеральних добрив (В) – без основного внесення добрив, внесення $(NPK)_{32}$ кг.д.р./га, внесення $(NPK)_{64}$ кг.д.р./га; бактеріальні препарати (С) – контроль, Біокомплекс-БТУ-р, Органік баланс.

Визначення динаміки висоти рослин проводили у трьох повтореннях за фазами розвитку рослин; збір урожаю проводили у фазу повної стиглості зерна способом прямого скошування комбайном Sampo-130. Урожайність зерна приводили до стандартної вологості [12]. Статистичний аналіз урожайних даних виконували за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Exel, Agrostat методом дисперсійного і кореляційного аналізів [13].

Мета статі. Встановити залежність урожайності зерна пшениці озимої від висоти рослин за вирощування в умовах Півдня України.

Результати досліджень. Наші дослідження показали, що висота рослин пшениці озимої залежала від позакореневого підживлення бактеріальними препаратами, попередників та доз мінеральних добрив (табл. 1).

Таблиця 1

Висота рослин пшениці озимої залежно від позакореневого підживлення бактеріальними препаратами, попередників та доз мінеральних добрив (середнє за 2016–2019 рр.), см

Обробка біопрепаратами (фактор С)	Попередник (фактор А)			± до контролю	
	пар	горох	гірчиця біла	см	%
Без застосування мінеральних добрив (фактор В)					
Контроль	79,1	77,2	75,6	77,3	-
Біокомплекс-БТУ-р	80,7	79,0	77,5	79,1	1,8
Органік баланс	81,3	79,6	78,0	79,6	2,3
Середнє по фактору А	**80,4**	**78,6**	**77,0**	**78,7**	**1,4**
Мінеральне добриво $(NPK)_{32}$ (фактор В)					
Контроль	82,0	80,6	79,1	80,6	-
Біокомплекс-БТУ-р	83,2	82,2	80,6	82,0	1,4
Органік баланс	83,5	82,7	81,2	82,4	1,8
Середнє по фактору А	**82,9**	**81,8**	**80,3**	**81,7**	**1,1**
Мінеральне добриво $(NPK)_{64}$ (фактор В)					
Контроль	83,8	82,8	81,5	82,7	-
Біокомплекс-БТУ-р	84,8	84,1	82,6	83,8	1,1
Органік баланс	85,1	84,7	83,5	84,4	1,7
Середнє по фактору А	**84,6**	**83,9**	**82,5**	**83,6**	**1,0**

У середньому за роки досліджень значно більшою висотою вирізнялися рослини пшениці озимої за вирощування їх на фоні внесення мінеральних добрив у дозі $(NPK)_{64}$., висота коливалася в межах від 81,5 до 85,1 см залежно від попередника та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами. За вирощування пшениці озимої після гірчиці білої рослини досягли висоти в межах 75,6–83,5 см, після гороху – 77,2–84,7 см, а після чорного пару цей показник збільшився і досяг 79,1–85,1 см.

Слід зазначити, що позакореневе підживлення суттєво впливало на висоту рослин пшениці озимої. Підживлення бактеріальним препаратом Біокомплекс-БТУ-р збільшувало висоту рослин у середньому по попередниках до 79,1 см без застосування мінеральних добрив. За внесення добрив у дозі $(NPK)_{32}$ зазначений показник становив 82,0 см, а за її збільшення до $(NPK)_{64}$ – 83,8 см.

Найбільшої висоти рослини пшениці озимої за вирощування по паровому попереднику досягли у варіанті з проведенням позакореневого підживлення бактеріальним препаратом Органік баланс по фону використання дози мінеральних добрив $(NPK)_{64}$ – 85,1 см.

Виходячи з вищевикладеного, ми вирішили визначити кореляційно-регресійні залежності між висотою рослин і врожайністю зерна пшениці озимої (рис. 1, 2, 3).

Як видно з даних, наведених на рис. 1, між висотою рослин та врожайністю зерна пшениці озимої існує дуже сильна кореляційно-регресійна залежність. Це підтверджує і ступінь статистичних зв'язків між досліджуваними показниками, яку характеризує коефіцієнт кореляції (R^2).

Коефіцієнт кореляції, за нашими розрахунками, після попередника пар становить 0,964, горох – 0,946 та гірчиця біла – 0,990, тому ми можемо зробити висновок, у вищезазначених нами залежностях ступінь зв'язку за шкалою Чеддока є дуже сильним.

Розраховані нами поліноміальні кореляційно-регресійні залежності між висотою рослин та врожайністю зерна пшениці озимої свідчать, що за її вирощування обробкою біопрепаратами між зазначеними показниками існує дуже сильний зв'язок (рис. 2). Аналогічний результат отримали і за вирощування пшениці озимої без обробки біопрепаратами. Коефіцієнт детермінації (R^2) становить 0,954–0,967.

Стосовно застосування мінеральних добрив під час вирощування пшениці озимої між вищезазначеними показниками існує дуже сильна залежність: при застосуванні варіанту без мінеральних добрив (R^2) становить 0,923, а мінерального добрива в дозі $(NPK)_{32}$ (R^2 = 0,912) (рис. 3). Але за подальшого збільшення дози мінерального добрива $(NPK)_{64}$ зв'язок між висотою рослин і врожайністю зерна пшениці озимої визначено сильним (R^2= 0,724), тому що коефіцієнт детермінації знаходиться в межах від 0,70 до 0,89, як у визначеній нами залежності, ступінь зв’язку за шкалою Чеддока вважається сильною.

Проведеними дослідженнями встановлено, що врожайність сортів пшениці озимої змінюється під впливом попередника, фону живлення, але значною мірою залежить від погодних умов року вирощування – перезимівлі та забезпеченості рослин упродовж вегетації вологою [14].

Нашими дослідженнями встановлено, що як в окремі роки вирощування, так і в середньому за роки досліджень урожайність зерна пшениці озимої вищою формувалася за розміщення по чорному пару (рис. 4).

Після гороху або гірчиці білої за вирощування без застосування мінеральних добрив, проте за обробки біопрепаратами вона у середньому була на 3,9–8,6%, а з їх внесенням у дозі $(NPK)_{64}$ – на 16,0–17,6% нижчою відносно чорного пару (табл. 2).

У всі роки досліджень чітко простежується позитивна дія внесення мінеральних добрив. Більш істотні прирости врожаю зерна оптимізація живлення рослин

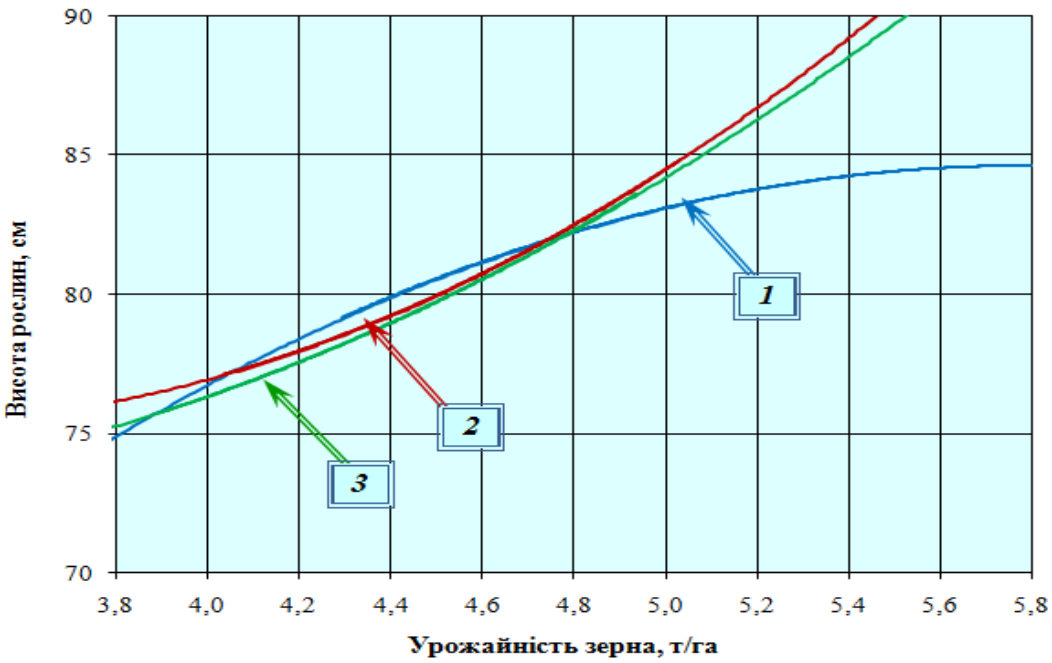


Рис. 1. Кореляційно-регресійна залежність урожайності зерна пшениці озимої від висоти рослин (середнє за 2016–2019 рр.)

Примітка: 1 – Пар: $y = -2{,}540x^2 + 29{,}41x - 0{,}347$; $R^2 = 0{,}964$;

2 – Горох: $y = 3{,}086x^2 - 20{,}18x + 108{,}2$; $R^2 = 0{,}946$;

3 – Гірчиця біла: $y = 2{,}178x^2 - 11{,}62x + 87{,}74$; $R^2 = 0{,}990$.

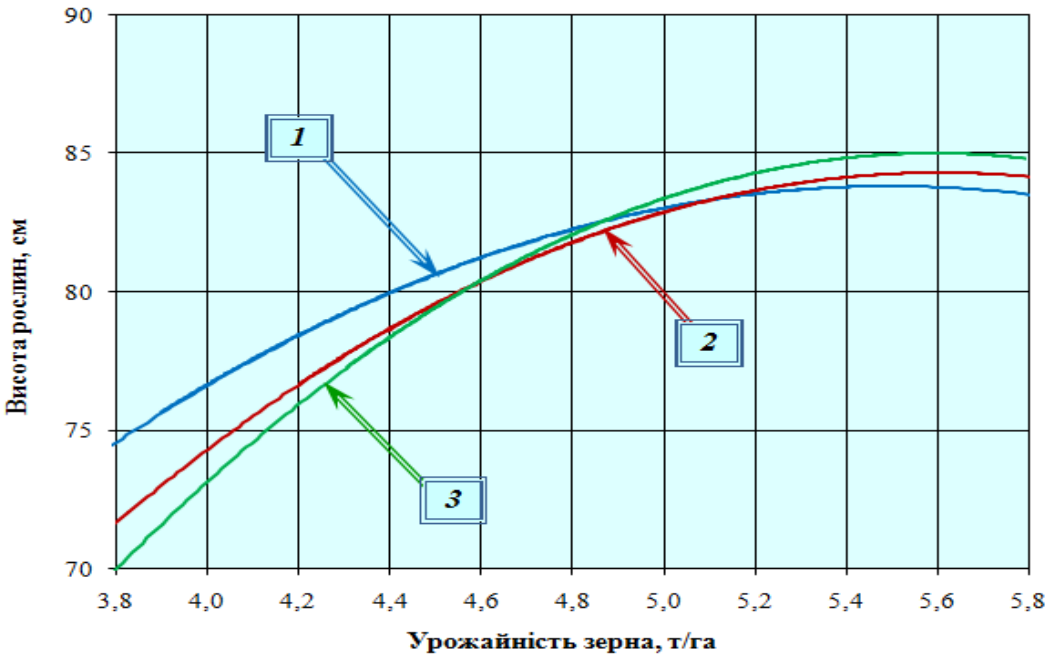


Рис. 2. Кореляційно-регресійна залежність урожайності зерна пшениці озимої від висоти рослин (середнє за 2016–2019 рр.)

Примітка: 1 – Контроль: $y = -3{,}327x^2 + 36{,}57x - 16{,}58$; $R^2 = 0{,}954$;

2 – Біокомплекс-БТУ-р: $y = -3{,}957x^2 + 44{,}35x - 39{,}34$; $R^2 = 0{,}967$;

3 – Органік баланс: $y = -4{,}836x^2 + 54{,}15x - 66{,}19$; $R^2 = 0{,}955$.

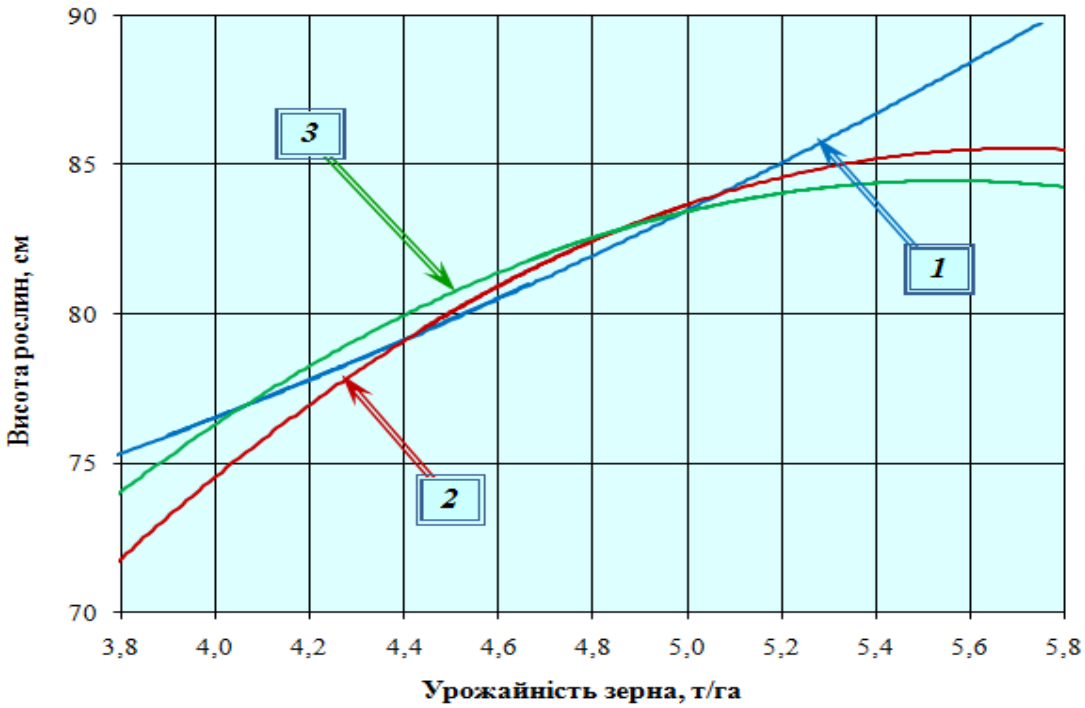


Рис. 3. Кореляційно-регресійна залежність урожайності зерна пшениці озимої від висоти рослин (середнє за 2016–2019 рр.)

Примітка: 1 – Без застосування мінеральних добрив: $y = 0,839x^2 – 0,406x + 64,62$; $R^2 = 0,923$;

2 – Мінеральне добриво $(NPK)_{32}$: $y = -3,760x^2 + 42,88x – 36,95$; $R^2 = 0,912$;

3 – Мінеральне добриво $(NPK)_{64}$: $y = -3,476x^2 + 38,62x – 22,40$; $R^2 = 0,724$.

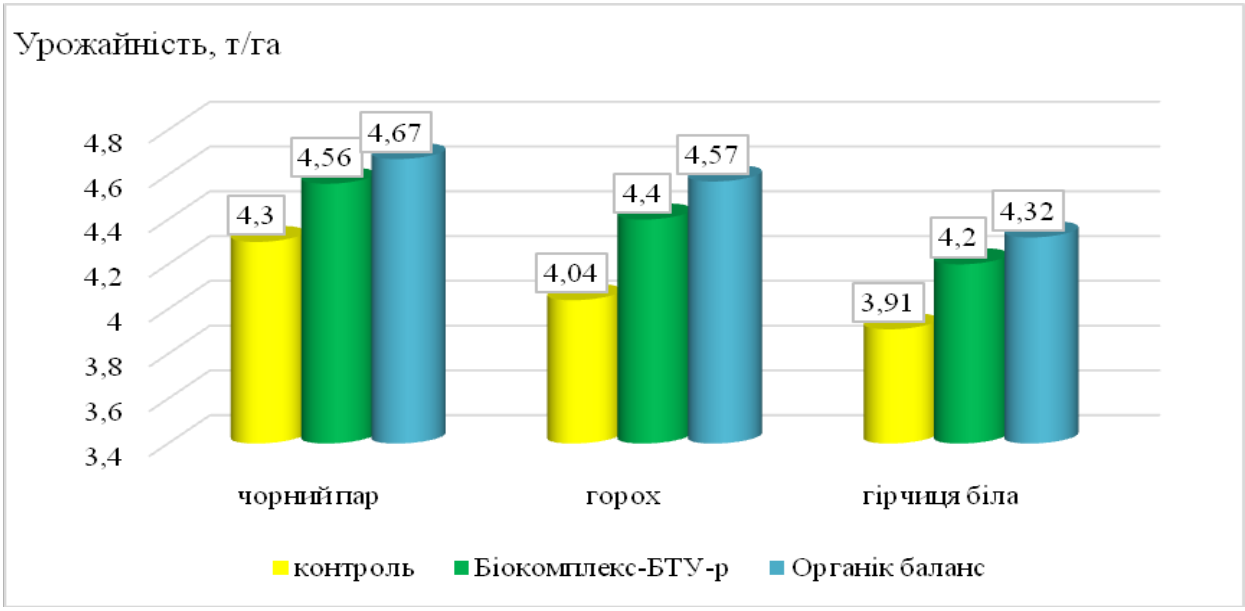


Рис. 4. Урожайність зерна пшениці озимої залежно від попередника та впливу обробки бактеріальними препаратами без застосування мінеральних добрив (середнє за 2016–2019 рр.), т/га

Таблиця 2

Урожайність пшениці озимої залежно від позакореневого підживлення бактеріальними препаратами, попередників та доз мінеральних добрив (середнє за 2016–2019 рр.), т/га

Обробка біопрепаратами (фактор С)	Попередник (фактор А)			Середнє	± до контролю	
	пар	горох	гірчиця біла		см	%
Без застосування мінеральних добрив (фактор В)						
Контроль	4,30	4,04	3,91	4,08	-	-
Біокомплекс-БТУ-р	4,56	4,40	4,20	4,39	0,30	7,43
Органік баланс	4,67	4,57	4,32	4,52	0,44	10,69
Середнє по фактору А	**4,51**	**4,34**	**4,14**	**4,33**	**0,25**	**6,04**
Мінеральне добриво $(NPK)_{32}$ (фактор В)						
Контроль	4,66	4,54	4,44	4,55	-	-
Біокомплекс-БТУ-р	4,94	4,80	4,64	4,79	0,25	5,43
Органік баланс	5,01	4,85	4,74	4,87	0,32	7,04
Середнє по фактору А	**4,87**	**4,73**	**4,61**	**4,74**	**0,19**	**4,15**
Мінеральне добриво $(NPK)_{64}$ (фактор В)						
Контроль	5,48	4,7	4,67	4,95	-	-
Біокомплекс-БТУ-р	5,73	4,94	4,84	5,17	0,22	4,44
Органік баланс	5,79	5,03	4,94	5,25	0,30	6,13
Середнє по фактору А	**5,67**	**4,89**	**4,82**	**5,12**	**0,17**	**3,52**
$НІР_{05}$ по фактору А	0,17	0,11	0,10			
$НІР_{05}$ по фактору В	0,22	0,14	0,11			
$НІР_{05}$ по фактору С	0,23	0,15	0,13			

пшениці озимої забезпечує за вирощування культури по непарових (більш збіднених на елементи живлення) попередниках. Важливо при цьому звернути увагу, що з покращенням поживного режиму рослини пшениці озимої навіть у несприятливому 2017 році не так істотно знизили врожайність за вирощування після гороху та гірчиці білої порівняно з чорним паром. Можна зазначити, що за оптимізації живлення рослин значення попередника дещо нівелюється, а віддача від внесених мінеральних добрив зростає на більш збіднених на елементи живлення ґрунтах.

Висновки. Урожайність зерна пшениці озимої значною мірою залежить і змінюється під впливом погодних умов вегетаційного періоду, забезпеченості рослин елементами живлення та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами. Із досліджуваних нами бактеріальних препаратів найбільший приріст урожаю забезпечує підживлення бактеріальним препаратом Органік баланс, а найнижчий – Біокомплекс-БТУ-р. Незалежно від погодних умов року вирощування значно вищою врожайність зерна пшениці озимої формується по чорному пару. Рівень урожаю зерна істотно зростає за внесення під культуру мінеральних добрив, причому більшою мірою по збіднених попередниках – гороху та гірчиці білій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гудзь В.П. Пути повышения продуктивности интенсивных сортов озимой пшеницы. Киев: Урожай, 1989. 132 с.
2. Патік С. Короткоротаційні сівозміни в умовах Степу України. *Пропозиція*. 2010. № 2. С. 47–51.
3. Розпутній М.В. Вирощування високоякісного зерна озимої пшениці та аспекти раннього прогнозування білковості. *Науковий вісник НАУ*, 1998. № 5. С. 265–268.
4. Агротехнологічні вимоги до сівби озимих культур під урожай 2019 року у Південному Степу України : науково-практичні рекомендації / уклад. : Р.А. Вожегова, С.О. Заєць, А. М. Коваленко [та ін.]. Миколаїв, 2018. 44 с.
5. Шевчук О.А., Кришталь О.О., Шевчук В.В. Екологічна безпека та перспектива застосування синтетичних регуляторів росту рослин. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2014. № 1(112). С. 34–39.
6. Григоришин В.В. та ін. Екологічна безпека застосування інгібіторів росту рослин. Matezialy XII Miedzynazodowej monkowi–pzactyaznej Konferenej «Naukowa myse informecyjne pomieki, 2016». Vol. 11. Przemyse i Nauke i studia, 2016. S. 30–31.
7. Гамаюнова В.В. та ін. Сучасні підходи до застосування мінеральних добрив за збереження грунтової родючості в умовах зміни клімату. *Наукові горизонти*, *Scientific horizons*. 2020. № 2 (87). С. 89–101.
8. Кудря С.И., Клочко Н.А., Кудря Н. А. Влагообеспеченность и урожайность пшеницы озимой в зависимости от предшественника. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2007. № 7. С. 23–26.
9. Карпова А.В. Влияние предшественников на урожай семян пшеницы. *Земледелие*. 2002. № 2. С. 25–26.
10. Кимак Я.В. Економічна та енергетична ефективність, технології вирощування пшениці озимої в умовах північного Лісостепу. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування*. Київ. 2010. Вип. 145. С. 150–156.
11. Ярчук І.І., Сахаров В.Д. Вплив строків сівби, попередників і режимів живлення на якість зерна озимої пшениці. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Харків, 2002. Вип. 63. С. 75–77.
12. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. та ін. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник : Статистична

обробка результатів агрономічних досліджень / за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 342 с.
13. Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навч. посіб. Херсон : Айлант 2008. 272 с.
14. Гамаюнова В.В., Литовченко А.О., Музика Н.М. Значення попередника у формуванні зернової продуктивності озимих культур в умовах Степу України. *Вісник ЖНЕАУ*. №1(53). 2016. С. 80–87.

REFERENCES:

1. Gudz, V.P. (1989). *Puti povyshenija produktivnosti intensivnyh sortov ozimoj pshenicy. [Ways to increase the productivity of intensive winter wheat varieties].* Kiev: Urozhaj [in Russian].
2. Patik, S. (2010). Korotkorotacijni sivozminy v umovakh Stepu Ukrajiny [Short-cut performances in the minds of Stepu Ukraine]. *Propozycija – Proposition, 2,* 47–51 [in Ukrainian].
3. Rozputnij, M.V. (1998). Vyroshhuvannja vysokojakisnogho zerna ozymoji pshenyci ta aspekty rannjogho proghnozuvannja bilkovosti [Growth of high-yield grain of winter wheat and aspects of early prognosis of bleakness]. *Naukovyj visnyk NAU – Scientific bulletin of NAU*, 5, 265–268 [in Ukrainian].
4. Vozheghova, R.A. et al. (2018). *Aghrotekhnologhichni vymoghy do sivby ozymykh kuljtur pid urozhaj 2019 roku u Pivdennomu Stepu Ukrajiny [Agrotechnological vimogi to sivbi winter crops for the harvest of 2019 at the Pivdenny Stepu of Ukraine].* Mykolajiv [in Ukrainian].
5. Shevchuk, O.A., Kryshtalj, O.O., & Shevchuk, V.V. (2014). Ekologhichna bezpeka ta perspektyva zastosuvannja syntetychnykh reghuljatoriv rostu Roslyn [Ecological safety and the prospect of storing synthetic regulators in the growth of roslin]. *Visnyk Vinnycjkogho politekhnichnogho instytutu – Visnik of the Vinnytsia Polytechnic Institute*, 1(112), 34–39 [in Ukrainian].
6. Ghryghoryshyn, V.V. et al. (2016). Ekologhichna bezpeka zastosuvannja inghibitoriv rostu roslyn [Ecological safety for the growth of roslin]. *Naukowa myse informecyjne pomieki: matezialy XII Miedzynazodowej monkowi–pzactyaznej Konferenej*. *Przemyse i Nauke i studia* (pp. 30–31) [in Ukrainian].
7. Ghamajunova, V.V. et al. (2020). Suchasni pidkhody do zastosuvannja mineraljnykh dobryv za zberezhennja ghruntovoji rodjuchosti v umovakh zminy klimatu [Modern approaches to the use of mineral fertilizers while maintaining soil fertility in climate change]. *Naukovi ghoryzonty – Scientific horizons*, 2 (87), 89–101 [in Ukrainian].
8. Kudrja, S.I., Klochko, N.A., & Kudrja, N.A. (2007). Vlagoobespechennost' i urozhajnost' pshenicy ozimoj v zavisimosti ot predshestvennika [Moisture provision and yield of winter wheat depending on the predecessor]. *Visnik agrarnoї nauki – Bulletin of Agricultural Science,* 7, 23–26 [in Russian].
9. Karpova, A.V. (2002). Vlijanie predshestvennikov na urozhaj semjan pshenicy [The influence of predecessors on the yield of wheat seeds]. *Zemledelie – Agriculture*, 2, 25–26 [in Russian].
10. Kymak, J.V. (2010). Ekonomichna ta energhetychna efektyvnistj, tekhnologhiji vyroshhuvannja pshenyci ozymoji v umovakh pivnichnogho Lisostepu [Economic and energy efficiency, technologies growing winter wheat in the northern forest-steppe]. *Naukovyj visnyk Nacionaljnogho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannja – Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences,* 145, 150–156 [in Ukrainian].
11. Jarchuk, I.I., & Sakharov, V.D. (2002). Vplyv strokiv sivby, poperednykiv i rezhymiv zhyvlennja na jakistj zerna ozymoji pshenyci [Influence of sowing dates, precursors and feeding regimes on winter wheat grain quality]. *Aghrokhimija i gruntoznavstvo*. Mizhvidomchyj tematychnyj naukovyj zbirnyk – *Agrochemistry and soil science. Interdepartmental thematic scientific collection,* 63, 75–77 [in Ukrainian].
12. Rozhkov, A.O. et al. (2016). *Doslidna sprava v aghronomiji: navch. posibnyk: Statystychna obrobka rezuljtativ aghronomichnykh doslidzhenj [Research in agronomy: textbook. manual: Statistical processing of agronomic research results].* Kharkiv: Majdan [in Ukrainian].
13. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Gholoborodjko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2008). *Dysersijnyj i koreljacijnyjp analiz u zemlerobstvi ta roslynnyctvi [Analysis of variance and correlation in agriculture and crop production].* Kherson: Ajlant [in Ukrainian].
14. Ghamajunova, V.V., Lytovchenko, A.O., & Muzyka, N.M. (2016). Znachennja poperednyka u formuvanni zernovoji produktyvnosti ozymykh kuljtur v umovakh Stepu Ukrajiny [The importance of the predecessor in the formation of grain productivity of winter crops in the steppe of Ukraine]. *Visnyk ZhNEAU – Bulletin of ZHNEAU*, 1 (53) 80–87 [in Ukrainian].

Коваленко О.А., Смірнова І.В. Взаємозалежність урожайності зерна пшениці озимої з висотою рослин в умовах Півдня України

Мета – встановити залежність між урожайністю зерна пшениці озимої та висотою рослин при вирощуванні в умовах Півдня України. **Методи.** Експериментальні дослідження проводили впродовж 2016–2019 рр. на дослідному полі Миколаївського НАУ. Об'єктом досліджень була пшениця озима. Технологія їх вирощування, за винятком досліджуваних факторів, була загальноприйнятою щодо існуючих зональних рекомендацій для південного Степу України. Площа посівної ділянки – 50 м^2, облікової – 26 м^2, повторність 4-разова, розміщення ділянок послідовне. Була передбачена така градація факторів та їх варіантів: попередники (А) – чорний пар, зернобобові (горох), хрестоцвіті (гірчиця яра); дози мінеральних добрив (В) – без основного внесення добрив, внесення $(NPK)_{32}$ кг.д.р./га, внесення $(NPK)_{64}$ кг.д.р./га; бактеріальні препарати (С) – контроль, Біокомплекс-БТУ-р, Органік баланс. **Результати.** Нашими дослідженнями встановлено, що як в окремі роки вирощування, так і в середньому за роки досліджень урожайність зерна пшениці озимої вищою формувалася за розміщення по чорному пару. Після гороху або гірчиці білої за вирощування без застосування мінеральних добрив проте за обробки біопрепаратами вона у середньому була на 3,9–8,6%, а з їх внесенням у дозі $(NPK)_{64}$ – на 16,0–17,6% нижчою відносно чорного пару. Розраховані нами поліноміальні кореляційно-регресійні залежності між висотою рослин та врожайністю зерна пшениці озимої, свідчать, що за її вирощування оброб-

кою біопрепаратами між зазначеними показниками існує дуже сильний зв'язок. **Висновки.** Дослідженнями встановлено, що між висотою рослин та врожайністю зерна пшениці озимої існує дуже сильна кореляційно-регресійна залежність. Урожайність зерна пшениці озимої значною мірою залежить і змінюється під впливом погодних умов вегетаційного періоду, забезпеченості рослин елементами живлення та позакореневого підживлення бактеріальними препаратами. Із досліджуваних нами бактеріальних препаратів найбільший приріст урожаю забезпечує підживлення бактеріальним препаратом Органік баланс, а найнижчий – Біокомплекс-БТУ-р.

Ключові слова: обробка бактеріальними препаратами, попередник, дози мінеральних добрив, кореляційно-регресійна залежність, позакореневого підживлення.

Kovalenko O.A., Smirnova I.V. Interdependence of Winter Wheat Grain Yield with Plant Height in the Conditions of Southern Ukraine

The goal was to establish the relationship between the yield of winter wheat grain and the height of plants when grown in the south of Ukraine. **Methods.** Experimental studies were conducted during 2016–2019 yrs in the experimental field of the Mykolaiv NAU. The object of research was winter wheat. The technology of their cultivation, with the exception of the studied factors, was generally accepted to the existing zonal recommendations for the Southern Steppe of Ukraine. The area of the sown area was 50 m^2, the accounting area was 26 m^2, the repetition was 4-time, the placement of plots was consistent. It was predicted the following gradation of factors and their variants, such as predecessors (A) – black fallow, legumes (peas), cruciferous (spring mustard); doses of mineral fertilizers (B) – without basic fertilizer application, application of (NPK) 32 kg.D. R. / ha, application of (NPK) 64 kg.D. R./ha; bacterial preparations (C) – control, Biocomplex-BTU-R, Organic Balance. **Results.** Our research established that both in some years of cultivation and on average over the years of research, the yield of winter wheat grain was higher when placed on Black fallow. After peas or white mustard, when it was grown without the use of mineral fertilizers, but when treated with biologics, the yield was on average by 3.9–8.6%, and with their application at a dose of (NPK) 64 it was lower by 16.0–17.6% relative to black fallow. The polynomial correlation and regression relationships were calculated between plant height and winter wheat grain yield as they indicated that there was a very strong relationship between these indicators when the winter wheat was grown and treated with biologics. **Conclusions.** Studies established that there was a very strong correlation and regression relationship between plant height and winter wheat grain yield. The yield of winter wheat grain largely depended and changed under the influence of weather conditions of the growing season, the supply of plants with nutrients and foliar top dressing with bacterial preparations. As for studied the bacterial preparations the largest increase in yield was provided by top dressing with the bacterial preparation Organic Balance, and the lowest increase was provided by Biocomplex-BTU-R.

Key words: treatment with bacterial preparations, precursor, mineral fertilizer doses, correlation and regression dependence, foliar top dressing.

УДК 631.48
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.11

РЕЗУЛЬТАТИ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ҐРУНТОВИХ ВІДМІН АНТАРКТИДИ. ОГЛЯД

ЛИЧУК Г.І. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
https://orcid.org/0000-0002-2579-5036
Державна установа «Національний Антарктичний науковий центр
Міністерства освіти та науки України
ТАРАРІКО Ю.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор
https://orcid.org/0000-0001-8475-240X
Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України

Мета. Мета роботи – проаналізувати результати останніх досліджень ґрунтових середовищ Антарктиди, оцінити вагомість основних факторів, що впливають на процеси ґрунтоутворення в різних її регіонах, встановити значення ґрунтів як індикаторів змін екологічних умов на континенті, запропонувати можливі напрями вдосконалення організації наукових досліджень антарктичних ґрунтових відмін.

Континентальні та субантарктичні регіони Антарктиди можна розмежувати на три біогеографічні зони: морську, субантарктичну і континентальну. Приморська Антарктида включає архіпелаги Арка Скотія, Південні Оркнейські, Південні Шетландські острови та більшу частину Антарктичного півострова на південь від острова Олександра. Субантарктичний регіон представлений різноманітними островами, розташованими недалеко від полярної фронтальної зони Антарктики. Континентальна Антарктида включає східні і південні райони Антарктичного півострова та решту території континенту [1]. У цих біогеографічних регіонах знаходиться широкий спектр ґрунтів різного складу. Ці ґрунти є переважно оліготрофними і характеризуються вираженим стехіометричним дисбалансом [2]. Вони сформувалися у надзвичайно несприятливих умовах, за межею яких життя у будь якій формі взагалі неможливе. Тому антарктичні ґрунтові системи є дуже крихкими і вразливими до різних трансформацій навколишнього середовища. Цим зумовлена важливість проведення систематичних досліджень на типових для різних регіонів не вкритих льодом територіях. Моніторинг змін властивостей антарктичних ґрунтів дасть змогу моделювати наслідки змінних зовнішніх впливів, прогнозувати спрямованість процесів розвитку екологічної ситуації на континенті, опрацьовувати систему заходів на національному та міжнародному рівнях щодо збереження унікального природного середовища Антарктиди. Вважається, що основними факторами, що визначають трансформацію властивостей ґрунтів антарктичного континенту, є зміни клімату, прямий та опосередкований антропогенний вплив, а також тваринний світ [3, 4].

Те, що кліматичні зміни загалом впливають на цей континент, не викликає сумніву, оскільки численні результати досліджень клімату землі за тривалий період вказують на стрімке підвищення температури повітря у більшості прибережних регіонів Антарктиди, зокрема на території Антарктичного півострова [5]. Лише район моря Росса, що охоплює значну частину вільної від криги території, є єдиним регіоном, де не спостерігається значного підвищення температури. На інших територіях потепління призводить до танення льоду, що супроводжується зволоженням до цього сухих ґрунтів. У свою чергу підвищена вологість змінює їх насиченість поживними речовинами, впливає на структуру ґрунтового мікробного ценозу та процеси трансформації вуглецю і азоту [6].

Масштаби антропогенного впливу вивчені у меншій мірі, але теж можуть супроводжуватися серйозними наслідками. Постійне зростання туристичної і дослідницької діяльності збільшує навантаження на доволі вразливі райони місцевої життєдіяльності [4]. Причому конкретні фізичні дії людини є очевидними і легко вимірюються. Інші непрямі впливи потребують додаткових досліджень. Це можуть бути мікроорганізми і клітинний матеріал людини. Їх практично неможливо відстежувати без застосування суворого оперативного контролю. Водночас такі потенційні забруднювачі можуть і не зберігати життєздатність в найбільш жорстких умовах існування ґрунтового покриву, таких як у Сухих долинах в районі Мак-Мердо (77.405350, 161.597547). З іншого боку, з урахуванням холодних і сухих умов антарктичного ґрунтового середовища дія ксенобіотиків може бути дуже тривалою. Тобто практично нічого не відомо про наслідки таких непрямих хімічних і біологічних впливів, їх швидкості та віддаленої у часі стійкості, кількісних і якісних наслідків з погляду функціювання екосистеми.

Наприклад, природне середовище на острові Кінг-Джордж (62.001799, -58.327277) (Південні Шетландські острови) піддається значним порушенням з боку людини або шляхом простого витоптування, або через привнесення чужорідних видів і речовин. Це пов'язано з розташуванням на острові 9 дослідницьких станцій та його відвідування туристами. У результаті антарктичні морські птахи та ластоногі можуть вражатися неаборигенними мікроорганізми, оскільки останні добре виживають у відходах життєдіяльності людини. Деякі дослідження свідчать, що ґрунтові мікробні ценози також істотно змінюються під впливом людини [7, 8].

Вздовж берегової лінії Антарктики та прилеглих островів виділення тварин є ключовими елементами, що визначають поживний режим ґрунту та забезпечують його збагачення азотом, органічним вуглецем та іншими макро- та мікроелементами які підтримують життєдіяльність ґрунтової мікрофлори [9]. Проведені на мисі Шеррефф (62.501130, -60.779279) на острові Лівінгстон (Південні Шетландскі острови) дослідження підтверджують гіпотезу про те, що склад угрупувань ґрунтових

бактерій залежить від морських птахів і ластоногих. Це регіон, де діяльність людини суворо обмежується лише науковими дослідженнями [10]. Встановлено, що окремі види морських тварин мають свою власну мікробіоту шлунково-кишкового тракту, що і впливає на властивості ґрунтів [11].

На відміну від ссавців, що виділяють головним чином сечовину, у птахів відходами життєдіяльності є в основному сечова кислота [12]. Основною здобиччю південних морських слонів є головоногі молюски та риба, що за хімічними властивостями істотно відрізняє ґрунти, які формуються під їх впливом. У раціоні пінгвінів та антарктичних морських котиків переважає антарктичний криль. Тому за фізико-хімічними і біологічними властивостями виділяються ґрунти, що виникли в місцях тривалої локації колоній пінгвінів із великими покладами гуано. Поверхневий шар таких ґрунтів є нейтральним, а більш глибокі шари виявилися слабокислими. Порівняно з іншими ґрунтовими середовищами кількість мінеральних елементів живлення, зокрема мінерального азоту і фосфору, значно вища [13].

Однак велика кількість поживних речовин часто перешкоджає росту рослинності та знижує різноманітність бактеріальної спільноти. Це явище також може бути пов'язано з тим, що кріль містить багато фтору.

Крім того, високий вміст у цьому субстраті вуглецю і азоту, зокрема нітратів, у результаті потепління та активізації процесів мінералізації буде супроводжуватися інтенсифікацією викидів парникових газів (CH_4 і N_2O). Парниковий ефект від метану у 25 разів, а оксиду азоту у 300 разів сильніший порівняно з вуглекислим газом. Таке положення викликає занепокоєність, особливо коли надходять повідомлення про зростання популяцій деяких морських тварин [14].

На ґрунти Сухих долин також впливає тваринний світ континенту, зокрема у вигляді гуано і пір'я, морського детриту, що переноситься вітром, а також туш тюленів і пінгвінів, що за якихось причин потрапляють в цей район та помирають очевидно від голоду і знесилення. Муміфіковані туші тюленів відносно часто зустрічаються в Сухих долинах, що добре зберігаються в сухих та холодних умовах. Радіовуглецевий вік муміфікованих тюленів та пінгвінів за наявності рідкої води може коливатися до 2–3 століть. Поживні речовини розкладеної біомаси сприяють колонізації ґрунтової поверхні лишайниками.

Озера також є точковими джерелами ресурсів у Сухих долинах. Накопичення в них відносно великої біомаси, зокрема внаслідок розвитку ціанобактерій, призводить до виникнення дисбалансу між виробництвом та споживанням. Продуктивність озер Сухих долин може коливатися від 10 до 100 г вуглецю на 1 м^2 за рік. Переносу лише невеликої частини цієї кількості на поверхню землі може бути достатнім для підтримання наявних темпів дихання ґрунту. Про це опосередковано може свідчити підвищення виділення CO_2 з ґрунту з наближенням до озера та зниження концентрації органічного вуглецю із збільшенням глибини відбору. Механізм цього процесу полягає в накопиченні детриту на березі в результаті пов'язаних із погодою (замерзання джерел надходження талої води) коливань рівня озера. Осіла органічна речовина висихає та вітром перерозподіляється з вологих ділянок на навколишні більш сухі ґрунти.

Доступність поживних речовин істотно відрізняється у різних біогеографічних зонах. Ці відмінності у доступності елементів живлення відбиваються на філогенетичних та функціональних властивостях мікробних спільнот у ґрунтових середовищах різних біогеографічних регіонів або на особливостях розвитку рослинних організмів [15].

Дослідження ґрунтів антарктичної оази Пойнт-Томас (62°10′S 58°30′W) (о. Кінг-Джордж, Південні Шетландські острови) були присвячені оцінці рівнів доступних для рослин поживних речовин. Встановлено, що кількість сполук, що визначалися, залежить від активності накопичення органічної речовини стосовно наявної сукцесії рослин, а на деяких ділянках – життєдіяльності морських птахів. Більша частина органічної біомаси накопичується в районі колонії пінгвінів. Усі досліджувані ґрунти виявилися багатими на доступні для рослин макро- і мікроелементи. Окрім переносу рибоїдними птахами біогенів, головним чином азоту і фосфору, з моря на сушу, в подальшому також відбувається розсіювання вітром і поморниками біогенів по усій вільній від льоду території. Тобто поклади виділень морських тварин можна вважати резервуарами поживних речовин, у перспективі вони можуть бути використані іншими наземними організмами на вільних від криги територіях.

Один із пробілів, що став очевидним в процесі здійснення цього аналізу, полягає у тому, що дані про склад і кількість поживних речовин хоч і добре охоплюють ґрунтові середовища Антарктики, але є дещо застарілими. Тому виникає питання, наскільки актуальні ці результати досліджень, оскільки кількість і доступність елементів живлення, зокрема азоту, могли змінитися за минулі роки [16, 17].

Сучасне відносно швидке потепління в деяких районах Антарктики, зокрема на Антарктичному півострові, наслідок підвищення доступності поживних речовин і води очевидно призведе до більш швидких змін у структурі та функціях ґрунтових мікробних ценозів. Тому з цього погляду обмежуючим фактором нашого розуміння закономірностей розвитку і взаємодії різних груп мікроорганізмів, їх реакції на поточні кліматичні перетворення є наявність відповідних засобів вимірювання. Тобто потрібні більш масштабні і глибокі дослідні роботи, які полегшуються відносно простими трофічними структурами мікробних угрупувань та очікуваною достатньою для достовірного вимірювання їх стабільністю у часі.

Встановлення стратегій виживання різних видів мікробів має важливе значення для розуміння як екосистемних процесів, так і біогеохімічних зворотних зв'язків із кліматичними змінами [18]. Враховуючи стрімкий розвиток методологій і технологій, організація таких досліджень дасть змогу здійснювати прогнозування того моменту, коли властивості антарктичних ґрунтів стануть серйозною перешкодою для точної оцінки наявного мікробного різноманіття. У кінцевому рахунку це дасть змогу ефективно корегувати національну та міжнародну

політику щодо діяльності на Антарктичному континенті та навколо нього.

Застосування метагеномного та метапротеомного підходів вже дозволило отримати цінну інформацію щодо біологічної функціональності морського середовища Антарктики. Такі підходи можуть також успішно широко і системно використовуватися і у наземних умовах [19, 20, 21].

Важливе значення мають дослідження функціональних маркерів N-циклу в антарктичних ґрунтах стосовно основних генів, що беруть участь у процесах азотфіксації, нітрифікації та денітрифікації за допомогою метагеномних методів, секвенірування апліконів і технології мікрочіпів. Для оцінки активності азотфіксації мікробами антарктичних ґрунтів використовують ацетиленовий метод [22, 23].

Для Сухих долин Антарктики притаманні екстремальний холод, сухість, засоленість, низький рівень поживних речовин, високий рівень УФ-випромінювання, сильні стокові вітри. Однак, незважаючи на такі жорсткі умови, життя у цій місцевості все ж таки існує.

На півночі і півдні Землі Вікторії структура бактеріальної спільноти була визначена за допомогою методу молекулярного фінгерпрінта з високою роздільною здатністю у 80 зразках ґрунту з долини Тейлор (77°37′S 163°00′E) (частина Сухих долин Мак-Мердо) та мису Халлет (72.483492, 170.180708) (орнітогенні ґрунти). У результаті була встановлена висока просторова мінливість бактеріальних угрупувань, що корелювала з вологістю ґрунту та його кислотністю. Незважаючи на значну відстань між досліджуваними ділянками, були виявлені схожі як унікальні, так і відомі представники бактеріальної спільноти. У районі льодовика Маккей (77.050927, 161.327639) (Сухі долини Мак-Мердо) для вивчення структури мікробних угрупувань були відібрані 14 зразків ґрунтів. Ця територія класифікується як холодна гіперарідна пустеля з вічномерзлими мінеральними ґрунтами з низьким умістом органічної речовини [24, 25]. У результаті досліджень встановлено високу неоднорідність антарктичних ґрунтів, що відбивалася на структурі мікробних ценозів головним чином за рахунок кислотності ґрунтового розчину. У ґрунтах із більш вологих ділянок чисельність ціанобактерій була більш високою. Штучне зволоження та додавання органічних речовин у ґрунти різної засоленості призвело до швидкої реакції бактеріальної спільноти, у якій переважаючі ацидобактерії та актинобактерії змінили протеобактерії. Ці спостереження вказують на те, що сформовані в умовах екстремального довкілля бактеріальні ценози є дуже вразливими до зовнішніх впливів [26, 27].

Дослідження показали, що «кам'яні» мікробні ценози Сухих долин містять широкий спектр прокаріот та нижчих еукаріот з високим потенціалом накопичення біомаси. Це надзвичайно складні мікробні ценози, що включають значну кількість раніше невідомих мікробних організмів. Наявність таких мікробних угрупувань протирічить ствердженню про те, що мікробне різноманіття зворотно-пропорційне суворості кліматичних умов. Причому в дуже бідному поживними речовинами середовищі надходження фотоафтотрофного вуглецю має вирішальне значення для розвитку мікробної спільноти. Багато з ідентифікованих філотипів є азотфіксаторами та відповідають за відновлення дефіциту азоту в ґрунтах Сухої долини.

Нині оприлюднені результати комплексних досліджень вільних від льоду районів, до яких відносяться не тільки Сухі долини Мак-Мердо (77.405350, 161.597547), які у сукупності займають 15% вільних від льоду площ на континенті, але й пагорби Вестфолд (68.612584, 78.148152) (Земля принцеси Єлизавети). Загалом встановлено, що в антарктичних ґрунтах переважають прокаріоти, хоча деякі еукаріоти (гриби, хлорофіти та мікрофауна) також поширені. Мохоподібні та мікроводорості зустрічаються локально. В більшій частині едофічного середовища континентальної Антарктики кругообіг азоту переважно забезпечують прокаріоти [24, 25, 28].

Якщо озерні ціанобактерії та водорості є джерелом надходження азоту у ґрунти Сухих долин Мак-Мердо, то на інших територіях надходження азоту визначається його кількістю в опадах [25, 27, 29]. Також існує думка про те, що азот субантарктичних ґрунтів на пагорбах вірогідно має рослинне походження. Дослідження, що проводилися у долині Маєрс, показали, що археї також приймають участь у фіксації азоту. Існує припущення, що ці таксони можуть бути домінуючими окислювачами аміаку в ґрунтових середовищах Сухих долин Мак-Мердо. Як відомо, таумархеї є ключовими учасниками у глобальному кругообігу азоту в ролі нітрифікаторів у широкому діапазоні місцеперебувань [30].

Багато грибів, включаючи дріжджі, продукують такі ферменти, як уреаза, та можуть відігравати важливу роль у мінералізації та амоніфікації азоту. Однак нині значення грибів і дріжджів в кругообігу азоту антарктичних ґрунтів все ще погано вивчене. Віруси також можуть відігравати дуже важливу роль у біогеохімічному кругообігу антарктичних ґрунтів, зокрема викликаючи диверсифікацію видів та зміну їх функціональності.

Отже, ґрунти Антарктики є єдиним середовищем мешкання значної кількості рослинних і тваринних організмів, регулюють кругообіг біогенних елементів та акумулюють органічну речовину і потребують подальшого детального вивчення. Загальне уявлення про особливості таких ґрунтів можна отримати на таких прикладах.

Оаза Ширмахера (70.752867, 11.647277) розташована вздовж узбережжя принцеси Астрід у 90 км на південь від моря Лазарєва. З Півночі оаза межує з шельфовим льодовиком Лазарєва, що відокремлює її від моря. Це місцевість із пагорбами від 10 до 110 м загальною довжиною 18 км, шириною від 0,6 до 3,5 км. Клімат оази для Антарктики відносно м'який. Середньорічна температура становить -10,3 °C, температура найхолоднішого серпня становить -17,9 °C, найтеплішого січня – -0,4 °C. Середньорічна кількість опадів становить 240 мм, у грудні та січні – 10 мм. Швидкість випаровування коливається від 350 до 590 мм на рік. Середньорічне значення відносної вологості становить 50%. Завдяки властивостям підстилаючої поверхні температура повітря в оазі на протязі року вища порівняно з навколишніми льодовиками у середньому на 1–2 °C. Типовий профіль ґрунту

під мохом характеризується такою послідовністю горизонтів:

O_i – горизонт підстилки потужністю 1,5–2,5 см, складаються з живих та мертвих уламків моху, збагачених зернами мінерального піску;

H_i – горизонт сухого торфу потужністю до 3 см, також багатий піщано-мінеральним матеріалом;

HB – органо-мінеральний горизонт потужністю 3–5 см, піщаної текстури, містить живі та мертві ризоїди моху;

BC – мінеральний горизонт з червонувато-коричневими плівками на окремих піщинках, підстилається вічною мерзлотою.

Загальна товщина ґрунтових профілів під мохом коливається віл 8 до 30 см.

Під лишайниками сукупність органічних горизонтів скорочується до поверхневого горизонту O_i у декілька міліметрів, що підстилається горизонтами HB и BC.

Наземна флора оази представлена 57 видами лишайників, 13 видами мохів та великою кількістю ґрунтових водоростей. За стійкості снігового покриву тривалість їх вегетаційного періоду може бути коротшою на тижні, сезони і навіть роки. Однак вони можуть збільшувати свою біомасу навіть під снігом, якщо останній товщиною не більше 30 см та створюється легкий парниковий ефект. Основним фактором посилення хімічного вивітрювання цими примітивними рослинами являється створення агресивних кислот. Встановлено також, що в цих умовах ціанобактерії у біоплівці на мінеральній поверхні знижують значення pH до 3–4, тоді як у інших випадках ці мікроорганізми підвищують pH до 9. Результати досліджень також показали, що органічний матеріал після цих рослин, незважаючи на окислювальне ґрунтове середовище, може зберігатися на протязі сотень років, що важливо для моделювання поточного балансу вуглецю у екосистемах антарктичних оаз. Це також може мати значення при реконструкції минулого вуглецевого циклу та кліматичних змін. Проведені дослідження підтверджують, що, незважаючи на слабкий розвиток цих ґрунтів, вони все таки накопичують свіжу органічну речовину. У холодному і сухому кліматі вона є достатньо стабільною, однак буде легко розкладатися за потепління.

У районі пагорбів Ларсеманн (69.400049, 76.333610) у Східній Антарктиді (Земля принцеси Єлізавети) ділянки досліджень були розташовані як на майже природних, так і на антропогенно-забруднених територіях за присутності 4 дослідницьких станцій. Оаза Пагорби Ларсеманн (69.400049, 76.333610) глибоко розчленована короткими (до 1 км) долинами, які виникли вздовж лінеаментів у результаті льодовикової ерозії. Міжгірні долини – найважливіший структурний елемент оази, оскільки вони слугують ландшафтним фоном для формування вологих долин. Головна особливість клімату цієї оази – постійні сильні північно-східні вітри, що не стихають за більшу частину літа. У цю пору року долини заболочуються внаслідок танення льодовиків і мерзлого ґрунту, тому на ґрунтоутворення сильно впливають гідрологічні та кріогенні фактори. Шар вічної мерзлоти залягає на глибині 95–100 см. Ця територія характеризується наявністю 56 видів лишайників, 7 видів мохів та біля 22 таксонів наземних водоростей. Таксономічний аналіз показав наявність 12 переважаючих типів бактерій та архірей. Деякі специфічні типи були також виявлені у підповерхневих горизонтах досліджуваних ґрунтів, що є додатковим доказом вирішальної ролі гравійного покриття у збереженні сприятливих умов як для ґрунту, так і для розвитку мікробіоми. Дослідження також показали, що деякі види бактерій можуть бути занесені в антарктичні ґрунти у результаті діяльності людини. Встановлено, що кислотність, уміст вуглецю і азоту, а також кількість дрібнозему є найбільш точними предикторами бактеріального складу ґрунтової спільноти [31].

Висновки. Майже усі антарктичні ґрунти є оліготрофними та мають дуже низький уміст органічного азоту та інших поживних речовин. Лише прибережні ґрунти, місця лежбищ пінгвінів та ластоногих надзвичайно багаті органічними сполуками і елементами живлення. Їх запаси можуть також поповнюватися за рахунок морських аерозолів та відкладів морських водоростей.

Наявної кількості вимірювань і отриманих даних вкрай недостатньо, щоби змоделювати особливості кругообігу біогенних елементів в ґрунтових середовищах різних регіонів Антарктики. Адже точні результати вихідних вимірів вкрай важливі для майбутніх оцінок наслідків змін континентального клімату. Для вирішення цієї проблеми потрібно створити систему систематичного довгострокового моніторингу різних ґрунтових середовищ Антарктики з метою формування бази даних. Це, в свою чергу, дасть змогу встановити закономірності змін основних їх властивостей, зокрема складу, чисельності та активності мікробних угрупувань, динаміки вмісту різних форм поживних речовин та у цілому хімічного складу ґрунту.

Мікробні ценози Антарктики близькі до холодо-посушливої межі життя і є чутливими індикаторами порушень довкілля, зокрема кліматичних змін, особливо тих змін, що пов’язані з ключовими детермінантами виживання: доступністю води та літніми температурами (фотосинтетичними вікнами). Отже, комплексна оцінка їх структури та динаміки може слугувати ефективним інструментом моніторингу екологічного стану континенту. Згідно з кліматичними моделями, подальші зміни клімату можуть призвести до розширення вільних від льоду територій, що буде сприяти розвитку ґрунтів та трансформації ґрунтових спільнот. Основним фактором, що обмежує ґрунтоутворення, є не температурний режим, а дефіцит вологи. Результати ґрунтових досліджень украй важливі для цілей оцінки екологічних ризиків та ефективного зберігання крихких антарктичних екосистем. Ґрунти морських зон Антарктиди можна розглядати як основний резервуар біогенів, що можуть вивільнятися у результаті кліматичних змін. Вплив антарктичних ґрунтів на загальний баланс вуглекислого газу незначний, а за можливого потепління його виділення збільшиться неістотно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Convey P. Antarctic ecosystems. In: Levin SA, editor. *Encyclopedia of Biodiversity. 2nd ed. San Diego, CA, USA*: 2013. pp. 179–188.
2. Cowan D.A. Microbiology of Antarctic Soils. *Springer.* Berlin/Heidelberg, Germany: 2014. 328 p.
3. Walther G. R., Eric Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., Beebee T., Fromentin J., Hoegh-Guldberg O., Bairlein F. Ecological responses to recent climate change// Nature. 2002. V. 416. P. 389–395. doi: 10.1038/416389a
4. Walton D.W.H., Thomas J. Cruise Report-Antarctic Circumnavigation Expedition (ACE) 20th December 2016-19th March 2017. OpenAIRE;
5. Dennis P.G., Newsham K.K., Rushton S.P., O'Donnell A.G., Hopkins D.W. Soil bacterial diversity is positively associated with air temperature in the maritime Antarctic. *Sci. Rep.* 2019 ; 9 : 2686. DOI: 10.1038 / s41598-019-39521-7.
6. Simmons B.L., Wall D.H., Adams B.J., Ayres E., et al. Long-term experimental warming reduces soil nematode populations in the McMurdo Dry Valleys, Antarctica. *Soil Biol. and Biochem*. 2009. 41, 2052–2060. DOI: 10.1016 / j.soilbio.2009.07.009
7. Pointing S.B., Chan Y., Lacap D.C., Lau MC.Y., Jurgens J.A., Farrell R.L. Highly specialized microbial diversity in hyper-arid polar desert. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2009; 106 : 19964–19969. DOI: 10.1073 / pnas.0908274106.
8. De Scally S.Z., Makhalanyane T.P., Frossard A., Hogg I.D., Cowan D.A. Antarctic microbial communities are functionally redundant, adapted and resistant to short term temperature perturbations. *Soil Biol. Biochem*. 2016; 103: 160–170. DOI: 10.1016/ j.soilbio.2016.08.013.
9. Nylen T.H., Fountain A.G. Climatolotogy of katabatic winds in the McMurdo Dry Valleys, Antarctica. *J.Geophs. Res.* 2004; 109 :D03114. DOI: 10.1029/ 2003JD003937.
10. Han J., Jung J., Park M., Hyun S., Park W. Short-term effect of elevated temperature on the abundance and diversity of bacterial and archaeal amoA genes in antarctic soils. *J. Microbiol. Biotechnol*. 2013; 23: 1187–1196. DOI: 10.4014/ jmb.1305.05017.
11. Adriaenssens E.M., Kramer R., Van Goethem M.W., Makhalanyane T.P., Hogg I., Cowan D.A. Environmental drivers of viral community composition in Antarctic soils identified by viromics. Microbiome. 2017;5:83. doi: 10.1186/s40168-017-0301-7.
12. Falkowski P.G., Godfrey L.V. Electrons, life and the evolution of Earth's oxygen cycle. *Philos. Trans. R. Soc. London / In Biol. Sci.* 2008; 363 : 2705–2716. DOI: 10.1098 / rstb.2008.0054.
13. Ayton J., Aislabie J., Barker G.M., Saul D., Turner S. Crenarchaeota affiliated with group 1.1 b are prevalent in coastal mineral soils of the Ross Sea region of Antarctica. *Environ. Microbiol*. 2010;12:689–703. doi: 10.1111/j.1462-2920.2009.02111.x.
14. McCaig A.E., Phillips C.J., Stephen J.R., Kowalchuk G.A., Harvey S.M., Herbert R.A., Embley T.M., Prosser J.I. Nitrogen cycling and community structure of proteobacterial beta-subgroup ammonia-oxidizing bacteria within polluted marine fish farm sediments. *Appl. Environ. Microbiol*. 1999;65:213–220. doi: 10.1128/AEM.65.1.213-220.1999.
15. Bottos E.M., Laughlin D.C., Herbold C.W., Lee C.K., McDonald I.R., Cary S.C. Abiotic factors influence patterns of bacterial diversity and community composition in the Dry Valleys of Antarctica. *FEMS Microbiol. Ecol*. 2020;96:fiaa042. doi: 10.1093/femsec/ fiaa042.
16. Cain M.L., Subler S., Evans J.P., Fortin M.-J. Sampling spatial and temporal variation in soil nitrogen availability. *Oecologia.* 1999; 118 : 397–404. DOI: 10.1007 / s004420050741.
17. Knops J.M.H., Tilman D. Dynamics of soil nitrogen and carbon accumulation for 61 years after agricultural abandonment. *Ecology.* 2000; 81 : 88–98. DOI: 10.1890 / 0012-9658 (2000) 081.
18. Evans S.E., Wallenstein M.D. Climate change alters ecological strategies of soil bacteria. *Ecol. Lett*. 2014. 17, 155–164. DOI: 10.1111 / ele.12206.
19. Marco D., ed. (2011). Metagenomics: Current Innovations and Future Trends. *Caister Academic Press*. ISBN 978-1-904455-87-5.
20. Dill B.D.,et al. "Metaproteomics: Techniques and Applications". *Environmental Molecular Microbiology*. Caister Academic Press. 2010. ISBN 978-1-904455-52-3.
21. Yau S., Lauro F.M., Williams T.J., DeMaere M.Z., et al. Metagenomic insights into strategies of carbon conservation and unusual sulfur biogeochemistry in a hypersaline Antarctic lake. *The ISME*. 2013. 7, 1944–1961. DOI:10.1038/ ismej.2013.69
22. Coyne K.J., Parker A.E., Lee C.K., Sohm J.A., Kalmbach A., Gunderson T., León-Zayas R., Capone D.G., Carpenter E.J., Cary S.C. The distribution and relative ecological roles of autotrophic and heterotrophic diazotrophs in the McMurdo Dry Valleys, Antarctica. *FEMS Microbiol. Ecol.* 2020; 96:fiaa010. doi: 10.1093/ femsec/fiaa010.
23. Asuming-Brempong S. Microarray Technology and Its Applicability in Soil Science – A Short Review. *J. Soil Sci.* 2012; 2 : 333–340. DOI: 10.4236/ ojss.2012.23039.
24. Lee C.K., Laughlin D.C., Bottos E.M., Caruso T., Joy K., Barrett J.E., Hopkins D.W., Pointing S.B., McDonal I.R., Cowan D.A., et al. Biotic interactions are an unexpected yet critical control on the complexity of an abiotically driven polar ecosystem. Commun. Biol. 2019;2:62. doi: 10.1038/s42003-018-0274-5.
25. Bottos E.M., Laughlin D.C., Herbold C.W., Lee C.K., McDonald I.R., Cary S.C. Abiotic factors influence patterns of bacterial diversity and community composition in the Dry Valleys of Antarctica. *FEMS Microbiol. Ecol*. 2020;96:fiaa042. doi: 10.1093/femsec/ fiaa042.
26. Bokhorst S., Convey P., Aerts R. Nitrogen inputs by marine vertebrates drive abundance and richness in Antarctic terrestrial ecosystems. *Curr. Biol.* 2019; 29 : 1721–1729. DOI: 10.1016 / j.cub.2019.04.038.
27. Winton V.H.L., Ming A., Caillon N., Hauge L., Jones A.E., Savarino J., Yang X., Frey M.M. Deposition, recycling and archival of nitrate stable isotopes between the air-snow interface: Comparison beteen Dronning Maud Land and Dome C, Antarctica. *Atmos. Chem. Phys*. 2020;20:5861–5885.doi: 10.5194/ acp-20-5861-2020.
28. Lepane V., Künnis-Beres K., Kaup E., Sharma B. Dissolved organic matter, nutrients, and bacteria in

Antarctic soil core from Schirmacher Oasis. *J. Soils and Sediments.* Springer. 2018; 18:2715-2726. DOI: 10.1007 / s11368-018-1913-7.
29. Makhalanyane T.P., Valverde A., Velázquez D., Gunnigle E., Van Goethem M.W., Quesada A., Cowan D.A. Ecology and biogeochemistry of cyanobacteria in soils, permafrost, aquatic and cryptic polar habitats. *Biodivers. Conserv*. 2015; 24 : 819–840. DOI: 10.1007 / s10531-015-0902-z.
30. Leininger S., Urich T., Schloter M., Schwark L., Qi J., Nicol G.W., Prosser J.I., Schuster S.C., Schleper C. Archaea predominate among ammonia-oxidizing prokaryotes in soils. *Nature.* 2006;442:806–809. doi: 10.1038/nature04983.
31. Nylen T.H., Fountain A.G. Climatolotogy of katabatic winds in the McMurdo Dry Valleys, Antarctica. *J. Geophs. Res.* 2004; 109 : D03114. DOI: 10.1029 / 2003JD003937.

REFERENCES:

1. Convey, P. (2013). Antarctic ecosystems. In S. A. Levin (Ed.). *Encyclopedia of Biodiversity*. (2nd ed.). San Diego, CA, USA.
2. Cowan, D. A. (2014). Microbiology of Antarctic Soils. *Springer. Berlin/Heidelberg, Germany, 328.*
3. Walther, G. R., Eric, Post E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T., Fromentin, J., Hoegh-Guldberg, O., Bairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature,* 416, 389–395. doi: 10.1038/416389a.
4. Walton, D. W. H., Thomas, J. (2017). Cruise Report – Antarctic Circumnavigation Expedition (ACE) 20th December 2016—19th March 2017. OpenAIRE;
5. Dennis, P.G., Newsham, K.K., Rushton, S.P., O'Donnell, A.G., Hopkins, D. W. (2019). Soil bacterial diversity is positively associated with air temperature in the maritime Antarctic. *Sci. Rep.,* 9, 2686. DOI: 10.1038 / s41598-019-39521-7.
6. Simmons, B.L., Wall, D.H., Adams, B.J., Ayres, E., et al. (2009). Long-term experimental warming reduces soil nematode populations in the McMurdo Dry Valleys, Antarctica. *Soil Biol. and Biochem*., 41, 2052–2060. DOI:10.1016/ j.soilbio.2009.07.009
7. Pointing, S.B., Chan, Y., Lacap, D.C., Lau, MC. Y., Jurgens, J.A., Farrell, R.L. (2009). Highly specialized microbial diversity in hyper-arid polar desert. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA,* 106, 19964–19969. DOI: 10.1073 / pnas.0908274106.
8. De Scally, S. Z., Makhalanyane, T. P., Frossard, A., Hogg, I. D., Cowan, D. A. (2016). Antarctic microbial communities are functionally redundant, adapted and resistant to short term temperature perturbations. *Soil Biol. Biochem.*, 103, 160–170. DOI: 10.1016/ j.soilbio.2016.08.013.
9. Nylen, T.H., Fountain, A.G. (2004). Climatolotogy of katabatic winds in the McMurdo Dry Valleys, Antarctica. *J.Geophs. Res*., 109, D03114. DOI: 10.1029/ 2003JD003937.
10. Han, J., Jung, J., Park, M., Hyun, S., Park, W. (2013). Short-term effect of elevated temperature on the abundance and diversity of bacterial and archaeal amoA genes in antarctic soils. *J. Microbiol. Biotechnol.,* 23, 1187–1196. DOI: 10.4014/ jmb.1305.05017.
11. Adriaenssens, E.M., Kramer, R., Van Goethem, M. W., Makhalanyane, T. P., Hogg, I., Cowan, D. A. (2017). Environmental drivers of viral community composition in Antarctic soils identified by viromics. *Microbiome,* 5(83). doi: 10.1186/s40168-017-0301-7.
12. Falkowski, P.G., Godfrey, L.V. (2008). *Electrons, life and the evolution of Earth's oxygen cycle.* Philos. Trans. R. Soc. London / In Biol. Sci. 363, 2705–2716. DOI: 10.1098 / rstb.2008.0054.
13. Ayton, J., Aislabie, J., Barker, G.M., Saul, D., Turner, S. (2010). Crenarchaeota affiliated with group 1.1 b are prevalent in coastal mineral soils of the Ross Sea region of Antarctica. *Environ. Microbiol.*, 12, 689–703. doi: 10.1111/j.1462-2920.2009.02111.x.
14. McCaig, A.E., Phillips, C.J., Stephen, J.R., Kowalchuk, G.A., Harvey, S.M., Herbert, R.A., Embley, T.M., Prosser, J.I. (1999). Nitrogen cycling and community structure of proteobacterial beta-subgroup ammonia-oxidizing bacteria within polluted marine fish farm sediments. *Appl. Environ. Microbiol.*, 65, 213–220. doi: 10.1128/ AEM.65.1.213-220.1999.
15. Bottos, E.M., Laughlin, D.C., Herbold, C.W., Lee, C.K., McDonald, I.R., Cary, S.C. (2020). Abiotic factors influence patterns of bacterial diversity and community composition in the Dry Valleys of Antarctica. *FEMS Microbiol. Ecol.,* 96:fiaa042. doi: 10.1093/femsec/fiaa042.
16. Cain, M.L., Subler, S., Evans, J.P., Fortin, M.-J. (1999). Sampling spatial and temporal variation in soil nitrogen availability. *Oecologia*, 118, 397–404. DOI: 10.1007 / s004420050741.
17. Knops, J.M.H., Tilman D. (2000). Dynamics of soil nitrogen and carbon accumulation for 61 years after agricultural abandonment. *Ecology,* 81, 88–98. DOI: 10.1890 / 0012-9658 (2000) 081.
18. Evans, S.E., Wallenstein, M.D. (2014). Climate change alters ecological strategies of soil bacteria. *Ecol. Lett*., 17, 155–164. DOI: 10.1111 / ele.12206.
19. Marco, D., ed. (2011). Metagenomics: Current Innovations and Future Trends. *Caister Academic Press*., ISBN 978-1-904455-87-5.
20. Dill, B.D., et al. (2010). "Metaproteomics: Techniques and Applications". Environmental Molecular Microbiology. *Caister Academic Press*, ISBN 978-1-904455-52-3.
21. Yau, S., Lauro, F.M., Williams, T.J., DeMaere, M. Z., et al. (2013). Metagenomic insights into strategies of carbon conservation and unusual sulfur biogeochemistry in a hypersaline Antarctic lake. *The ISME*, 7, 1944–1961. DOI:10.1038/ ismej.2013.69.
22. Coyne, K.J., Parker, A.E., Lee, C.K., Sohm, J.A., Kalmbach, A., Gunderson, T., León-Zayas, R., Capone, DG., Carpenter, E.J., Cary, S.C. (2020). The distribution and relative ecological roles of autotrophic and heterotrophic diazotrophs in the McMurdo Dry Valleys, Antarctica. *FEMS Microbiol. Ecol.,* 96:fiaa010. doi: 10.1093/femsec/fiaa010.
23. Asuming-Brempong, S. (2012). Microarray Technology and Its Applicability in Soil Science – A Short Review. *J. Soil Sci.*, 2, 333–340. DOI: 10.4236/ ojss.2012.23039.
24. Lee, C.K., Laughlin, D.C., Bottos, E.M., Caruso, T., Joy, K., Barrett, J.E., Hopkins, D.W., Pointing, S.B., McDonal, I.R., Cowan, D.A., et al. (2019). Biotic interactions are an unexpected yet critical control on the complexity of an abiotically driven polar ecosystem. *Commun. Biol*., 2, 62. doi: 10.1038/s42003-018-0274-5.

25. Bottos, E.M., Laughlin, D.C., Herbold, C.W., Lee, C.K., McDonald, I. R., Cary, S. C. (2020). Abiotic factors influence patterns of bacterial diversity and community composition in the Dry Valleys of Antarctica. *FEMS Microbiol. Ecol.,* 96:fiaa042. doi: 10.1093/femsec/fiaa042.
26. Bokhorst, S., Convey, P., Aerts, R. (2019). Nitrogen inputs by marine vertebrates drive abundance and richness in Antarctic terrestrial ecosystems. *Curr. Biol.*, 29, 1721–1729. DOI: 10.1016 / j.cub.2019.04.038.
27. Winton, V.H.L., Ming, A., Caillon, N., Hauge, L., Jones, A. E., Savarino, J., Yang, X., Frey, M. M. (2020). Deposition, recycling and archival of nitrate stable isotopes between the air-snow interface: Comparison beteen Dronning Maud Land and Dome C, *Antarctica. Atmos. Chem. Phys*., 20, 5861–5885. doi: 10.5194/acp-20-5861-2020.
28. Lepane, V., Künnis-Beres, K., Kaup, E., Sharma, B. (2018). Dissolved organic matter, nutrients, and bacteria in Antarctic soil core from Schirmacher Oasis. *J. Soils and Sediments. Springer,* 18, 2715–2726. DOI: 10.1007 / s11368-018-1913-7.
29. Makhalanyane, T.P., Valverde, A., Velázquez, D., Gunnigle, E., Van Goethem, M. W., Quesada, A., Cowan, D. A. (2015). Ecology and biogeochemistry of cyanobacteria in soils, permafrost, aquatic and cryptic polar habitats. *Biodivers. Conserv*., 24, 819–840. DOI: 10.1007 / s10531-015-0902-z.
30. Leininger, S., Urich, T., Schloter, M., Schwark, L., Qi, J., Nicol, G.,W., Prosser, J. I., Schuster, S. C., Schleper, C. (2006). Archaea predominate among ammonia-oxidizing prokaryotes in soils. *Nature,* 442, 806–809. doi: 10.1038/nature04983.
31. Nylen, T. H., Fountain, A. G. (2004). Climatolotogy of katabatic winds in the McMurdo Dry Valleys, Antarctica. *J. Geophs. Res*., 109, D03114. DOI: 10.1029 / 2003JD003937.

Личук Г.І., Тараріко Ю.О. Результати останніх досліджень ґрунтових відмін Антарктиди. Огляд

Майже на всіх ґрунтових картах світу Антарктида не представлена. Тим часом на цьому континенті є не тільки ґрунти, а й навіть проявляються закони їх широтної зональності. Це означає, що ґрунти більш теплих узбереж дуже відрізняються від ґрунтів морозних внутрішніх районів. Щоправда, повноцінні ґрунти тут представлені лише як рідкісні дрібні вкраплення серед кам'янистих розсипів материка.

Ґрунтові середовища Антарктики різноманітні та займають в масштабі континенту мізерні площі. Їх унікальність надає величезні можливості для вивчення фундаментальних екологічних проблем. Ці середовища змінюються дуже повільно у тисячолітньому масштабі, у тій мірі, в якій на них впливають льодовикові умови континенту. Однак останніми десятиліттями на антарктичне довкілля посилився вплив потепління клімату, антропогенних чинників та тваринного світу. Таке положення у першу чергу відбивається на не вкритих льодом територіях, зокрема на ґрунтових відмінах стосовно особливостей окремих антарктичних біогеографічних зон. Використання сучасних методів досліджень дає змогу ефективно вивчати різні властивості окремих ґрунтових середовищ, що дає змогу простежувати спрямованість їх еволюції у часі. Для розуміння рушійних сил розвитку різних мікробних угрупувань потрібно здійснювати систематичну кількісну оцінку хімічного складу ґрунтів та особливостей змін відповідних біохімічних циклів. Такий моніторинг у свою чергу дасть змогу будувати прогнозні моделі розвитку екологічної ситуації в різних регіонах континенту під дією зовнішніх змінних факторів. Адже за наявності фрагментарних та неповних результатів досліджень низки антарктичних ґрунтів аналітикам не вистачає кількісних оцінок, потрібних для обґрунтування таких прогнозів.

Ключові слова: Антарктика, ґрунтові середовища, фактори впливу, поживний режим, мікробний ценоз, хімічні властивості, екологічний стан, прогноз.

Lychuk A.I., Tarariko Yu.O. Results of recent studies of soil varieties in Antarctica. A review

Antarctica is not represented on almost all soil maps of the world. Meanwhile, on this continent there are not only soils, but even serve the laws of their latitudinal zonation. This means that the soils of warm coasts are very different from the soils of frosty inland areas. However, high-grade soils are represented here only by rare small areas among the stony placers of the mainland.

Antarctic soil substrates are diverse and occupy scanty areas across the continent. Their uniqueness provides great opportunities to study fundamental environmental problems. These environments change very slowly over millennia, to the extent that the continent's glacial conditions affect them. However, the effects of global warming, anthropogenic factors and wildlife have increased in recent decades on the Antarctic environment. This situation is primarily reflected in the areas not covered by ice, in particular on soil differences in the characteristics of certain Antarctic biogeographical zones. The use of modern research methods makes it possible to effectively study the various properties of individual soil environments, which allows us to trace the direction of their evolution over time. To understand the driving forces of the development of different microbial groups, it is necessary to carry out a systematic quantitative assessment of the chemical composition of soils and the peculiarities of changes in the relevant biochemical cycles. Such monitoring, in turn, will allow to build forecast models of ecological situation development in different regions of the continent under the influence of external variables factors. After all, in the presence of fragmentary and incomplete research results of a number of Antarctic soils, analysts do not have enough quantitative estimates needed to substantiate such predictions.

Key words: Antarctica, soil substrates, factors of influence, nutritional regime, microbial cenosis, chemical properties, ecological condition, forecast.

УДК 633.11:631:82
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.12

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

МОСТІПАН М.О. – кандидат біологічних наук, професор
https://orcid.org/0000–0001–5317–6315
Центральноукраїнський національний технічний університет
УМРИХІН Н.Л. – кандидат сільськогосподарських наук
https://orcid.org/0000–0002–4220–8606
Інститут сільського господарства Степу Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Основними чинниками, що забезпечили зростання врожайності польових культур у сільськогосподарському виробництві України, є використання нових сортів та гібридів, застосування більш ефективних систем обмеження шкодочинних об'єктів у посівах та використання сучасної, продуктивнішої сільськогосподарської техніки, інших специфічних агротехнічних прийомів. Поряд із цим у багатьох сільськогосподарських підприємствах врожайність польових культур поки що залишається досить низькою та спостерігаються значні її коливання під впливом факторів навколишнього середовища.

Численними дослідженнями доведено, що найбільш ефективним шляхом подолання негативної дії факторів навколишнього середовища є впровадження у виробництво сортів із більш високими адаптивними властивостями рослин та новітніх технологій їх вирощування [1, 2]. Останні повинні включати в себе такі агротехнічні прийоми, які би підвищували адаптивні властивості рослин до несприятливих факторів. Серед усіх агротехнічних прийомів, що дозволяють розкрити потенційні можливості рослин, найбільш важливе значення мають умови мінерального живлення рослин. Лише рослини, які не відчувають дефіциту в тих чи інших елементах живлення, здатні ефективно протистояти негативній дії факторів навколишнього середовища та реалізувати свої генетичні можливості щодо насіннєвої продуктивності.

Використання мінеральних добрив є одним із найвпливовіших агротехнічних прийомів на рівень продуктивності посівів пшениці озимої та якість отриманого врожаю [3, 4]. Особливо велика роль відводиться азотним добривам. При цьому добре відомо, що їх дія визначається численною низкою факторів агротехнічного та природного походження. Тому питання визначення ефективності застосування мінеральних добрив під час вирощування пшениці озимої завжди були актуальними, особливо в останні роки, на фоні істотних кліматичних та структурно-економічних змін в агропромисловому виробництві.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Рослини пшениці озимої є вимогливими до родючості ґрунтів. Про це переконливо свідчать не лише показники виносу елементів живлення, необхідних для формування одиниці врожаю, а й рівень урожайності посівів у сільськогосподарському виробництві без використання добрив. Для формування 1 т зерна та відповідної кількості соломи рослини засвоюють із ґрунту 25–35 кг азоту, 11–13 кг фосфору, 20–27 кг калію та 3 кг сірки. Потреба рослин в мікроелементах є меншою і становить 5 г бору, 82 г марганцю, 270 г заліза та 60 г цинку[5]. Між рівнем врожайності та виносом елементів живлення із ґрунту відзначається прямолінійний взаємозв'язок. Із підвищенням врожайності обсяги споживання елементів живлення рослинами пшениці зростають [6]. До того ж максимальна реалізація генетичних можливостей того чи іншого сорту можлива за умови оптимального співвідношення між азотом, фосфором та калієм, яке, на думку В.В. Лихочвора [5], становить 1,5 : 1 :1.

Сучасна система удобрення посівів пшениці озимої включає в себе використання добрив під основний обробіток ґрунту одночасно із сівбою, прикореневі та позакореневі підживлення впродовж вегетації рослин [7, 8]. Вона ґрунтується на фундаментальних наукових дослідженнях щодо споживання рослинами пшениці озимої елементів живлення із ґрунту. Відомо, що азот вони засвоюють майже впродовж усього періоду вегетації. Але фізіологічні потреби рослин у цьому елементі є різними. Доведено, що впродовж осінньої вегетації і до часу відновлення її весною рослини пшениці озимої споживають не більше 14% від загальних його потреб [9]. Тому надмірне азотне живлення рослин восени може мати негативні наслідки для формування врожаю, особливо у роки з тривалим періодом осінньої вегетації. Крім цього, у роки з достатнім чи надмірним зволоженням можливі непродуктивні втрати азоту шляхом вимивання рухомих його форм у глибші шари ґрунту [10]. До того ж в умовах північного Степу України найбільш високу врожайність забезпечують посіви, припинення осінньої вегетації яких відбувається у третій декаді листопада [11].

Із настанням фази трубкування потреби рослин пшениці в азотному живленні різко зростають і тривають до фази колосіння. Протягом цього періоду посіви пшениці озимої синтезують найбільшу кількість сухих речовин [12]. Тому завчасно необхідно створити максимально оптимальні умови азотного живлення рослин. Для цього проводять прикореневе підживлення посівів. Воно впливає не лише на щільність посівів пшениці озимої, а й індивідуальну продуктивність рослин [6]. Норма прикореневого підживлення повинна враховувати не лише запаси доступного азоту в ґрунті, а й стан та потенційні можливості посівів та час відновлення весняної вегетації [13, 14]. Час відновлення весняної вегетації рослин є настільки впливовим, що за своєю дією може перевищувати ефект інших агротехнічних прийомів, що

використовуються весною. До того ж цей чинник може повністю нівелювати навіть вплив строків сівби [15, 16].

Прикореневе підживлення посівів пшениці озимої наприкінці фази кущіння рослин не лише забезпечує підвищення їх продуктивності, а й визначає можливості отримання високоякісного зерна. Позакореневі підживлення посівів пшениці озимої азотом в подальшому будуть ефективними лише за певного вмісту азоту у надземній масі рослин. За низького вмісту азоту у вегетативних органах рослин менше 1,0% на абсолютно суху речовину проведення позакореневого підживлення посівів не забезпечить отримання високоякісного зерна. Вони будуть ефективними лише за вмісту азоту у межах від 1,0 до 3,0% [17]. Тому проведення прикореневих підживлень посівів необхідно розглядати з погляду не лише підвищення їх урожайності, а й створення передумов формування високоякісного зерна.

Мета. Головна мета досліджень полягала у визначенні ефективності проведення прикореневого підживлення посівів пшениці озимої після сої на зерно за пізніх строків сівби.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження проводили в Інституті сільського господарства Степу НААН впродовж 2017–2020 років. Пшеницю озиму сорту Антонівка висівали після сої у різні строки: 15 та 25 вересня, 5, 15 та 25 жовтня(чинник А). При кожному строкові сівби використовували два фони живлення рослин: природний фон та прикореневе підживлення посівів пшениці озимої азотними добривами у нормі N_{33} наприкінці фази весняного кущіння(чинник Б). Облікова площа ділянки – 25 м^2. Повторність досліду чотириразова. Технологія вирощування пшениці озимої за виключенням досліджуваних факторів розроблена в інституті сільського господарства Степу НААН.

Ґрунти дослідної ділянки – чорноземи звичайні середньогумусні важкосуглинкові глибокі. Для цих ґрунтів характерний дуже глибокий гумусний профіль (80–100 см) зі значною глибиною гумусного горизонту (40–50 см) та добре виявленою зернистою структурою. До низу вона поступово переходить у зернисто-дрібно-грудочкувату. Вміст гумусу – 4,54%. Вміст рухомих форм поживних речовин у ґрунті становить 14,5 мг гідролізованого азоту, 12,1 мг фосфору та 15,7 мг калію на 100 г ґрунту. Сума ввібраних основ становить 39,4 мг на 100 г ґрунту, pH сольове – 5,6.

Погодні умови у роки проведення досліджень за основними показниками загалом були характерними для зони північного Степу України. Водночас у кожному із років досліджень були прояви тих чи інших погодних явищ, які вирізняли роки досліджень між собою та від середньобагаторічних показників. Температурний режим повітря впродовж жовтня у всі роки досліджень був вищим порівняно із середньобагаторічними даними. Водночас у листопаді 2017 та 2019 років показники середньодобової температури повітря були вищими, ніж багаторічні показники, а тому відбулося подовження осінньої вегетації, тоді як у 2016 та 2018 роках – навпаки, нижчими. Таким чином, припинення осінньої вегетації рослин пшениці озимої відбувалося у різні строки. У всі роки досліджень умови зимового періоду виявилися сприятливими для доброї перезимівлі рослин пшениці озимої.

У 2017, 2019 та 2020 роках спостерігалося раннє відновлення весняної вегетації рослин, тоді як у 2018 році – пізнє. Натомість у всі роки досліджень температурний режим повітря впродовж весняно-літнього періоду вегетації рослин пшениці озимої був вищим за середньобагаторічні показники. У 2020 році спостерігалися пізні приморозки як на поверхні ґрунту, так і в повітрі. Це негативно вплинуло на формування врожаю пшениці озимої.

В усі роки досліджень кількість опадів впродовж весняно-літньої вегетації виявилася меншою за багаторічні показники. Критично посушливі умови 2017 року викликали різке зниження рівня врожайності посівів пшениці озимої навіть на фоні раннього відновлення весняної вегетації. З березня по червень включно загальна кількість опадів становила лише 61,5 мм проти 174 мм як багаторічного показника. У 2018 та 2020 роках кількість опадів за вказаний період становила відповідно 138,2 та 141,6 мм. Найбільш сприятливі умови щодо вологозабезпечення склалися у 2019 році. Впродовж весняно-літньої вегетації випало 166 мм опадів.

Результати досліджень. Отримані результати досліджень свідчать про значний вплив строків сівби та підживлення посівів пшениці озимої у ранньовесняний період на подальший ріст та розвиток рослин, а відповідно і формування врожаю. Серед досліджуваних факторів найбільший вплив на формування врожаю посівами пшениці озимої чинили строки сівби. Варіювання рівня врожайності під впливом строків сівби у різні роки досліджень становило від 0,64 до 2,37 т/га. Найбільш великий вплив строків сівби на рівень врожайності виявили у 2018 та 2019 роках досліджень. Так, в умовах 2018 року зміна строків сівби викликала варіювання рівня врожайності пшениці озимої від 4,29 т/га до 6,59 т/га, а у 2019 році – від 2,74 до 5,10 т/га. Менш помітною виявилася дія строків сівби на врожайність пшениці озимої у 2017 та 2020 роках. У ці роки зміна рівня врожайності внаслідок переміщення строків сівби становила відповідно 3,11 – 4,08 т/га та 4,38 – 4,11 т/га (табл. 1).

В умовах 2016/2017 вегетаційного року на фоні тривалої осінньої вегетації та раннього відновлення її весною, з відносно коротким перехідним періодом середньодобових температур повітря від 0 ^{0}С до +5 ^{0}С урожайність пшениці озимої із сівбою в період з 15 вересня по 5 жовтня була найбільш високою та істотно не різнилася між собою. Дані табл. 1 свідчать, що у зазначений період сівби врожайність становила від 3,99 до 4,08 т/га ($НІР_{05}$=0,09). Переміщення сівби на більш пізні терміни викликало істотне зменшення врожайності пшениці озимої до 3,11–3,35 т/га.

Погодні умови 2017/2018 року виявилися найбільш сприятливими для росту та розвитку рослин пшениці озимої. Достатня кількість опадів восени, особливо у жовтні (192% від середньобагаторічних даних) у комплексі зі сприятливим температурним режимом та подовженою осінньою вегетацією забезпечило формування високих потенційних можливостей посівів пшениці

Таблиця 1

Вплив строків сівби на врожайність пшениці озимої, т/га

Рік	Строк сівби					$НІР_{05}$
	15.IX	25.IX	5.X	15.X	25.X	
2017 р.	4,05	4,08	3,99	3,35	3,11	0,09
2018 р.	6,48	6,59	6,46	5,30	4,29	0,12
2019 р.	4,93	5,10	4,41	2,79	2,74	0,06
2020 р.	4,11	4,19	4,78	4,57	4,38	0,11
Середнє	4,89	4,99	4,91	4,00	3,63	

Таблиця 2

Вплив прикореневого азотного підживлення посівів пшениці озимої у ранньовесняний період на їх врожайність, т/га

Строк сівби	Підживлення	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє	Середнє по фактору В
15.IX	без прикореневого підживлення	3,71	6,2	4,44	3,81	4,54	4,13
	прикореневе підживлення N_{33}	4,40	6,77	5,42	4,40	5,25	4,68
25.IX	без прикореневого підживлення	3,74	6,35	4,59	3,92	4,65	
	прикореневе підживлення N_{33}	4,42	6,83	5,62	4,46	5,33	
5. X	без прикореневого підживлення	3,61	6,19	4,08	4,37	4,56	
	прикореневе підживлення N_{33}	4,37	6,72	4,75	5,18	5,26	
15. X	без прикореневого підживлення	3,01	5,10	2,53	4,33	3,74	
	прикореневе підживлення N_{33}	3,69	5,50	3,05	4,82	4,27	
25. X	без прикореневого підживлення	2,78	3,95	2,51	4,20	3,36	
	прикореневе підживлення N_{33}	3,44	4,62	2,97	4,56	3,90	
$НІР_{05}$		0,08	0,10	0,05	0,09		

озимої на час припинення осінньої вегетації. Навіть на фоні пізнього відновлення весняної вегетації рослин (1 квітня) врожайність за всіх строків сівби виявилася найбільш високою за всі роки досліджень. Істотно більшою врожайність пшениці озимої сформувалася при сівбі 15 та 25 вересня – відповідно 6,48 та 6,59 т/га(-$НІР_{05}$=0,12). У варіантах із більш пізньою сівбою вона істотно знижувалася, і найбільш низькою (4,29 т/га) вона була при сівбі 25 жовтня.

В останні 2019 та 2020 роки досліджень, незважаючи на різні погодні умови впродовж вегетації рослин, дія строків сівби на врожайність посівів пшениці озимої виявилася майже тотожною. В обидва роки досліджень сівба 15 вересня не забезпечувала формування найбільш високої врожайності. У 2019 році максимальна істотно вища врожайність порівняно з іншими строками сівби отримана у варіанті з сівбою 25 вересня, вона становила 5,1 т/га. Сівба у більш пізні строки сприяла істотному зниженню врожайності. При цьому найбільш значне зниження відзначалося у варіантах із сівбою 15 та 25 жовтня, урожайність відповідно становила 2,79 та 2,74 т/га.

У 2019/2020 вегетаційному році найбільш висока врожайність сформувалася при сівбі 5 жовтня, і вона становила 4,78 т/га. При сівбі 15 та 25 вересня зниження врожайності пшениці озимої відбулося внаслідок тривалої осінньої вегетації на фоні підвищеного температурного режиму та певного дефіциту вологи у грудні. При цьому відбулося не лише пошкодження рослин приховано-стебловими шкідниками, а й ураження їх хворобами уже в осінній період. Грудень місяць і загалом весь зимовий період виявився значно теплішим за середньобагаторічні показники. Вегетація рослин впродовж грудня та надраннє відновлення весняної вегетації в лютому сприяли процесу кущення рослин пшениці озимої та збільшення їх ваги. У кінцевому результаті це забезпечило підвищення врожайності посівами пшениці озимої із сівбою 15 та навіть 25 жовтня. Вона досягла рівня 4,57 та 4,38 т/га. Слід зазначити, що лише в цьому році, завдячуючи таким погодним умовам осіннього та ранньовесняного періодів, врожайність посівів пшениці озимої пізніх строків сівби була істотно більшою, ніж у варіантах із сівбою 15 та 25 вересня.

Формування високої врожайності посівами пшениці озимої неможливе без задоволення біологічних потреб її рослин в елементах мінерального живлення. Серед них найбільш важлива роль відводиться азоту. Уже впродовж тривалого періоду в усіх регіонах України прикореневе підживлення посівів пшениці озимої азотними добривами у ранньовесняний період є загальноприйнятим агротехнічним прийомом. Його використання зумовлено не лише ґрунтово-кліматичними особливостями того чи іншого регіону, а й організаційно-економічним станом сільськогосподарських підприємств. Більшістю польових досліджень доведена незаперечна позитивна дія такого агротехнічного прийому. Але ефективність прикореневих підживлень у ранньовесняний період залежить від багатьох факторів природного походження.

В усі роки досліджень за всіх строків сівби проведення прикореневого підживлення посівів пшениці озимої азотними добривами у нормі N_{33} наприкінці фази кущіння сприяло істотному підвищенню їх урожайності (табл. 2). Разом із тим абсолютні та відносні приро-

сти рівня врожайності внаслідок застосування азотних добрив залежали від погодних умов у тому чи іншому році досліджень. У 2017 році, який характеризувався раннім відновленням весняної вегетації та дефіцитом опадів упродовж усього весняного періоду, прибавка врожаю внаслідок застосування азотного підживлення становила від 0,66 до 0,76 т/га залежно від строків сівби. Це єдиний із років досліджень, в якому ефективність прикореневого підживлення майже не залежала від строків сівби. У чотирьох із п'яти досліджуваних нами строків сівби прибавка врожаю становила 0,66–0,69 т/га, і лише за сівби 5 жовтня вона істотно відрізнялася і становила 0,76 т/га.

У 2018 році, коли в осінній період погодні умови виявилися найбільш сприятливими для росту та розвитку рослин пшениці озимої, а відповідно, сформувалися високі потенційні можливості посівів, прикореневе підживлення весною підвищувало врожайність пшениці озимої на 0,4–0,67 т/га ($НІР_{05}$=0,10). За сівби починаючи з 15 вересня і закінчуючи 15 жовтня прибавка врожаю становила 0,4–0,57 т/га, або 7,6–9,2% порівняно з варіантами без підживлення. За надпізнього строку сівби 25 жовтня ефективність використання азотних добрив виявилася найбільш високою. Врожайність досягла найвищого рівня за всі роки досліджень за цього строку сівби і становила 4,62 т/га, прибавка врожаю – 0,67 т/га, що на 17,0% більше порівняно з контрольним варіантом.

Дія прикореневого підживлення азотними добривами в умовах 2020 року загалом була тотожною до попереднього року досліджень. Головною відміною виявилося те, що найбільша прибавка врожаю (0,81 т/га) була отримана за сівби 5 жовтня. Саме за цього строку сівби у 2020 році отримана найбільш висока врожайність. Зміщення строків сівби в обидва боки викликало не лише істотне зменшення рівня врожайності, а й зниження ефективності прикореневого підживлення. Так, у варіантах з сівбою 15 та 25 вересня прибавка врожаю становила відповідно 0,59 та 0,54 т/га, а при надпізніх строках сівби 15 та 25 жовтня – відповідно 0,49 та 0,36 т/га ($НІР_{05}$=0,09).

Більш глибокий аналіз отриманих результатів досліджень дає змогу стверджувати, що чим кращі умови росту та розвитку рослин пшениці озимої, тим нижчими є абсолютні та відносні прирости рівня врожайності внаслідок проведення прикореневого підживлення посівів пшениці озимої (табл. 3).

Таблиця 3

Ефективність позакореневого підживлення пшениці озимої у ранньовесняний період

Рік	Урожайність, т/га	Прибавка врожаю внаслідок проведення прикореневого підживлення N_{33}	
		т/га	%
2017	3,72	0,69	20,8
2019	4,00	0,73	20,0
2020	4,41	0,56	13,5
2018	5,82	0,53	10,0

Дані таблиці 3 відображують прямолінійний кореляційний взаємозв'язок між рівнем врожайності пшениці озимої та абсолютними і відносними показниками прибавки врожаю, зумовленими прикореневим підживленням у нормі N_{33}. У 2017 році з найнижчим рівнем врожайності пшениці озимої (3,72 т/га) прибавка врожаю в результаті проведення прикореневого підживлення становила 20,8%, тоді як у 2018 році з найбільш високою врожайністю (5,82 т/га) вона була меншою і становила лише 10,0%.

Разом ыз цим ефективність використання азотних добрив для проведення прикореневого підживлення посівів пшениці озимої після сої в північному Степу України є досить високою у різні за погодними умовами роки (рис. 1).

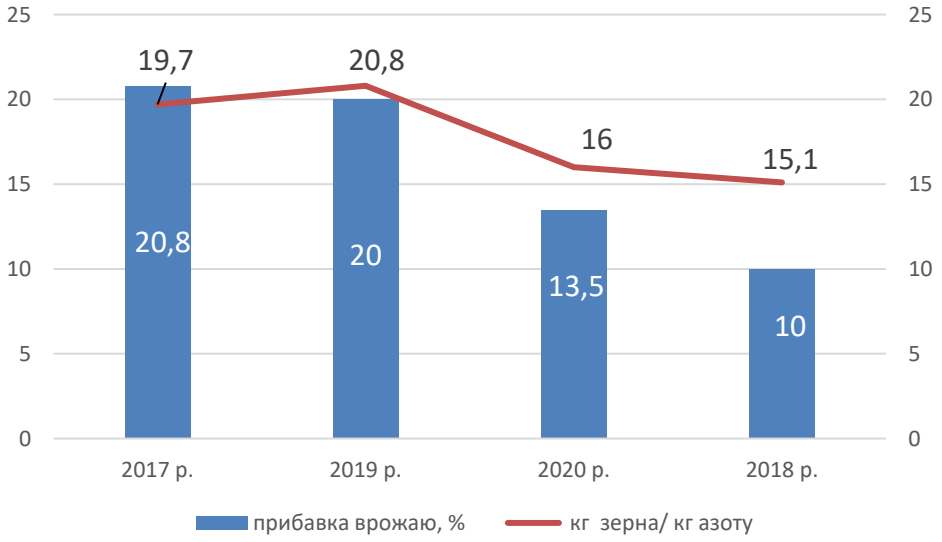


Рис. 1. Ефективність використання азоту для прикореневого підживлення посівів пшениці озимої

Використання одного кілограму азоту для позакореневого підживлення посівів пшениці озимої забезпечує досить високі абсолютні прирости зерна пшениці озимої. За роки досліджень вони становили у межах 15,1–20,8 кг зерна/кг азоту. Натомість, коли у 2018 році погодні умови були найбільш сприятливими для росту та розвитку рослин пшениці озимої, прибавка врожаю під впливом прикореневого підживлення у відносних показниках виявилася найменшою і становила лише 10% порівняно з контрольним варіантом, то окупність азоту залишилася високою і становила 15,1 кг зерна/кг азоту. Зменшення окупності азоту зерном пшениці озимої у 2018 році порівняно з 2019 роком, коли вона була найбільш високою (20,8 кг зерна/кг азоту), становило лише 27,5%. Отже, в північному Степу України прикореневе підживлення посівів пшениці озимої наприкінці фази кущення азотними добривами є високоефективним агротехнічним прийомом підвищення їх продуктивності у різні за погодними умовами роки.

Висновки. В умовах північного Степу України найбільш висока врожайність зерна пшениці озимої після сої на зерно формується при сівбі у період з 15 вересня по 5 жовтня. У середньому за роки досліджень вона становила 4,89–4,99 т/га. Більш пізня сівба викликає істотне зменшення рівня врожайності. Прикореневе підживлення азотними добривами наприкінці фази кущіння забезпечує істотне зростання врожайності посівів пшениці озимої незалежно від строків їх сівби та погодних умов упродовж вегетації її рослин. У середньому за роки досліджень прибавка врожаю внаслідок прикореневого підживлення становила 0,55 т/га.

Незалежно в умовах північного Степу України спостерігається висока окупність азоту зерном пшениці озимої, використаного для прикореневого підживлення її посівів наприкінці фази кущіння рослин. Найбільш висока ефективність дії азоту спостерігається у роки з проявом тих чи інших несприятливих факторів і становить 20,8 кг зерна/кг азоту. У роки, коли умови навколишнього середовища є сприятливими для формування врожаю, окупність азоту зерном пшениці озимої зменшується, але залишається високою і становить 15,1 кг зерна / кг азоту, тобто зниження ефективності дії азоту у такі роки не перевищує 27,5%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Орлюк А.П., Гончарова К.В. Адаптивний і продуктивний потенціал пшениці: монографія. Херсон: Айлант, 2002. 274 с.
2. Вовкодав В., Гончар О., Захарчук О., Климович В. Нові сорти зернових можуть істотно поліпшити якість збіжжя та підвищити його врожайність. *Зерно і хліб*. 2005. № 1. С. 38–39.
3. Господаренко Г.М., Єщенко Н.Б. Урожайність пшениці озимої на чорноземі опідзоленому правобережного Лісостепу залежно від різних видів і норм добрив та їх окупність. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2013. Вип. 82. Ч. 1. С. 8–14.
4. Вожегова Р.А. Сергєєв Л.А. Оптимізація систем удобрення та захисту рослин для підвищення насіннєвої продуктивності пшениці озимої в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник.* 2018. Вип. 100. Т. 1. С. 25–30.
5. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів: Українські технології, 2008. 109 с.
6. Romheld V., Rirkby E. Research on nitrogen and potassium in agriculture: needs and prospects. *Plant and Soil.* 2010. Vol. 335. P. 155–180.
7. Лісовий М.В. Підвищення ефективності мінеральних добрив. К: Урожай, 1991. 120 с.
8. Польовий В.М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві. Рівне: Волинські обереги, 2007. 320 с.
9. Шеуджен А.Ч., Бондарева Т.Н., Кизинек С.В. Агрохимические основы применение удобрений. Майкон: Полиграф ЮГ, 2013. 570 с.
10. Филипьев И.Д., Криштопа В.И., Криштопа П.А. Миграция нитратов в орошаемой темно-каштановой среднесуглинистой почве. *Плодородие мелиорационных земель УССР и пути его повышения.* Киев: ЮО ВАСХНИЛ. 1988. С. 90–93.
11. Мостіпан М.І. Реакція пшениці озимої на час припинення осінньої вегетації в північному Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1(24). С. 116–126.
12. Конопльова Є.Л. Особливості росту та розвитку рослин пшениці озимої у період весняно-літньої вегетації в північному Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. № 4. С. 116–119.
13. Мостіпан М.І., Гульванський І.М., Матвєєва В.О. Оптимізація умов азотного живлення посівів озимої пшениці у ранньовесняний період вегетації. *Охорона грунтів*. 2018. Вип. 7. С. 33–40.
14. Мостипан Н.И., Шепилова Т.П., Васильковская К.В. Оптимизация условий азотного питания посевов пшеницы озимой в северной Степи Украины. *Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений*. Материалы межд. научн.-практ. конф., посвященной памяти учених: Анны Ивановны Горбылевой, Юрия Павловича Сиротина и Вадима Ивановича Тюльпанова. (Горки, 18–20 декабря 2018 г). Часть 2. Горки, 2019. С. 56–58.
15. Mostipan M., Umrychin N,, Mytsenko V. The interrelation between the productivity of winter wheat and weather conditions in autumn and early spring periods in the Northern Steppe of Ukraine. *Stinga Agricola. Agricultural Science.* 2019. Vol. 52(1). P. 10–16.
16. Mostipan M.,. Vasylkovska K, Andriienko O., Kovalov M., Umrykhin N. Productivity of winter wheat in the northern Steppe of Ukraine depending on weather conditions in the early spring period. *Agronomy Research*. 2021. 19(X), 562–573.
17. Николаев Е.В., Изотов А.М. Пшеница в Крыму. Симферополь: Сонат, 2001. 285 с.

REFERENCES:

1. Orliuk A.P., Honcharova K.V.(2002). *Adaptyvnyi i produktyvnyi potentsial pshenytsi:monohrafiia* [Adaptive and productive potential of wheat]. Kherson:Ailant [in Ukrainian].
2. Vovkodav V., Honchar O., Zakharchuk O., & Klymovych V. (2005). Novi sorty zernovykh mozhut istotno polipshyty yakist zbizhzhia ta pidvyshchyty yoho vrozhainist [New

varieties of cereals can significantly improve the quality of grain and increase its yield]. *Zerno i khlib*,.№1. 38–39 [in Ukrainian].
3. Hospodarenko H.M., Yeshchenko N.B. (2013). Urozhainist pshenytsi ozymoi na chornozemi opidzolenomu pravoberezhnoho Lisostepu zalezhno vid riznykh vydiv i norm dobryv ta yikh okupnist [Yields of winter wheat on chernozem podzolic right-bank Forest-Steppe depending on different types and rates of fertilizers and their payback]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstv,* 82 (1). 8–14 [in Ukrainian].
4. Vozhehova R.A., Serhieiev L.A.(2018). Optymizatsiia system udobrennia ta zakhystu roslyn dlia pidvyshchennia nasinnievoi produktyvnosti pshenytsi ozymoi v umovakh pivdnia Ukrainy [Optimization of fertilizer and plant protection systems to increase the seed productivity of winter wheat in the south of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. Vyp. 100. T. 1. 25–30 [in Ukrainian].
5. Lykhochvor V.V.(2008). *Mineralni dobryva ta yikh zastosuvannia* [Mineral fertilizers and their application]. Lviv:Ukrainski tekhnolohii [in Ukrainian].
6. Romheld V., Rirkby E. (2008). Research on nitrogen and potassium in agriculture: needs and prospects *Plant and Soil.* Vol. 335. 155–180.
7. Lisovyi M.V. (1991). *Pidvyshchennia efektyvnosti mineralnykh dobryv* [Improving the efficiency of mineral fertilizers]. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
8. Polovyi V.M. (2007). *Optymizatsiia system udobrennia u suchasnomu zemlerobstvi*[Optimization of fertilizer systems in modern agriculture]. Rivne: Volynski oberehy [in Ukrainian].
9. Sheudzhen A.Ch., Bondareva T.N., & Kyzynek S.V. (2013). *Agrohimicheskie osnovyi primenenie udobreniy.* [Agrochemical basis for the application of fertilizers]. Maikon: Polyhraf YuH [in Russian].
10. Fylypev Y.D., Kryshtopa V.Y., & Kryshtopa P.A. (1988). Myhratsyia nytratov v oroshaemoi temno-kashtanovoi srednesuhlynystoi pochve [Migration of nitrates in irrigated dark chestnut medium loamy soil]. *Plodorodye melyoratsyonnykh zemel USSR y puty eho povyshenyia.* 90–93 [in Russian].
11. Mostipan M.I.(2019). Reaktsiia pshenytsi ozymoi na chas prypynennia osinnoi vehetatsii v pivnichnomu Stepu Ukrainy [Reaction of winter wheat at the time of cessation of autumn vegetation in the northern steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1(24). 116–126 [in Ukrainian].
12. Konoplova Ye. L. (2013). Osoblyvosti rostu ta rozvytku roslyn pshenytsi ozymoi u period vesniano-litnoi vehetatsii v pivnichnomu Stepu Ukrainy [Features of growth and development of winter wheat plants during the spring-summer vegetation in the northern steppe of Ukraine]. *Biuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*. 4. 116–119 [in Ukrainian].
13. Mostipan M.I., Hulvanskyi I.M., & Matvieieva V.O.(2018). Optymizatsiia umov azotnoho zhyvlennia posiviv ozymoi pshenytsi u rannovesnianyi period vehetatsii [Optimization of nitrogen nutrition conditions for winter wheat crops in the early spring growing season]. *Okhorona hruntiv*, 7. 33 – 40 [in Ukrainian].
14. Mostypan N.Y., Shepylova T.P., Vasylkovskaia K.V. (2019). Optimizatsiya usloviy azotnogo pitaniya posevov pshenitsyi ozimoy v severnoy Stepi Ukrainyi. [Optimization of nitrogen nutrition conditions for winter wheat crops in the northern Steppe of Ukraine]. *Priemyi povyisheniya plodorodiya pochv i effektivnosti udobreniy. Materialyi mezhd. nauchn.-prakt. konf., posvyaschennoy pamyati uchenih: Annyi Ivanovnyi Gorbyilevoy, Yuriya Pavlovicha Sirotina i Vadima Ivanovicha Tyulpanova.* (pp. 56–58) Horky [in Russian].
15. Mostipan M., Umrychin N., & Mytsenko V. (2019). The interrelation between the productivity of winter wheat and weather conditions in autumn and early spring periods in the Northern Steppe of Ukraine*Stinga Agricola. Agricultural Science*. Vol.52(1). 10–16.
16. Mostipan M.,. Vasylkovska K, Andriienko O., Kovalov M., & Umrykhin N.(2021). Productivity of winter wheat in the northern Steppe of Ukraine depending on weather conditions in the early spring period *Agronomy Research*. 19(X), 562–573 URL: https://doi.org/10.15159/AR.21.090.
17. Nykolaev E.V., & Yzotov A.M. (2001). *Pshenitsa v Kryimu.* [Wheat in Crime]. Myferopol: Sonat [in Russian].

Мостіпан М.І., Умрихін Н.Л. Ефективність прикореневого підживлення посівів пшениці озимої в Північному Степу України

Головна мета досліджень полягала у визначенні ефективності проведення прикореневого підживлення посівів пшениці озимої після сої на зерно за різних строків сівби.

Сівбу пшениці озимої сорту Антонівка після сої на зерно проводили у такі строки: 15 та 25 вересня, 5, 15 та 25 жовтня. Прикореневе підживлення різновікових посівів пшениці озимої проводили наприкінці фази кущіння рослин азотними добривами у нормі N_{33}. Основні обліки та спостереження проведені за загальноприйнятими методиками.

В умовах північного Степу України найбільш висока врожайність зерна пшениці озимої після сої на зерно формується при сівбі у період з 15 вересня по 5 жовтня. У середньому за роки за роки досліджень вона становила 4,89–4,99 т/га. Більш пізня сівба викликає істотне зменшення рівня врожайності. У середньому за роки досліджень перенесення сівби з 5 на 15 жовтня зменшувало врожайність пшениці на 0,91 т/га з коливанням у різні роки від 0,21 до 1,62 т/га ($НІР_{05}$=0,06–0,12).

Прикореневе підживлення азотними добривами забезпечує істотне зростання врожайності посівів пшениці озимої незалежно від строків їх сівби та погодних умов упродовж вегетації її рослин. У середньому за роки досліджень прибавка врожаю внаслідок прикореневого підживлення становила 0,55 т/га.

Незалежно від погодних умов в умовах північного Степу України спостерігається висока ефективність азоту, використаного для прикореневого підживлення посівів пшениці озимої у ранньовесняний період. Найбільша віддача азоту спостерігається у роки із проявом дії тих чи інших несприятливих факторів і становить 20,8 кг зерна/кг азоту. У роки, коли умови навколишнього середовища є сприятливими для формування врожаю, окупність азоту зерном пшениці озимої зменшується, але залишається високою і становить 15,1 кг зерна / кг азоту, тобто зниження ефективності дії азоту у такі роки не перевищує 27,5%.

Ключові слова: врожайність, азотні добрива, строки сівби, погодні умови, окупність азоту.

Mostipan M.I., Umrykhin N.L. Efficiency of Root Fertilization of Winter Wheat Crops in Northern Steppe of Ukraine

The main objective of the study was to determine the effectiveness of root fertilization of winter wheat crops after soybeans for grain at different sowing dates.

Sowing of Antonivka winter wheat after soybeans for grain was carried out in the following terms: September 15th and 25th, October 5th, 15th and 25th. Root fertilization of winter wheat crops of different ages was carried out at the end of the tillering phase of plants with nitrogen fertilizers in the norm of N_{33}. The main records and observations were carried out according to generally accepted methods.

In the conditions of northern Steppe of Ukraine, the highest grain productivity of winter wheat after soybeans for grain is formed during sowing period from September 15th to October 5th. On the average, during the research it has made 4,89-4,99 t/hectare. Later sowing causes a significant decrease in productivity. On average, over the years of research, the transfer of sowing period from October 5th to October 15th reduced productivity of wheat by 0,91 t/ha with fluctuations in different years from 0,21 to 1,62 t/ha (HIP_{05} = 0,06-0,12).

Root fertilization with nitrogen fertilizers provides a significant increase in the productivity of winter wheat crops, regardless of the sowing period and weather conditions during the growing season of plants. On average over the years of research, the increase in productivity due to root fertilization was 0,55 t/ha.

Irrespective of weather in the conditions of northern Steppe of Ukraine, high efficiency of nitrogen used for root fertilization of winter wheat crops in the early spring period is observed. The greatest productivity of nitrogen is observed in the years with the manifestation of certain adverse factors and is 20,8 kg of grain/kg of nitrogen. In the years when environmental conditions are favorable for the formation of the crop, the productivity of nitrogen by winter wheat decreases but remains high and is 15,1 kg of grain/kg of nitrogen, that is reducing the efficiency of nitrogen in such years does not exceed 27,5%.

Key words: productivity, nitrogen fertilizers, sowing dates, weather conditions, nitrogen productivity.

УДК 633.522: 631.53.048: 631.526.3
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.13

УПРАВЛІННЯ ПРОДУКТИВНІСТЮ РОСЛИН КОНОПЛІ ВУЗЬКОРЯДНИХ ПОСІВІВ ЗА КІЛЬКІСТЮ НАСІНИН, НОРМОЮ ВИСІВУ ТА СОРТОВИМ ФАКТОРОМ

СУЧЕК В.М. – аспірант
https://orcid.org/0000-0001-6738-6284
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Постановка проблеми. У монографії «Біологія формування насіннєвої продуктивності конопель» М.Д. Мигаль зазначає, що «історично коноплярство розвивалося за пріоритетом у напрямі отримання волокна, що в усі часи користувалось і користується особливо великим попитом. Коноплі на товарне насіння не вирощували. Олію виробляли з насіння, яке залишалося після посіву. Наукова селекція на перших етапах свого розвитку також була спрямована насамперед на підвищення врожайності волокна і його якості. У результаті так сталося, що волокнистість стебла конопель досліджена значно більшою мірою, ніж насіннєва продуктивність» [1]. Автор висвітлює цілу низку наукових напрямів досліджень біологічного характеру, спрямованих на виведення нових сортів із підвищеною насіннєвою продуктивністю рослин коноплі.

Нині уже створено низку сортів однодомних конопель, які витіснили дводомні, цим забезпечили можливість збирання урожаю механізовано, як на волокно, так і на насіння. Відповідно, сьогодні актуальними є питання технологічного характеру, куди входить оцінка окремих факторів та підбір кращих біологічних чинників, тобто сортів на результативну ознаку насіннєву продуктивність рослин коноплі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сфера використання конопель постійно розширюється, відповідно розширюється територіально і зона вирощування цієї культури. Важливою стає доцільність сьогодні використання конопель не тільки на волокно, але і на насіння. Розпочинаючи з 70-х років минулого століття багатьох привабило насіння, як об'єкт досліджень і як продукт споживання. Останнім часом продукція з насіння конопель все більше знаходить широке споживання та застосування [2, 3, 4, 5]. У Канаді коноплі культивують як зернову олійну культуру. Стебла при цьому є побічною продукцією. Проте сьогодні недостатньо досліджень технологічного характеру щодо управління продуктивністю коноплі за кількістю насінин на рослині. Відомо, що у багатьох сільськогосподарських культур озерненість рослин залежить від двох факторів в одних і тих же умовах, а саме від генотипу, тобто сорту, та від впливу технологічного фактору. В авторитетних публікаціях зазначають, що в межах збільшення норми висіву насіння конопель забезпечує зростання урожайності соломи і зменшення насіннєвої продуктивності, а зниження норми висіву насіння, навпаки, – зростання урожайності насіння і зменшення урожаю волокнистої продукції [2].

У публікаціях трапляються дані про сівбу конопель із нормою висіву 0,9–2,4 млн схожих насінин на гектар звичайним рядковим способом, де за даними 1981–1984 рр. краща урожайність насіння була при нормі висіву 2,4 млн шт./га рядковим способом [2]. Г.І. Сенченко зазначає, що в минулому столітті незалежно від кількості внесених добрив коноплі висівали з нормою 6–6,5 млн схожих насінин на 1 га [6]. У публікаціях знаходимо, що недоцільно дотримуватись високої норми висіву насіння тоді, коли необхідно отримати урожай насіння та належну його якість. Далі рекомендовано сіяти широкорядно з нормою висіву насіння 1,2 млн шт./га або вузькорядним способом з нормою 2,4 млн шт./га схожих насінин.

Проте у зв'язку з новими досягненнями в селекції однодомних сортів коноплі на основі багаторічних досліджень для одержання насіннєвої продукції залежно від попередника, родючості ґрунту, дози внесення добрив підхід до застосування норми висіву насіння має бути диференційований [2]. Важливо також звернути увагу на те, що сорти конопель сьогодні, які створені в Україні, різняться за напрямом використання. Вони поділяються на лубоволокнисті, двобічного використання та насіннєві. ВМ. Кабанець у своїй дисертаційній роботі звертає увагу на те, що норма висіву насіння конопель залежить від норми внесених добрив [2]. Відомі в літературних джерелах цитати про те, що норма висіву насіння раз і назавжди не має бути встановлена і рекомендована [7].

Мета досліджень – встановити залежність насіннєвої продуктивності рослин конопель посівних від сорту та диференційованих норм висіву насіння.

Матеріал та методика досліджень. Дослідження виконані впродовж 2018–2020 рр. в Закладі вищої освіти «Подільський державний університет» в умовах Західного Лісостепу України.

У проведенні польових досліджень задіяні сорти коноплі посівної Інституту луб'яних культур Національної академії аграрних наук України: ЮСО–31, Гляна та Глесія.

Дослід організований за умови ширини міжрядь 15 см та варіантів норм висіву насіння – 1,2; 1,8; 2,4; 3,0; 3,6 млн шт./га. Тип ґрунту дослідних ділянок – чорнозем опідзолений на лесовидному суглинку.

Розміщення ділянок коноплі посівної – систематизоване ярусне. Кількість повторень – чотириразова. Загальна площа ділянки – 60 м^2, облікової – 50 м^2. Вибірка для біометричного аналізу шляхом підрахунку за параметрами кількості насінин на рослині становила 30 шт. рендомізовано відібраних. Для встановлення достовірності різниць застосовано порівняльно-статистичний аналіз на основі критерію Стьюдента за рівня надійної імовірності $P_{0,95}$ та $P_{0,99}$ [8].

Результати досліджень. Дослідження процесів формування урожаю актуальне для кожної сільськогосподарської культури, оскільки це дає можливість встановити ступінь залежності компонентів урожайності від факторів впливу. Зокрема, як технологічних і біологічних, так і факторів вегетації. Сучасний розвиток світових агротехнологій передбачає створення оптимальних умов формування агрофітоценозу задля забезпечення реалізації біологічного потенціалу рослин. Біологічний потенціал як норма закономірності залежить від реалізації продуктивності рослин за двома складовими частинами: кількість зерен на рослині та маса зернівки. Інтегральний показник цих складових частин забезпечує параметр, а саме продуктивність однієї рослини. Відомо, що за сучасних рівнів урожайності зернових культур норми висіву насіння мають вагоме значення за впливом на параметр кількість зерен колоса, рослини [9]. Досить значна увага в наукових дослідженнях приділяється залежності реалізації цих складових елементів продуктивності та урожайності як показникам біологічного фактору. Виведення нових сортів знову і знову ставить завдання пошуку забезпечення умов технологічних щодо оптимізації у забезпеченні реалізації їх біологічного потенціалу [10, 11]. Щодо культури коноплі ці питання також залишаються актуальними.

Отримані нами результати досліджень доводять, що важливим фактором впливу на формування продуктивності рослин коноплі за кількістю насінин є умови агрофітоценозу, які створюються нормами висіву насіння за ширини міжряддя 15 см, і значна роль належить сорту, або сортовому генотипу.

Аналіз даних 2018 р. представлений такими результатами: по сорту ЮСО-31 встановлена закономірність зниження продуктивності рослин за показником кількості насінин на рослину при збільшенні норми висіву насіння. Зокрема, при нормі висіву 1,2 млн шт./га озерненість рослин коноплі становила 56,5±1,32, при нормі висіву 1,8 млн шт./га – 43,7±1,59. При збільшенні норми до 2,4 млн шт./га кількість насінин на рослині була ще меншою – 34,8±1,53. Збільшення норми висіву до 3,0 млн шт./га спричиняло подальше зменшення кількості насінин на одній рослині, відповідний показник становив 28,5±1,20, і при збільшенні норми до 3,6 млн шт./га продуктивність рослини за кількістю насінин зменшилася ще на 3,2 шт., за наслідком чого показник становив 25,3±1,05. За порівняння даних першої та другої норми висіву різниця 12,8 шт. істотна, критерій $t_ф$–6,2 > $t_{0,01}$–2,68. При порівнянні даних другої та третьої норми висіву насіння різниця становить 8,9 при $t_ф$–4,0 > $t_{0,01}$–2,68. Це свідчить, що за норми висіву насіння 2,4 млн шт./га кількість насінин на рослині зменшилася істотно до 34,8 шт. При нормі висіву 3,0 млн шт./га кількість насінин стала ще меншою, тобто продуктивність рослини знизилася. Різниця 6,3 істотна за порівняння до попередньої норми висіву. Встановлено $t_ф$–3,2 > $t_{0,01}$–2,68. І за умови норми висіву насіння 3,6 млн шт./га продуктивність рослини коноплі стала меншою ще на 3,2 насінини, різниця істотна $t_ф$–2,1 > $t_{0,05}$–2,01 (табл. 1).

Щодо сорту Гляна за першої норми висіву насіння 1,2 млн шт./га встановлено найбільше значення показника 83,8 шт. насінин на рослину. Збільшення норми висіву насіння до 1,8 млн шт./га також спричинило до зменшення показника – 61,0 шт. насінин на рослину. Різниця 22,8 істотна на рівні значущості похибки 1%, тобто $t_ф$–10,2 > $t_{0,01}$–2,68. За наступної норми висіву 2,4 млн шт./га показник продуктивності рослини становив 47,5 шт. нас. на рослину. Це менше порівняно до попередньої норми висіву на 13,5 шт., що відповідно істотно, $t_ф$–7,2 > $t_{0,01}$–2,68. Збільшення норми висіву насіння до 3,0 млн шт./га спричиняло подальше зниження цього показника, де він становив 38,6 шт., різниця – 8,9 шт. при $t_ф$–5,1 > $t_{0,01}$–2,68. За норми висіву насіння 3,6 млн шт./га продуктивність рослин за кількістю насінин на рослині становила 32,8 шт., що менше за дані норми висіву 3,0 млн шт./га на 5,8 шт., різниця істотна $t_ф$–3,8 > $t_{0,01}$–2,68.

По сорту Глесія закономірність аналогічна. За норми висіву насіння 1,2 млн шт./га показник був на рівні 89,4 шт. на рослину. При збільшенні норми висіву насіння до 1,8 млн шт./га продуктивність за цим показником істотно зменшилась у рослин на 24,5 шт., де, $t_ф$–11,7 > $t_{0,01}$–2,68. Збільшення норми висіву насіння до 2,4 млн шт./га спричиняло подальше зменшення кількості насінин на 13,3 шт. при значеннях параметра останнього 51,6±1,19. Різниця істотна $t_ф$–7,4 > $t_{0,01}$–2,68. За умови сівби нормою висіву насіння 3,0 млн шт./га параметр продуктивності становив 42,4 шт. насінин на рослину. Різниця 9,2 істотна при $t_ф$–5,1 > $t_{0,01}$–2,68. І за найбільшої норми висіву насіння 3,6 млн шт./га кількість насінин на рослині була найменшою 37,0 шт. Різниця становить 5,4 шт. при встановленому $t_ф$–3,1 > $t_{0,01}$–2,68.

Далі висвітлюємо аналіз даних у порівнянні продуктивності сортів. У 2018 р. при нормі висіву 1,2 млн шт./га кількість насінин на рослину у сорту Гляна становила

Таблиця 1

Залежність кількості насінин 1 рослини конопель посівних від впливу норм висіву насіння та сорту за ширини міжрядь 15 см, шт., 2018 р.

Норми висіву насіння,млн шт./га, фактор А	Сорти, фактор В			Середнє по фактору А
	ЮСО-31	Гляна	Глесія	
1,2	56,5 ± 1,32	83,8 ± 1,80	89,4 ± 1,59	76,6
1,8	43,7 ± 1,59	61,0 ± 1,32	64,9 ± 1,36	56,5
2,4	34,8 ± 1,53	47,5 ± 1,32	51,6 ± 1,19	44,6
3,0	28,5 ± 1,20	38,6 ± 1,13	42,4 ± 1,34	36,5
3,6	25,3 ± 0,95	32,8 ± 1,05	37,0 ± 1,11	31,7
Середнє по фактору В	37,8	52,7	57,1	49,2

83,8±1,80 шт., у сорту ЮСО-31 цей показник був меншим – 56,5±1,32 шт. Різниця 27,3 істотна, $t_ф$–12,2 > $t_{0,01}$–2,68. При нормі висіву насіння 1,8 млн шт./га між даними цих сортів різниця була 17,3 насінини при встановленому $t_ф$–8,4 > $t_{0,01}$–2,68, далі за норми висіву насіння 2,4 млн шт./га розходження даних було в межах 12,7 шт. насінин, що також істотно $t_ф$–6,3 > $t_{0,01}$–2,68. За умови норм висіву насіння 3,0 млн шт./га різниця даних кількості насінин на рослині відносно цих сортів у порівнянні становила 10,1 шт. при встановленому $t_ф$–6,1 > $t_{0,01}$–2,68. І за порівняння даних показників при нормі висіву насіння 3,6 млн шт./га показник у сорту Гляна становив 32,8±1,05 шт., у сорту ЮСО-31 – 25,3±0,95. Різниця також істотна на рівні значущості похибки 1%, $t_ф$–5,3 > $t_{0,01}$–2,68. Отже, за всіх варіантів порівнянь значення кількості насінин однієї рослини за даними 2018 р. завжди були більшими у сорту Гляна.

Аналіз даних у порівнянні сортів Гляна та Глесія, де показники кількості насінин на 1 рослині відповідно становлять при нормі висіву насіння 1,2 млн шт./га, – 83,8±1,8 та 89,4±1,59. Різниця 5,6, де $t_ф$–2,3 > $t_{0,05}$–2,01. За аналогічного порівняння даних норми висіву насіння 1,8 млн шт./га показники сортів Гляна та Глесія 61,0±1,32 та 64,9±1,36, різниця 3,9 істотна на рівні значущості похибки 5%, де $t_ф$–2,1 > $t_{0,05}$–2,01. За умови норми висіву насіння 2,4 млн шт./га різниця даних сортів 47,5±1,32 та 51,6±1,19 становить 4,1 що істотно на рівні значущості похибки 5%, $t_ф$–2,3 > $t_{0,05}$–2,01. За умови норми висіву насіння 3,0 млн шт./га різниця між даними 38,6±1,13 та 42,4±1,34 – 3,8 шт. насінин істотна $t_ф$–2,2 > $t_{0,05}$–2,01. І за порівняння даних 32,8±1,05 та 37,0±1,11 сортів Гляна та Глесія при висіві насіння 3,6 млн шт./га різниця становить 4,2 при встановленому $t_ф$–2,8 > $t_{0,01}$–2,68.

Отже, порівняння даних кількості насінин на рослині сортів коноплі за всіх норм висіву насіння показує, що у 2018 р. найвищі показники були у сорту Глесія, дещо істотно менші за значення у сорту Гляна і найменші показники за всіх норм висіву насіння були встановлені для сорту ЮСО-31.

У 2019 р. за впливом норм висіву насіння щодо сорту коноплі ЮСО-31 при нормі висіву насіння 1,2 млн шт./га показник кількості зерен на рослині становив 54,5±1,10 шт. При збільшенні норми висіву насіння до 1,8 млн шт./га значення цього показника становило 44,6 ± 1,11 шт. Різниця істотна 9,9 шт. при встановленому $t_ф$ –6,3 > $t_{0,01}$–2,68. Збільшення норми висіву насіння до 2,4 млн шт./га забезпечило меншу кількість насіння на рослині, відповідно показник становив 35,3±1,26 шт. Різниця щодо попереднього варіанта норми висіву насіння істотна 9,3 при $t_ф$–5,5 > $t_{0,01}$–2,68. Збільшення норми висіву насіння до 3,0 млн шт./га спричиняло до подальшого зменшення цього показника порівняно до попереднього варіанта на 6,2 при встановленому $t_ф$–3,4 > $t_{0,01}$–2,68, відповідно різниця істотна. І за норми висіву насіння 3,6 млн шт./га. кількість насінин на одній рослині була найменшою – 24,8 шт. Порівняно до попередньої норми висіву менше на 4,3 насінини. Встановлена істотна різниця при значущості похибки 5%, $t_ф$–2,6 > $t_{0,5}$–2,01(табл. 2).

У 2019 р. аналіз даних сорту Гляна показав, що за норми висіву 1,2 млн шт./га показник становив 79,0±1,73 а при нормі висіву насіння 1,8 млн шт./га вже лише 56,0±1,06, що на 23 насінини менше, де $t_ф$–11,3 > $t_{0,01}$–2,68. Збільшення норми висіву насіння до 2,4 млн шт./га забезпечило зменшення показника до 44,5±1,23 шт. насінин на рослину. Різниця до даних попередньої норми висіву, істотна і становила 11,5 шт., де критерій Стьюдента на рівні $t_ф$–7,1 > $t_{0,01}$–2,68. Наступна норма висіву 3,0 млн шт./га виділяється значенням 36,8±0,94, що менше від даних попередньої норми висіву насіння на 7,7 шт. Різниця істотна, $t_ф$–5,0 > $t_{0,01}$–2,68. При збільшенні норми висіву насіння до 3,6 млн шт./га показник був найменшим – 32,2±1,09, де менший показник до даних попередньої норми висіву насіння на 4,6 шт. Істотність різниці доведена, $t_ф$–3,2 > $t_{0,01}$–2,68.

Аналіз даних отриманих в результаті досліджень по сорту Глесія свідчить, що у 2019 р. за норми висіву насіння 1,2 млн шт./га кількість насінин на рослині становила 83,9 шт. За норми висіву 1,8 млн шт./га їх кількість зменшилась до 60,3 шт. Різниця 23,6 шт. при встановленому $t_ф$–11,5 > $t_{0,01}$–2,68. Збільшення норми висіву насіння до 2,4 млн шт./га спричиняло зменшення кількості насінин на рослині до 48,5 шт. Відповідно до попередньої норми висіву різниця була істотна і становила 11,8, де $t_ф$–5,6 > $t_{0,01}$–2,68. Збільшення норми висіву насіння до 3,0 млн шт./га також призводило до подальшого зменшення продуктивності рослин коноплі за кількістю насінин, у результаті чого показник становив 39,8 шт. Зменшення даних становило 8,7 шт. при критерії $t_ф$–5,4 > $t_{0,01}$–2,68. І за норми висіву 3,6 млн шт./га середньо статистичний показник становив 33,0 шт. При порівнянні до попередньої норми висіву різниця стано-

Таблиця 2

Залежність кількості насінин 1 рослини конопель посівних від впливу норм висіву насіння та сорту за ширини міжрядь 15 см, шт., 2019 р.

Норми висіву насіння,млн шт./га, фактор А	Сорти, фактор В			Середнє по фактору А
	ЮСО-31	Гляна	Глесія	
1,2	54,5 ± 1,10	79,0 ± 1,73	83,9 ± 1,32	72,5
1,8	44,6 ± 1,11	56,0 ± 1,06	60,3 ± 1,58	53,6
2,4	35,3 ± 1,26	44,5 ± 1,23	48,5 ± 1,37	42,8
3,0	29,1 ± 1,31	36,8 ± 0,94	39,8 ± 0,83	35,2
3,6	24,8 ± 1,06	32,2 ± 1,09	33,0 ± 1,98	30,0
Середнє по фактору В	37,7	49,7	53,1	46,8

вить 6,8 при $t_ф$–3,2 > $t_{0,01}$–2,68. Відповідно, кожна норма висіву насіння за її збільшення спричиняла зменшення кількості насінин на рослині коноплі посівної.

Щодо порівняння різниць за результатами досліджень 2019 р. між даними сортів ЮСО-31 – Гляна доведено, що за умови норми висіву насіння 1,2 млн шт./га показники відповідно до сортів становлять 54,5±1,10 та 79,0±1,73. Різниця 24,5 була істотна на рівні значущості похибки 1%, $t_ф$–12,0 > $t_{0,01}$–2,68. Порівняння даних за норми висіву насіння 1,8 млн шт./га 44,6±1,11 та 56,0± 1,06 забезпечує істотну різницю 11,4 при встановленому $t_ф$–7,4 > $t_{0,01}$–2,68. Наступне порівняння даних отриманих за норми висіву насіння 2,4 млн шт./га 35,3±1,26 та 44,5±1,23 різниця даних становить 9,2, що істотно на рівні значущості похибки 1%, $t_ф$–5,2 > $t_{0,01}$–2,68. За умови норми висіву насіння 3,0 млн шт./га при порівнянні даних сорту ЮСО-31 – 29,1±1,31 та сорту Гляна – 36,8±0,94, різниця була істотна 7,7 на рівні 1% похибки, $t_ф$–4,8 > $t_{0,01}$–2,68. І при порівнянні даних за умови варіанта норми висіву насіння 3,6 млн шт./га відповідно до сортів отримані дані 24,8±1,06 та 32,2±1,09, різниця становить 7,4 при статистичних розрахунках $t_ф$–4,9 > $t_{0,01}$–2,68.

При статистичному порівнянні даних сортів Гляна та Глесія за норми висіву насіння 1,2 млн шт./га 79,0±1,73 та 83,0±1,32, різниця становить 4,9, що істотно на рівні значущості похибки 5%, $t_ф$–2,3 > $t_{0,05}$–2,01. За умови норми висіву насіння 1,8 млн шт./га показники були дещо меншими 56,0±1,06 та 60,3±1,58, але значення більшим було у сорту Глесія. Різниця 4,3 істотна, $t_ф$–2,3 > $t_{0,05}$–2,01. При порівнянні даних 44,5±1,23 та 48,5±1,37 за умови норми висіву насіння 2,4 млн шт./га різниця 4,0 доведена статистично на рівні похибки 5%, $t_ф$–2,2 > $t_{0,05}$–2,01. На варіанті порівняння за норми висіву насіння 3,0 млн шт./га показники становлять 36,8±0,94 та 39,8±0,83, різниця 3,0 істотна $t_ф$–2,4 > $t_{0,05}$–2,01. І за норми висіву насіння 3,6 млн шт./га показники сортів становили 32,2±1,09 та 33,0±1,98 різниця даних не істотна, що становить виняток із встановленої закономірності.

Отже, встановлена закономірність, за якою найбільша кількість насіння на рослині коноплі була у рослин сорту Глесія, поступається йому сорт Гляна, а сорту Гляна сорт ЮСО-31. Виняток був при порівнянні за норми висіву насіння 3,6 млн шт./га між даними сортів коноплі Гляна та Глесія, де не встановлено статистичної різниці щодо кількості насінин на рослині.

У 2020 р. по сорту ЮСО-31 різниця між даними норм висіву 1,2 млн шт./га – 54,8±1,45 шт. насінин на рослину та 1,8 млн шт./га – 44,7±1,42 шт. становить 10,1. Розходження істотне, $t_ф$–5,0 > $t_{0,01}$–2,68. Порівняння даних норми висіву 1,8 млн шт./га та норми висіву насіння 2,4 млн шт./га показує різницю 8,2 шт. при встановленому $t_ф$–4,5 > $t_{0,01}$–2,68. Збільшення норми висіву насіння до 3,0 млн шт./га забезпечило показник кількості насінин на рослину 30,8 шт. Різниця до даних попередньої норми висіву істотна на рівні похибки 1,0% і становить 5,7, де $t_ф$–3,5 > $t_{0,01}$–2,68. Збільшення норми висіву до 3,6 млн шт./га спричинило подальше зменшення показника до 27,4 шт., що менше від даних попередньої норми висіву на 3,4 шт. В результаті статистичного розрахунку різниця істотна на 5,0% рівні значущості похибки – $t_ф$– 2,3 > $t_{0,05}$–2,01 (табл. 3).

Аналіз даних по сорту Гляна показує, що при порівнянні показників норм висіву 1,2 млн шт./га та 1,8 млн шт./га встановлена різниця даних 21,5, $t_ф$–10,5 > $t_{0,01}$–2,68, що свідчить про істотність. При наступному порівнянні параметрів показників норм висіву насіння 1,8 та 2,4 млн шт./га різниця була істотна і становила 13,7, $t_ф$–6,7 > $t_{0,01}$–2,68. Порівняння даних норм висіву насіння 2,4 та 3,0 млн шт./га забезпечило різницю 6,8 шт., що істотно на рівні значущості похибки 1,0%, $t_ф$–3,8 > $t_{0,01}$–2,68. При висіві насіння 3,6 млн шт./га показник кількості насінин на рослину був меншим на 5,1 порівняно даних норм висіву насіння 3,0 млн шт./га. Різниця встановлена істотна, $t_ф$–2,6 > $t_{0,05}$–2,01.

Для сорту Глесія закономірність така, яка показана по сорту Гляна. За порівняння даних норм висіву 1,2 та 1,8 млн шт./га різниця становила 22,2 шт. Відповідно кількість насінин на одну рослину зменшилась за більшої із цих норм висіву. Істотність встановлена, $t_ф$–11,3 > $t_{0,01}$–2,68. За наступного порівняння даних норм висіву насіння 1,8 та 2,4 млн шт./га різниця становить 14,0 шт., де $t_ф$–8,5 > $t_{0,01}$–2,68. Збільшення норм висіву насіння до 3,0 млн шт./га забезпечило зменшення кількості насінин на рослині до 44,7 шт., що менше порівняно до даних норм висіву 2,4 млн шт./га на 6,9 шт. насінин. Різниця істотна $t_ф$–4,6 > $t_{0,01}$–2,68. За найбільшої норми висіву 3,6 млн шт./га показник становив 40,3 шт. насінин, що відповідно менше за показник норми 3,0 млн шт./га. на 4,4 шт. насінин. Різниця істотна $t_ф$–2,8 > $t_{0,01}$–2,68.

Аналіз даних кількості насінин на рослині коноплі залежно сорту за 2020 р. показує, що при нормі висіву насіння 1,2 млн шт./га показники сортів ЮСО-31та Гляна становили 54,8±1,45 та 83,1±1,49. Різниця між даними становить 28,3 шт., що свідчить про значні розходження,

Таблиця 3

Залежність кількості насінин 1 рослини конопель посівних від впливу норм висіву насіння та сорту за ширини міжрядь 15 см, шт., 2020 р.

Норми висіву насіння,млн шт./га, фактор А	Сорти, фактор В			Середнє по фактору А
	ЮСО-31	Гляна	Глесія	
1,2	54,8 ± 1,45	83,1 ± 1,49	87,8 ± 1,45	75,2
1,8	44,7 ± 1,42	61,6 ± 1,41	65,6 ± 1,32	57,3
2,4	36,5 ± 1,17	47,9 ± 1,48	51,6 ± 1,00	45,3
3,0	30,8 ± 1,13	41,1 ± 1,00	44,7 ± 1,13	38,9
3,6	27,4 ± 1,00	36,0 ± 1,66	40,3 ± 1,13	34,6
Середнє по фактору В	38,8	53,9	58,0	50,3

Таблиця 4

Залежність продуктивності коноплі за кількістю насінин на 1 рослині від впливу норм висіву насіння та сортового фактора за ширини міжрядь 15 см, шт. (середнє за 2018–2020 рр.)

Норми висіву насіння,млн шт./га, фактор А	Сорти, фактор В			Середнє по фактору А
	ЮСО-31	Гляна	Глесія	
1,2	55,3	82,0	87,0	74,8
1,8	44,3	59,5	63,6	55,8
2,4	35,5	46,6	50,6	44,2
3,0	29,5	38,8	42,3	36,9
3,6	25,8	33,7	36,8	32,1
Середнє по фактору В	38,1	52,1	56,1	48,8

$t_ф$–13,6 > $t_{0,01}$–2,68. При порівнянні даних за норми висіву насіння 1,8 млн шт./га 44,7±1,42 та 61,6±1,61 різниця даних була 16,9 при встановленому $t_ф$–8,4 > $t_{0,01}$–2,68. За наступного порівняння при висіві 2,4 млн шт./га різницю даних сортів коноплі забезпечували параметри 36,5±1,17 та 47,9±1,48, наразі вона становила 11,4 шт. насінин при $t_ф$–6,0 > $t_{0,01}$–2,68. За умови збільшення норми висіву насіння до 3,0 млн шт./га при показниках 30,8±1,13 та 41,1±1,0 відповідно до сортів ЮСО-31 та Гляна різниця становила 10,3 при розрахунках $t_ф$–6,8 > $t_{0,01}$–2,68. І за норми висіву насіння 3,6 млн шт./га різниця між даними сортів коноплі становила 8,6 при параметрах 27,4±1,00 та 36,0±1,66, $t_ф$–4,4 > $t_{0,01}$–2,68. Результати аналізу свідчать про кращу насіннєву продуктивність рослин коноплі сорту Гляна порівняно сорту ЮСО-31.

При порівнянні даних кількості насінин на рослині коноплі між сортами Гляна – Глесія за норми висіву насіння 1,2 млн шт./га встановлені дані відповідно до сортів 83,1±1,49 та 87,8±1,45. Різниця була 4,7 при $t_ф$–2,3 > $t_{0,05}$–2,01. За умови норми висіву насіння 1,8 млн шт./га різниця між даними сортів при отриманих результатах 61,6±1,41 та 65,6±1,32 була незначною 4,0, але істотною, $t_ф$–2,1 > $t_{0,05}$–2,01 з перевагою сорту Глесія. Порівняльний аналіз даних за норми висіву насіння 2,4 млн шт./га визначається даними 47,9±1,48 та 51,6±1,00, де встановлена різниця 3,7 при критерії Стьюдента $t_ф$–2,1 > $t_{0,05}$–2,01. Аналіз даних норми 3,0 млн шт./га характеризується різницею 3,6 при отриманих показниках 41,1±1,00 та 44,7±1,13 відповідно сортів Гляна та Глесія, де встановлено $t_ф$–2,4 > $t_{0,05}$–2,01. І за норми висіву насіння 3,6 млн шт./га різниця кількості насінин на рослині коноплі між сортами Гляна та Глесія була також істотна на користь більшого значення сорту Глесія. Встановлені показники 36,0±1,66 та 40,3±1,13 за різниці 4,3 при $t_ф$–2,1 > $t_{0,05}$–2,01.

Результати досліджень у середньому за період 2018–2020 років узагальнюють закономірність, при якій рослини коноплі за ширини міжрядь 15 см при збільшенні норм висіву насіння в межах варіантів 1,2; 1,8; 2,4; 3,0; 3,6 млн шт./га у сортів ЮСО-31, Гляна, та Глесія зменшують продуктивність за показником кількості насінин на одній рослині. Це стверджує ефективність в управлінні цим технологічним фактором параметрами індивідуальної продуктивності рослин коноплі (табл. 4).

Висновки. В середньому по досліду для фактора А відповідно до зазначених норм висіву насіння 1,2; 1,8; 2,4; 3,0 та 3,6 млн шт./га встановлені показники 74,8; 55,8; 44,2; 36,9; 32,1 шт. насінин на 1 рослину.

Найбільшу кількість насіння на 1 рослині при ширині міжрядь 15 см за всіх норм висіву насіння 1,2 млн шт./га; 1,8; 2,4; 3,0 та 3,6 млн шт./га забезпечував сорт коноплі Глесія, другий за продуктивністю сорт Гляна, і найменшу продуктивність забезпечив сорт коноплі ЮСО-31.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Мигаль М.Д. Біологія формування насіннєвої продуктивності конопель: монографія. Суми: видавничий будинок «Еллада», 2015. 233 с.
2. Вировець В.Г., Баранник В.Г., Гілязетдінов Р.Н. та ін. Коноплі: монографія; за ред. М.Д. Мигаля, В.М. Кабанця. Суми: видавничий будинок «Еллада», 2011. 384 с.
3. Farinon B., Molinari R., Costantini L., Merendino N. The seed of industrial hemp *(Cannabis sativa L.)*: Nutritional Quality and Potential Functionality for Human Health and Nutrition. *Nutrients.* 2020. 12. P. 1935. DOI: https://doi.org/10.3390/nu12071935.
4. Karus M.; Vogt D. European hemp industry: Cultivation, processing and product lines. *Euphytica.* 2004. 140. P. 7–12. DOI: https://doi.org/10.1007/s10681-004-4810-7.
5. Vera C.L.; Hanks A. Hemp Production in Western Canada. *J. Ind. Hemp.* 2004. 9. P. 79–86. DOI: https://doi.org/10.1300/J237v09n02_08.
6. Сенченко Г.И., Вировец В.Г., Горшкова Л.М. и др. Создание новых высокопродуктивных сортов однодомной конопли. *Биологические особенности, технология возделывания и первичная обработка конопли.* Глухов, 1982. Вып. 43. С. 3–12.
7. Лихочвор В.В., Проць Р.Р., Долєжал Я. Ячмінь. Львів: НВФ Українські технології, 2003. 88 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Гораш О.С., Климишена Р.І. Ячмінь: управління пивоварною якістю: монографія. Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня Рута», 2020. 260 с.
10. Мигаль М.Д., Конопля К.В., Рухленко В.М. Підвищення насіннєвої продуктивності конопель. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН».* К., 2009. Вип. 3. С. 132–143.
11. Голобородько П.А., Коротя К.Я., Ситник В.П. та ін. Технологія вирощування конопель. *Конопля.* Суми: ВБ «Еллада», 2011. С. 172–215.

REFERENCES:

1. Migal M.D. (2015) Biolohiia formuvannia nasinnievoi produktyvnosti konopel: monohrafiia. [Biology of hemp productivity formation: monograph]. Sumy: vydavnychyi budynok «Ellada», 233. [in Ukrainian]
2. Vyrovets V.G., Barannyk V.G., Giliazetdinov R.N. etc. (2011) Konopli: monohrafiia; za red. M.D. Mygal, V.M. Kabanets. [Hemp: monograph; for ed. M.D. Mygal, V.M. Kabanets]. Sumy: vydavnychyi budynok «Ellada», 384. [in Ukrainian]
3. Farinon B., Molinari R., Costantini L., Merendino N. (2020) The seed of industrial hemp *(Cannabis sativa L.)*: Nutritional Quality and Potential Functionality for Human Health and Nutrition. *Nutrients*, 12, 1935. DOI: https://doi.org/10.3390/nu12071935.
4. Karus M.; Vogt D. (2004) European hemp industry: Cultivation, processing and product lines. *Euphytica*, 140, 7–12. DOI: https://doi.org/10.1007/s10681-004-4810-7.
5. Vera C.L.; Hanks A. (2004) Hemp Production in Western Canada. *J. Ind. Hemp*, 9, 79–86. DOI: https://doi.org/10.1300/J237v09n02_08.
6. Senchenko G.I., Virovets V.G., Gorshkova L.M. and others. (1982) Sozdanie novyh vysokoproduktivnyh sortov odnodomnoj konopli. [Creation of new highly productive varieties of monoecious hemp]. *Biologicheskie osobennosti, tehnologija vozdelyvanija i pervichnaja obrabotka konopli – Biological features, cultivation technology and primary processing of hemp,* Gluhov, 43, 3–12. [in Ukrainian]
7. Likhochvor V.V., Prots R.R., Dolezhal Ya. (2003) Yachmin. [Barley]. Lviv: NVF Ukrainski tekhnolohii, 88. [in Ukrainian]
8. Dospehov B.A. (1985) Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]. Moskva: Agropromizdat, 351. [in Russian]
9. Gorash, O.S., Klymyshena, R.I. (2020). Yachmin: upravlinnia pyvovarnoiu yakistiu: Monohrafiia. [Barley: brewing of quality management: Monograph]. Kamianets-Podilskyi: TOV «Drukarnia Ruta», 260. [in Ukrainian]
10. Migal M.D., Konoplia K.V., Rukhlenko V.M. (2009) Pidvyshchennia nasinnievoi produktyvnosti konopel. [Increasing the seed productivity of hemp]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN» – Collection of scientific works of ESC «Institute of Agriculture UAAS»*, 3, 132–143. [in Ukrainian]
11. Goloborodko P.A., Korotia K.Ya., Sytnyk V.P. etc. (2011) Tekhnolohiia vyroshchuvannia konopel. [Hemp growing technology]. *Konoplia – Hemp.* Sumy: VB «Ellada», 172–215. [in Ukrainian]

Сучек В.М. Управління продуктивністю рослин коноплі вузькорядних посівів за кількістю насінин нормою висіву та сортовим фактором

Мета досліджень – встановити залежність насіннєвої продуктивності рослин конопель посівних від сорту та диференційованих норм висіву насіння.

Для узагальнення результатів дослідження та наукового обґрунтування мети застосовували такі **методи**: загальнонаукові (для визначення напряму дослідження, планування і закладки досліду); спеціальні (лабораторний – для визначення біометричних показників); математично-статистичний (для обробки експериментальних даних).

Результати. Встановлено, що при збільшенні норми висіву до 1,8 млн шт./га порівняно норми 1,2 млн шт./га продуктивність рослин за кількістю насіння зменшилася на 25,4%, за норми висіву насіння 2,4 млн шт./га порівняно норми 1,8 млн шт./га – на 20,8%, за норми висіву насіння 3,0 млн шт./га порівняно до попередньої норми 2,4 млн шт./га – на 16,5% і за норми висіву насіння 3,6 млн шт./га менше насіння на одній рослині було порівняно норми 3,0 млн шт./га – на 13,0%. Також встановлено, що в роки досліджень за всіх норм висіву насіння сорти коноплі істотно відрізнялися між собою за продуктивністю, щодо кількості насінин на одній рослині. У середньому по фактору В за три роки досліджень продуктивність сортів коноплі посівної за параметрами кількості насінин на 1 рослині становила для сортів: ЮСО-31 – 38 шт., Гляна – 52 шт. і Глесія – 56 шт. Це також стверджує про результативність на рівні структури ДНК, як біологічного фактора до якого відносяться сучасні сорти коноплі посівної в управлінні насіннєвою продуктивністю рослин.

Висновки. У середньому по досліду для фактору А відповідно до зазначених норм висіву насіння 1,2; 1,8; 2,4; 3,0 та 3,6 млн шт./га встановлені показники 74,8; 55,8; 44,2; 36,9; 32,1 шт. насінин на 1 рослину. Найбільшу кількість насіння на 1 рослині при ширині міжрядь 15 см за всіх норм висіву насіння 1,2 млн шт./га; 1,8; 2,4; 3,0 та 3,6 млн шт./га забезпечував сорт коноплі Глесія, другий за продуктивністю **–** сорт Гляна, і найменшу продуктивність забезпечив сорт коноплі ЮСО-31.

Ключові слова: конопля посівна, кількість насінин, норма висіву, сорт, ширина міжрядь, управління продуктивністю.

Suchek V.M. Management of hemp plant productivity of narrow-row crops by number of seeds, seeding rate and varietal factor

The purpose of research is to establish the dependence of seed productivity of hemp plants on variety and differentiated seeding rates.

The following **methods** were used to generalize the results of research and scientific substantiation of the purpose: general scientific (to determine the direction of research, planning and bookmarking the experiment); special (laboratory – to determine biometric indicators); mathematical and statistical (for processing experimental data).

Results. It is established that at increase of seeding rate to 1.8 million pieces / hectare in comparison with rate of 1.2 million pieces / hectare productivity of plants on quantity of seeds decreased by 25.4%, for seeding rates of seeds of 2.4 million pieces / ha compared to the rate of 1.8 million pieces / ha – by 20.8%, at the seeding rate of 3.0 million pieces / ha compared to the previous rate of 2.4 million pieces / ha – by 16.5% and at seeding rates of 3.6 million pieces / ha less seeds per plant was compared to the rate of 3.0 million pieces / ha – by 13.0%. It was also found that hemp varieties differed significantly in productivity in the years of research at all seeding rates, in terms of the number of seeds per plant. On the average for factor B in for three years of researches productivity of hemp varieties by parameters of seeds quantity per 1 plant was for varieties: YUSO-31 – 38 pieces, Gliana – 52 pieces and Glesiia – 56 pcs. This also confirms the effectiveness at the level of DNA structure, as a biological factor which includes modern varieties of hemp in the management of seed productivity of plants.

Conclusions. The average experiment for factor A in accordance with the specified seeding rates of 1.2; 1.8; 2.4; 3.0 and 3.6 million pieces / ha, the indicators are 74.8; 55.8; 44.2; 36.9; 32.1 pieces of seeds per 1 plant. The largest number of seeds per 1 plant with a row spacing of 15 cm for all seeding rates of 1.2 million pieces / ha; 1.8; 2.4; 3.0 and 3.6 million pieces / ha were provided by the Glesiia hemp variety, the second most productive Gliana variety, and the lowest productivity was provided by the YUSO-31 hemp variety.

Key words: hemp, number of seeds, seeding rate, variety, row spacing, productivity management.

УДК 633.88:582.929.4
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.14

АЛЕЛОПАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГІСОПУ ЛІКАРСЬКОГО (*HYSSOPUS OFFICINALIS* L.)

ТКАЧОВА Є.С. – аспірант
https://orcid.org/0000-0002-4265-2934
Миколаївський національний аграрний університет
ФЕДОРЧУК М.І. – доктор сільськогосподарських наук
https://orcid.org/0000-0001-7028-0915
Миколаївський національний аграрний університет

Вступ. Основним ресурсом для вирощування сільськогосподарських культур є природна структура – ґрунт. Тому головною проблемою земельних ресурсів України та світу є деградація ґрунтів, що призводить до їх окислення та засолення, прискорення ерозійних процесів, зменшення кількості гумусу та корисних мікроорганізмів, забруднення радіонуклідами, пестицидами, важкими металами, втрати родючості та опустелювання. Загалом за останні 30 років спостерігається зменшення родючості ґрунтів та зниження вмісту гумусу [11, 10].

У зв'язку зі зміною клімату, що супроводжується підвищенням середньорічних температур та інтенсивними посухами, проблеми деградації ґрунтів все більше загострюються та потребують упровадження агротехнологій, що сприяють відновленню родючості ґрунтів, однією з яких є фітомеліорація.

Фітомеліорація посилює біологічну активність ґрунту, сприяє накопиченню гумусу та покращує фізичні властивості ґрунту [5].

Останнім часом все більше досліджень спрямовані на використання ефіроолійних лікарських рослин як фітомеліорантів, що синтезують специфічні вторинні метаболіти, в основному фенольної природи. Особливість лікарських рослин полягає у тому, що вони характеризуються наявністю певних специфічних груп з'єднань, які тією чи іншою мірою виділяються у навколишнє середовище і тим самим симбіотично впливають на ріст і розвиток сусідніх рослин, які знаходяться поруч в агрофітоценозах. До таких з'єднань відносяться глікозиди, алкалоїди, дубильні речовини, фенольні сполуки, флавоноїди, кумарини, сапоніни, хінони, смоли і бальзами, а також ефірні олії, що являють собою складні багатокомпонентні суміші органічних сполук, головне місце серед яких належить терпеноїдам, які потрапляють у навколишнє середовище з кореневими виділеннями, змивними водами, гутацією тощо. Ефірні олії мають високу летючість в атмосферному повітрі [2].

Встановлено, що рослини виділяють в ґрунт різодепозіти – кореневі ексудати, що складаються з розчинних з'єднань вуглецю, таких як цукри, амінокислоти, органічні кислоти тощо. У багаторічних рослин, окрім біомаси, у процесі культивування утворюється й мортмаса, яка також змінює властивості ґрунту шляхом формування специфічного мікробного співтовариства, що активізує мікробіологічні процеси ґрунту. Одночасно в ґрунті можуть накопичуватися фітопатогени та токсигенні види організмів, які будуть негативно впливати на врожайність культур, що вирощуються після попередньої [7].

У зв'язку з цим метою нашого дослідження було з'ясування впливу алелопатичної активності водних екстрактів листків, стебел та квіток гісопу і ґрунту у зоні ризосфери на ріст коренів крес-салату.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

– дослідити алелопатичну активність надземних органів рослини гісопу лікарського *(Hyssopus officinalis* L.*)* та ґрунту у зоні його ризосфери;

– порівняти алелопатичну активність отриманих водних екстрактів щодо тест-об'єкта;

– визначити алелопатичну активність водних екстрактів надземних органів рослини гісопу лікарського *(Hyssopus officinalis* L.*)* та ґрунту у зоні його ризосфери щодо тест-об'єкта.

Матеріали і методи. Дослідження у модельних експериментах проводили у 2019–2021 роках на базі лабораторій Миколаївського національного аграрного університету. Алелопатичну активність у водорозчинних виділень рослин гісопу лікарського *(Hyssopus officinalis* L.*)* визначали за методикою Гродзинського [2] за допомогою біологічних тестів. Тестовою культурою були вибрані однодобові проростки крес-салату (*Lepidium sativum* L.). Наш вибір був зумовлений тим, що крес-салат має високу схожість насіння, тому є більш чутливим до зовнішніх чинників. Для виявлення алелопатичних властивостей рослин гісопу використовували екстракти різних концентрацій з надземних органів рослини у фазі цвітіння та ґрунту, бо основним місцем проявлення алелопатичних відношень є ґрунт [1]. Проби ґрунту для проведення досліджень відбирали у зоні ризосфери рослин гісопу. Для проведення досліджень використовували водний екстракт ґрунту концентрацією 1:10, 1:50, 1:100. У досліді використовували водні екстракти з листків, стебел та квіток гісопу лікарського концентрацією 1:10, 1:50, 1:100.

Насіння крес-салату пророщувалися у чашках Петрі за температури 23 °С у кількості 100 штук на кожен варіант досліду, які проводили у 3-разовій повторності. Контрольні тест-об'єкти пророщувалися за зволоження дистильованою водою. Для визначення впливу водних екстрактів різної концентрації на тест-об'єкт вимірювали довжину коренів *Lepidium sativum* L., приріст розраховували у відсотках до контролю методами математичної статистики [8].

RI, response index, або індекс інгібування, що характеризує вектор та відносну величину впливу алелопатичних речовин на швидкість росту проростків крес-салату, визначали за Віл'ямсоном таким чином:

– якщо В > К, то RI = 1 – (К/В);

– якщо В < К, то RI = (В/К) – 1.

При цьому В – морфометричний показник зародка в досліді, К – морфометричний показник зародка в контролі.

Стимулювальний ефект відбувається за значення RI > 0, гальмувальний ефект відбувається за значення RI < 0 [12].

Результати та обговорення. У межах фітогенного поля навкруги кожної рослини утворюється алелопатична сфера, пов'язана з накопиченням фізіологічно активних речовин (колінів), які виділяють рослини в навколишнє середовище. Ці речовини можуть бути, як прямими метаболітами рослини, так й її вторинними метаболітами, які вона виробляє у процесі свого росту та розвитку, а також під впливом умов навколишнього середовища. Дослідами підтверджено, що між рослинами існує алелопатичний вплив [13].

Завданням нашого досліду було визначення активності колінів в алелопатичній сфері гісопу лікарського, що дає можливість зробити висновки про цю рослину як попередника.

Отримані результати свідчать, що алелопатичний вплив гісопу лікарського на проростання насіння крес-салату змінюється залежно від віку рослини. Виявлено як стимулювальну дію водних розчинів гісопу на схожість насіння тест-об'єкта, так і гальмувальну дію на проростання насіння крес-салату (рис. 1).

Протягом 2019–2021 років спостерігалося накопичення колінів у ризосфері гісопу лікарського, які мають як стимулюючий, так і інгібуючий ефект на проростання насіння крес-салату (табл. 1).

За даними таблиці 1 видно, що у 2019 році алелопатична активність ґрунту у зоні ризосфери гісопу лікарського у фазі цвітіння більш активна, вона була виражена у стимуляційному розвитку тест-об'єкта і становила 59,82% відносно контролю, а у 2020 році – 56,55%. Це підтверджується й величиною індексу алелопатичної активності.

Важливо відзначити, що у 2020 році стимулюючий ефект на проростання насіння крес-салату був меншим порівняно з 2019 роком. Накопичення алелопатичних речовин у ґрунті призводить до інгібуючої дії водного розчину ґрунту зони ризосфери рослин гісопу лікарського третього року вегетації на проростання крес-салату.

Аналіз водного розчину ґрунту рослин третього року вегетації показав, що накопичилася така кількість колінів, яка мала інгібуючий вплив на проростання насіння крес-салату. Відбулося гальмування росту корінців тест-об'єкта на 11,02%, що підтверджено й індексом алелопатичної активності, який становив від'ємне число, тобто менше за нуль.

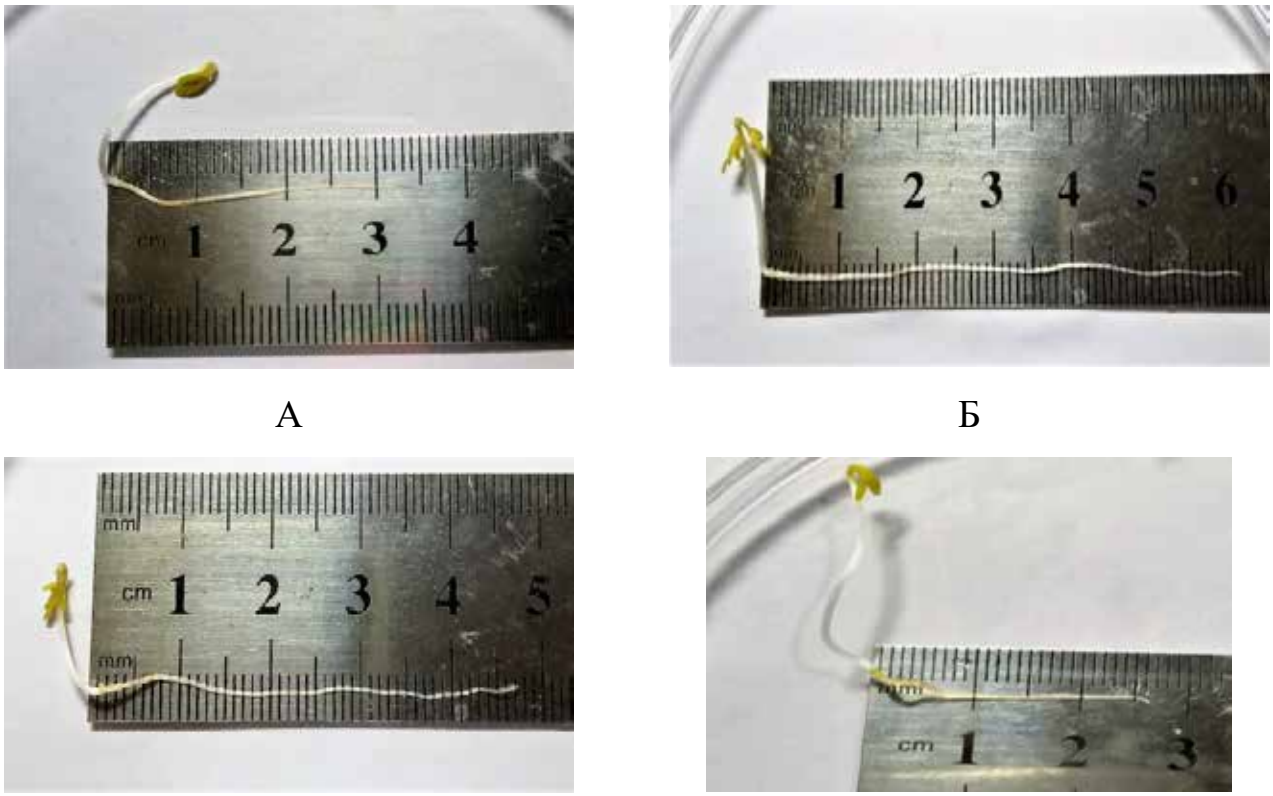


Рис. 1. Вплив водного розчину ґрунту залежно від віку куща гісопу лікарського на довжину корінців насіння крес-салату (середні показники):

А – контроль, В – 1-й рік, С – 2-й рік, D – 3-й рік

Таблиця 1

Вплив кореневих виділень рослин гісопу різних років у фазі цвітіння на приріст коренів крес-салату (розведення 1:100)

Рік вегетації / vegetation year	Розведення фільтрату / Dilution of filtrate			
	M±m	Cv, %	Алелопатична активність, % / Allelopathic activity, %	Індекс алелопатичної активності (RI) / allelopathic activity index (RI)
Контроль/Control	3,36±0,13	39,42	-	-
2019 р.	5,37±0,15	27,33	+59,82	+0,38
2020 р.	5,26±0,16	30,45	+56,55	+0,36
2021р.	2,99±0,11	37,45	-11,02	- 0,11

Таблиця 2

Вплив виділень надземних органів гісопу першого року вегетації у фазі цвітіння на приріст коренів проростків крес-салату, %

Орган / plant organ	Концентрація розчину / Solution concentration	Довжина кореня, мм / Root length, mm	Cv, %	Алелопатична активність, % / Allelopathic activity, %	Індекс алелопатичної активності (RI) / Allelopathic activity index (RI)
Листок / Leaf	1:100	3,64±0,17	46,80	+8,33	+0,08
	1:50	3,40±0,17	49,62	+1,19	+0,01
	1:10	3,49±0,16	44,80	+3,87	+0,04
Стебло / Stem	1:100	3,84±0,18	46,44	+14,29	+0,12
	1:50	3,79±0,15	38,68	+12,80	+0,11
	1:10	3,90±0,18	46,60	+16,07	+0,14
Квітка / Flower	1:100	4,04±0,14	34,42	+20,25	+0,17
	1:50	4,42±0,16	35,32	+31,55	+0,24
	1:10	4,15±0,15	35,69	+23,51	+0,19
Листок+стебло / Leaf + stem	1:100	4,07±0,15	36,64	+21,13	+0,17
	1:50	4,37±0,13	29,49	+30,06	+0,23
	1:10	3,45±0,13	36,82	+2,68	+0,03
Контроль / Control	H_2O	3,36±0,13	39,42	-	-

Згідно з літературними джерелами, батьківщиною гісопу лікарського є Середземномор'я та Середня Азія [4, 3].

У природному ареалі Миколаївської області гісоп лікарський не зустрічається, тому рослина є інтродукованою. Будь-яке відхилення від екологічних умов походження може викликати більш інтенсивне накопичення біологічно активних речовин в органах рослини [6].

Використання квітів гісопу в концентрації 1:50 за першого року вегетації спричиняло ріст кореневої системи крес-салату в 1,31 раза швидше порівняно з контролем. Використання комбінації «листок + стебло» призвело до незначного зменшення лінійного росту порівняно із квіткою. Всі інші комбінації не мали достовірного підтвердження. Найвища алелопатична активність (23,51–31,55%) проявилася у разі використання водного розчину квіток рослин першого року вегетації в концентрації 1:10 – 1:50 відповідно. Зменшення концентрації до 1:100 менше стимулювало активний лінійний приріст коренів крес-салату (табл. 2).

У роки досліджень під час вивчення алелопатичного впливу віку рослин та їхніх органів на приріст коренів крес-салату нами було встановлено, що найвищий вплив на цей показник мав варіант, у якому використовувалися квітки гісопу лікарського в концентрації 1:10 рослин другого року вегетації. Ця концентрація сприяла активним ростовим процесам кореня крес-салату, довжина якого становила 5,36 мм, що на 2,0 мм більше від контрольного варіанта. Зменшення концентрації до 1:50 – 1:100 знижувало цей показник до 4,56 –4,73 мм відповідно.

Можна відзначити використання всіх органів рослин другого року вегетації позитивно, але деякі з варіантів меншою мірою впливали на алелопатичну активність. Так, найнижчою (13,1%) вона була у варіанті «листок + стебло» в концентрації 1:10. А найвищим (59, 52%) цей показник був у варіанті використання настою квіток в концентрації 1:50. Цей варіант мав найвищий показник індексу алелопатичної активності (RI). (табл. 3)

Використання рослин третього року вегетації призводило до різкого зменшення лінійного росту коренів крес-салату (табл. 4). До того ж водні розчини всіх варіантів концентрацій гальмували приріст коренів тест-об'єкта, тобто відбувався інгібуючий ефект.

Незважаючи на це, під час використання квіток у концентрації 1:100 та 1:50 відзначений позитивний вплив, але алелопатична активність рослин третього року вегетації значно поступається рослинам першого і другого року вегетації. Індекс алелопатичної активності у комбінації «листок + стебло» становив 0,80 (RI) проти 0,03 та 0,12 відповідно.

Таблиця 3

Вплив виділень надземних органів гісопу другого року вегетації у фазі цвітіння на приріст коренів проростків крес-салату, %

Орган / Plant organ	Концентрація розчину / Solution concentration	Довжина кореня, мм / Root length, mm	Cv, %	Алелопатична активність, % / Allelopathic activity, %	Індекс алелопатичної активності (RI) / allelopathic activity index (RI)
Листок / Leaf	1:100	4,44±0,19	41,92	+32,14	+0,24
	1:50	4,54±0,17	36,98	+35,12	+0,26
	1:10	4,95±0,14	28,15	+47,32	+0,32
Стебло / Stem	1:100	4,34±0,15	34,43	+29,17	+0,23
	1:50	4,83±0,16	32,20	+43,85	+0,30
	1:10	4,46±0,15	34,33	+32,74	+0,25
Квітка / Flower	1:100	4,73±0,16	33,39	+40,77	+0,29
	1:50	4,56±0,16	36,13	+35,71	+0,26
	1:10	5,36±0,15	28,03	+59,52	+0,37
Листок+стебло / Leaf + stem	1:100	4,73±0,18	38,20	+40,77	+0,29
	1:50	4,83±0,19	39,28	+43,75	+0,30
	1:10	3,80±0,12	32,42	+13,10	+0,12
Контроль / Control	H_2O	3,36±0,13	39,42	-	-

Таблиця 4

Вплив виділень надземних органів гісопу третього року вегетації у фазі цвітіння на приріст коренів проростків крес-салату, %

Орган / Plant organ	Концентрація розчину / Solution concentration	Довжина кореня, мм / Root length, mm	Cv, %	Алелопатична активність, % / Allelopathic activity, %	Індекс алелопатичної активності (RI) / Allelopathic activity index (RI)
Листок / Leaf	1:100	2,60±0,07	26,64	-22,62	-0,23
	1:50	2,51±0,08	31,36	-25,30	-0,25
	1:10	1,02±0,05	52,80	-69,64	-0,70
Стебло / Stem	1:100	2,73±0,09	34,26	-18,75	-0,19
	1:50	2,59±0,09	35,14	-22,92	-0,23
	1:10	1,46±0,07	45,70	-56,55	-0,57
Квітка / Flower	1:100	2,96±0,11	36,04	-11,90	-0,12
	1:50	2,81±0,10	36,44	-16,37	-0,16
	1:10	1,85±0,06	30,19	-44,90	-0,45
Листок+стебло / Leaf + stem	1:100	1,39±0,05	33,94	-58,63	-0,59
	1:50	1,12±0,05	45,10	-66,67	-0,67
	1:10	0,68±0,03	46,05	-79,76	-0,80
Контроль / Control	H_2O	3,36±0,13	39,42	-	-

Висновки. Таким чином, усі частини рослин гісопу лікарського мають алелопатичний вплив на лінійний ріст кореневої системи крес-салату. У перші два роки досліджень спостерігався стимулювальний ефект водних розчинів ґрунту кореневої зони та надземних органів рослин гісопу незалежно від їх концентрацій. Нами встановлено, що найвищу алелопатичну активність мав варіант із використанням квіток гісопу в концентрації 1:10 рослин другого року вегетації. Водні розчини ґрунту кореневої зони гісопу лікарського та його надземних органів третього року вегетації показали інгібуючий ефект на лінійний приріст коренів крес-салату. Найбільшим він був у варіанті «листок + стебло» за концентрації водного розчину 1:10. Тому для того, щоб рекомендувати гісоп лікарський як добрий попередник для вирощування сільськогосподарських культур. потрібні додаткові дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гродзинский А.М. Аллелопатическое почвоутомление : монография. Киев : Наукова думка, 1979. 248 с.
2. Гродзинський А.М. Основи хімічної взаємодії рослин : монография. Київ : Наукова думка, 1973. 207 с.
3. Жарінов В.І., Остапенко А.І. Вирощування лікарських, ефіроолійних, пряносмакових рослин : навчальний посібник. Київ : Вища школа, 1994. 234 с.
4. Машанов В.И., Покровский А.А. Пряноароматические растения. Москва : Агропромиздат, 1991. 287 с.
5. Постников Д.А., Курило А.А. Фитомелиоративное влияние горчицы белой и сафлора на содержание фосфора, калия и микробиологическую активность дерново-подзолистой почвы. *Достижения науки и техники АПК.* 2010. Вип. 2. С. 15–20.
6. Райс Э. Аллелопатия. Москва : Мир, 1978. 392 с.

7. Свистова И.Д., Кувшинова Н.М., Стекольников К.Е., Назаренко Н.Н. Лекарственные растения как фитомелиоранты на черноземе выщелоченном. *Научные ведомости. Серия Естественные науки*. 2016. № 4 (225). Вип. 34. С 32–38.
8. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. Ленинград : Ленинградский университет, 1984. 288 с.
9. More than 40% of all agricultural land in Ukraine may lose fertility, according to research. *Ecoaction.* 2021. URL: https://en.ecoaction.org.ua/more-than-40-ag-land-may-lose.html
10. Ukraine. Knowledge Hub. 2018. URL: https://knowledge.unccd.int/home/country-information/countries-having-set-voluntary-ldn-targets/ukraine
11. Bruce Williamson G., Richardson D. Bioassays for allelopathy: Measuring treatment responses with independent controls. *Journal of Chemical Ecology*. 1988. Vol. 14, no. 1. P 181–187. URL: https://doi.org/10.1007/bf01022540
12. Zorikova O., Manyakhin A., Koldaev V., Moiseenko L., & Litvinova E. Allelopathic activity of patrinia scabiosifolia and Patrinia rupestris. *Biomedical and Pharmacology Journal*. 2017. Vol. 10, no. 02. 651–658 pp. https://doi.org/10.13005/bpj/1152

REFERENCES:

1. Grodzinsky, A.M. (1979). *Allelopaticheskoye pochvoutomleniye [Allelopathic soil fatigue].* Kiyev: Naukova dumka, 248 [in Russian].
2. Grodzinsky, A.M. (1973). *Osnovy khimichnoyi vzayemodiyi roslyn [Fundamentals of chemical interaction of plants].* Kyiv: Naukova dumka, 207 [in Ukrainian].
3. Zharinov, V.I., & Ostapenko, A.I. (1994). *Vyroshchuvannya likars'kykh, efirooliynykh, pryanosmakovykh roslyn [Cultivation of medicinal, essential oil, and spicy-flavored plants].* Kiev: Vysshaya Shkola, 234 [in Ukrainian].
4. Mashanov, V.I., & Pokrovsky, A.A. (1991). *Pryanoaromaticheskiye rasteniya [Spicy-aromatic plants].* Moscow: Agropromizdat, 287 [in Russian].
5. Postnikov, D.A., & Kurilo, A.A. (2010). Fitomeliorativnoye vliyaniye gorchitsy beloy i saflora na soderzhaniye fosfora, kaliya i mikrobiologicheskuyu aktivnost' dernovo-podzolistoy pochvy [Phytomeliorative effect of white mustard and safflower on the content of phosphorus, potassium and microbiological activity of sod-podzolic soil]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK – Achievements of science and technology of the agro-industrial complex, 2, 15-20* [in Russian].
6. Rice, E. (1978). *Allelopatiya [Allelopathy].* Moscow: Mir, 392 [in Russian].
7. Svistova, I.D., Kuvshinova, N.M., Stekolnikov, K.E., & Nazarenko, N.N. (2016). Lekarstvennyye rasteniya kak fitomelioranty na chernozeme vyshchelochennom [Medicinal plants as phytomeliorants on leached chernozem]. *Nauchnyye vedomosti. Seriya Yestestvennyye nauki – Scientific Bulletin. Natural Sciences Series, 4 (225), 34, 32-38* [in Russian].
8. Schmidt, V.M. (1984). *Matematicheskiye metody v botanike [Mathematical methods in botany].* Leningrad: Leningrad University, 288 [in Russian].
9. More than 40% of all agricultural land in Ukraine may lose fertility, according to research. (2021, 22 April). Ecoaction. URL: https://en.ecoaction.org.ua/more-than-40-ag-land-may-lose.html
10. Ukraine. knowledge hub. (2018). URL: https://knowledge.unccd.int/home/country-information/countries-having-set-voluntary-ldn-targets/ukraine
11. Bruce Williamson, G., & Richardson, D. (1988). Bioassays for allelopathy: Measuring treatment responses with independent controls. Journal of Chemical *Ecology, Vol. 14, no. 1. P. 181–187*. URL: https://doi.org/10.1007/bf01022540
12. Zorikova, O., Manyakhin, A., Koldaev, V., Moiseenko, L., & Litvinova, E. (2017). Allelopathic activity of patrinia scabiosifolia and Patrinia rupestris. *Biomedical and Pharmacology Journal, Vol. 10, no. 02, 651–658* pp. https://doi.org/10.13005/bpj/1152

Ткачова Є.С., Федорчук М.І. Алелопатичні особливості гісопу лікарського *(Hyssopus officinalis* L.*)*

Мета. З'ясувати вплив алелопатичної активності водних екстрактів листків, стебел, квіток і ґрунту у зоні ризосфери рослин гісопу лікарського *(Hyssopus officinalis* L.*)* на ріст коренів крес-салату (*Lepidium sativum* L.). **Методи.** Була досліджена алелопатична активність у водорозчинних виділень рослин гісопу лікарського *(Hyssopus officinalis* L.*)*. Закладка дослідів, обліки та спостереження виконувалися за класичними методиками А.М. Гродзинського (1973) та В. М. Шмидта (1984). Індекс інгібування розраховували за методикою Віл'ямсона (1988). **Результати.** З'ясовано, що найбільша алелопатична активність ґрунту у кореневій зоні гісопу була досягнута у рослин першого року вегетації (59,82%). Найвища алелопатична активність рослин гісопу першого року вегетації у разі використання водного розчину квіток проявлялася у концентрації 1:50 та становила 31,55%. При цьому довжина кореня крес-салату становила 4,42 мм. Найвищий стимулювальний ефект на лінійний приріст кореня крес-салату було досягнуто у варіанті з використанням водного екстракту квітів рослин гісопу другого року вегетації в концентрації 1:10. Довжина кореня тест-об'єкта становила 5,36 мм. Найбільший алелопатичний вплив інгібуючого характеру відбувся з використанням водного екстракту в концентрації 1:10 у варіанті «лист + стебло» рослин третього року вегетації. Довжина кореня крес-салату становила 0,68 мм. **Висновки.** Показана залежність алелопатичної активності гісопу лікарського від віку та концентрації водних екстрактів листків, стебел та квіток і ґрунту у зоні ризосфери рослини. Встановлено алелопатичний вплив водних екстрактів кореневих виділень та надземних органів рослин гісопу лікарського у фазі цвітіння у концентраціях 1:100, 1:50 та 1:10 на лінійний ріст коренів крес-салату. Найбільшим він був у варіанті з використанням квіток гісопу в концентрації водного розчину 1:10 рослин другого року вегетації. На відміну від першого та другого років вегетації гісопу лікарського, використання водних розчинів рослин третього року вегетації мало інгібуючий вплив на лінійний приріст коренів крес-салату.

Ключові слова: гісоп лікарський, фаза цвітіння, алелопатична активність, індекс алелопатичної активності, водні екстракти.

Tkachova Y.S., Fedorchuk M.I. Allelopathic features of common hyssop (*Hyssopus officinalis L.*)

Aim. To find out the influence of allelopathic activity of aqueous extracts of leaves, stems, flowers and soil in the rhizosphere zone of plants of common

hyssop (*Hyssopus officinalis L.*) on the growth of watercress roots (*Lepidium sativum L.*). **Methods.** Allelopathic activity was studied in water-soluble secretions of common hyssop plants (*Hyssopus officinalis L.*). The establishment of experiments, records and observations were performed according to the classical methods of A. M. Grodzinsky (1973) and V. M. Schmidt (1984). The inhibition index was calculated using the Williamson method (1988). **Results.** It was found that the greatest allelopathic activity of the soil in the root zone of hyssop was achieved in plants of the first year of vegetation and amounted up to 59.82%. The highest allelopathic activity of hyssop plants of the first year of vegetation when using an aqueous solution of flowers was manifested at a concentration of 1:50 and amounted up to 31.55%. At the same time, the length of the watercress roots was 4.42 mm. The highest stimulating effect on the linear growth of watercress roots was achieved in the variant using an aqueous extract of hyssop flowers of the second year of vegetation at a concentration of 1:10. The root length of the test object was 5.36 mm. The greatest allelopathic effect of an inhibitory nature occurred with the use of an aqueous extract at a concentration of 1:10 in the leaf + stem variant of plants of the third year of vegetation. The length of the watercress roots was 0.68 mm. **Conclusions.** It was shown the dependence of the allelopathic activity of common hyssop (*Hyssop officinalis L.*) on the age and concentration of aqueous extracts of leaves, stems and flowers and soil in the rhizosphere zone of the plant. It was established the allelopathic effect of water extracts of root secretions and aboveground organs of hyssop plants (*Hyssop officinalis L.*) in the flowering phase at concentrations of 1:100, 1:50 and 1:10 on the linear growth of watercress roots. It was the largest in the variant using hyssop flowers at a concentration of an aqueous solution of 1:10 of plants of the second year of vegetation. In contrast to the first and second years of vegetation of hyssop (*Hyssop officinalis L.*), the use of aqueous solutions of plants of the third year of vegetation had an inhibitory effect on the linear growth of watercress roots.

Key words: Hyssop officinalis L., flowering phase, allelopathic activity, allelopathic activity index, water extracts.

УДК 631.582:633.111 «324»
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.15

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

ЦЕНТИЛО Л.В. – доктор сільськогосподарських наук
https://orcid.org/0000-0002-6546-2826
Національний університет біоресурсів і природокористування України
ШИЛО С.Л. – аспірант
https://orcid.org/0000-0001-6260-3278
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. Пшениця озима є однією з найважливіших і високоврожайних продовольчих культур світу. Її цінність полягає у високому вмісті білка та вуглеводів, що і зумовлює широке використання у хлібопекарській, макаронній та кондитерській промисловості, а також у тваринницькій галузі. Пшениця озима є найпоширенішою серед зернових культур в Україні з посівними площами понад 7,0 млн га [10]. Слід зазначити, що за стабільності посівних площ пшениці озимої основним шляхом збільшення валових зборів зерна є зростання врожайності. Підвищення продуктивності сільськогосподарських культур з урахуванням сучасних умов ведення аграрного виробництва є важливою проблемою землеробства [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наука та практика впевнено доводять можливості розроблення ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур за умови зростання їх продуктивності [8, 9]. Ключовими напрямами цих технологій є впровадження мінімізації обробітку ґрунту на основі оптимізації структури посівних площ та сівозмін, системи застосування добрив, захисту рослин тощо з урахуванням ґрунтово-кліматичних особливостей території [15]. Це у підсумку сприяло би збереженню родючості ґрунту за оптимізації умов для росту та розвитку рослин і формуванню високої продуктивності культур [7].

Актуальність досліджень у цьому напрямі стає важливою за умов зміни кліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур. Тому вирішення питання підвищення продуктивності пшениці озимої можливе на основі оптимізації параметрів технології її вирощування, провідними елементами якої є попередники та спосіб і глибина основного обробітку ґрунту [4, 6, 11, 12, 13, 15].

Мета. Визначення впливу способу і глибини основного обробітку ґрунту за розміщення пшениці озимої після різних попередників на формування її продуктивності.

Матеріали і методи досліджень. Польові дослідження проводили у стаціонарному польовому досліді Навчально-науково-інноваційного центру агротехнологій ТОВ «Агрофірма Колос» с. Пустоварівка Сквирського району Київської області впродовж 2019–2021 рр. Досліджуваний ґрунт **–** чорнозем типовий глибокий крупнопилувато-середньосуглинковий, уміст гумусу **–** 4,5%, гідролізованого азоту – 184 мг/кг, рухомого фосфору – 233 мг/кг та калію – 95 мг/кг ґрунту, $pH_{сол.}$ – 6,5, суми поглинених основ – 85–99%. Ґрунт за своїм складом і властивостями цілком придатний для вирощування всіх сільськогосподарських культур, рекомендованих для цієї зони. Схема досліду включала комплексне дослідження двох факторів. Фактор А – попередники пшениці озимої: 1) горох (контроль); 2) ріпак озимий; 3) соя; 4) соняшник; 5) кукурудза на силос. Фактор В – чотири варіанти основного обробітку ґрунту: полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль); безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см; безполицевий мілкий (дискова борона) на 12–14 см; безполицевий поверхневий (дискова борона) на 6–8 см.

Розмір посівної ділянки **–** 250 м^2, облікової **–** 180 м^2, повторність досліду чотириразова. Облік урожаю проводили прямим комбайнуванням. Визначення показників якості врожаю проводили методом інфрачервоної спектроскопії на інфрачервоному аналізаторі NIR Systems 4500 згідно з ДСТУ 3768:2019 Зерно та продукти його переробки.

Результати досліджень. Визначальним показником ефективності технології вирощування сільськогосподарських культур є параметри їх урожайності. За результатами проведених досліджень найвищу урожайність пшениця озима формувала за її розміщення після гороху, де залежно від обробітку ґрунту її рівень варіював від 5,68 до 6,39 т/га. За використання як попередника ріпаку озимого отримано врожайність на рівні 5,43–6,10 т/га, сої – 5,37–5,73 т/га, соняшнику – 5,20–5,94 т/га. Найнижчу урожайність пшениці озимої серед досліджуваних попередників отримано за розміщення її після кукурудзи на силос, де її рівень за різних обробітків ґрунту коливався від 5,01 до 5,28 т/га (табл. 1).

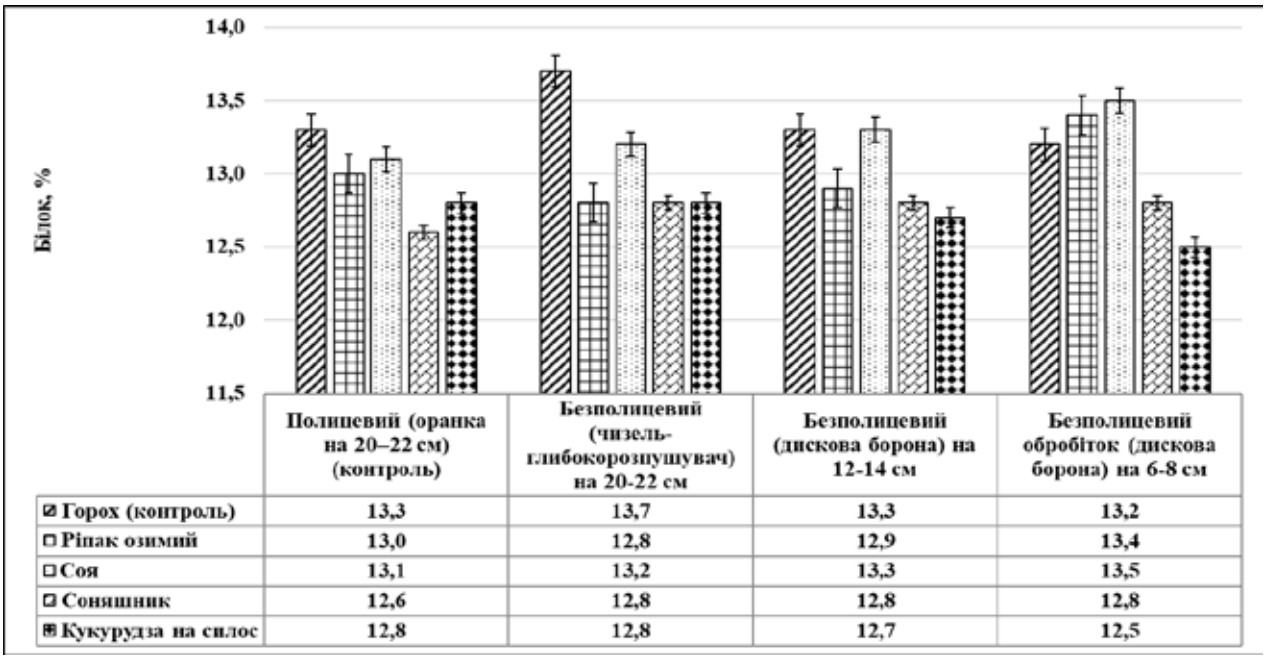
Аналізуючи вплив попередників на урожайність пшениці озимої, слід зазначити, що порівняно з контрольним варіантом (горох) усі досліджувані попередники знижували її урожайність від 4,4% до 11,9%.

Залежно від способу та глибини основного обробітку ґрунту встановлено, що в середньому у 2019–2021 рр. після зернобобових (гороху та сої) найвищий урожай озимої пшениці отримано у варіанті безполицевого мілкого обробітку (дискова борона, 12–14 см), відповідно 6, 39 та 5,73 т/га. Під час вирощування озимої пшениці після озимого ріпаку та соняшнику найкращим варіантом за врожайністю був безполицевий обробіток ґрунту на 20–22 см – 6,10 і 5,94 т/га відповідно. Також використання чизель-глибокорозпушувача на 20–22 см мало найбільшу ефективність (5,28 т/га) за розміщення пшениці озимої після кукурудзи на силос.

Таблиця 1

Урожайність пшениці озимої залежно від обробітку ґрунту і попередників (середнє за 2019–2021 рр.)

Попередник	Основний обробіток ґрунту	Урожайність, т/га	+/– до контролю	
			т/га	%
Горох (контроль)	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	5,68	0,00	0,00
	Безполицевий (чизель–глибокорозпушувач) на 20–22 см	6,22	0,53	9,39
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	6,39	0,70	12,38
	Безполицевий обробіток (дискова борона) на 6–8 см	6,07	0,39	6,87
Ріпак озимий	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	5,43	–0,25	–4,40
	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	6,10	0,42	7,39
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	5,84	0,16	2,82
	Безполицевий обробіток (дискова борона) на 6–8 см	5,55	–0,13	–2,29
Соя	Полицевий (оранка) на 20–22 см) (контроль)	5,37	–0,32	–5,58
	Безполицевий (чизель–глибокорозпушувач) на 20–22 см	5,42	–0,26	–4,64
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	5,73	0,05	0,88
	Безполицевий обробіток (дискова борона) на 6–8 см	5,50	–0,19	–3,29
Соняшник	Полицевий (оранка) на 20–22 см) (контроль)	5,20	–0,49	–8,57
	Безполицевий (чизель–глибокорозпушувач) на 20–22 см	5,94	0,25	4,46
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	5,52	–0,16	–2,82
	Безполицевий обробіток (дискова борона) на 6–8 см	5,64	–0,04	–0,70
Кукурудза на силос	Полицевий (оранка) на 20–22 см) (контроль)	5,01	–0,68	–11,91
	Безполицевий (чизель–глибокорозпушувач) на 20–22 см	5,28	–0,40	–7,10
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	5,15	–0,53	–9,39
	Безполицевий обробіток (дискова борона) на 6–8 см	5,05	–0,64	–11,21
$НіР_{05}$ А – 0,1; $НіР_{05}$ А – 0,20; $НіР_{05}$ А і В – 0,41				

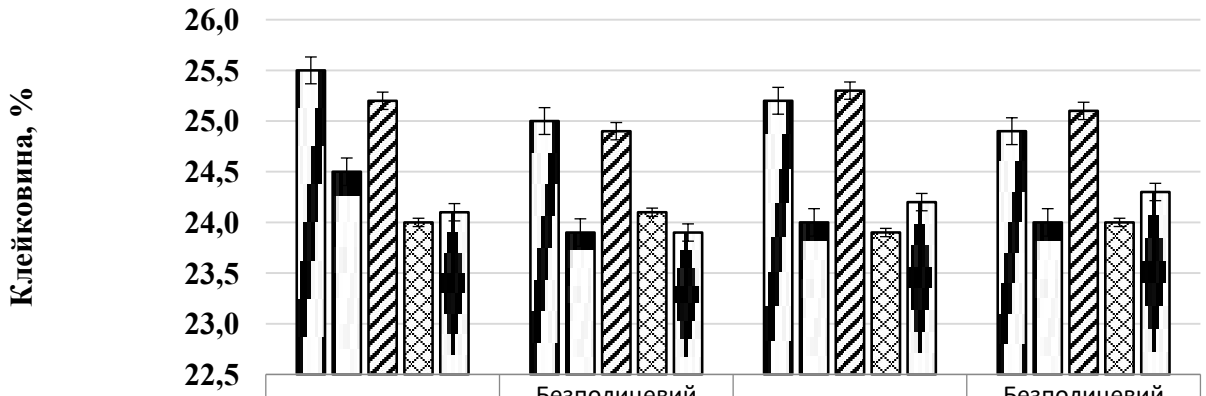


$НІР_{05}$ А= 0,4

$НІР_{05}$ В=0,2

Рис. 1. Уміст білка і клейковини у зерні пшениці озимої залежно від попередника і обробітку ґрунту (середнє за 2019–2021 рр.)

Одним з основних показників якості отриманої продукції є вміст білка та клейковини в зерні пшениці озимої. Вони відображають цінність продукції. Основу білка становлять амінокислоти, такі як лізин, триптофан, метіонін, фенілаланін, лейцин, ізолейцин, треонін, валін, що не синтезуються в організмі людини і повинні надходити з їжею. Споживання 0,4–0,5 кг пшеничного хліба покриває приблизно третину добової потреби людини в їжі, половину потреби у вуглеводах, на 40% – у повноцінних білках, на 50–80% – у вітамінах.



	Полицевий (оранка на 20–22 см) (контроль)	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20-22 см	Безполицевий (дискова борона) на 12-14 см	Безполицевий обробіток (дискова борона) на 6-8 см
Горох (контроль)	25,5	25	25,2	24,9
Ріпак озимий	24,5	23,9	24	24
Соя	25,2	24,9	25,3	25,1
Соняшник	24	24,1	23,9	24
Кукурудза на силос	24,1	23,9	24,2	24,3

НІР$_{05}$ А= 1,0

НІР$_{05}$ В=0,8

Рис. 2. Уміст клейковини у зерні пшениці озимої залежно від попередників і обробітку ґрунту (середнє за 2019–2021 рр.)

Аналізуючи вміст білка та клейковини в зерні озимої пшениці, слід зазначити, що найвищі значення вмісту білка (13,5–13,7%) та вмісту клейковини (25,5 та 25,2%) у зерні пшениці озимої були отримані за розміщення її після бобових культур (горох та соя). За розміщення після соняшнику та кукурудзи на силос вміст білка та клейковини був найнижчим серед досліджуваних попередників та обробітку (12,6 та 12,5%), а клейковини – 24,0–23,9% (рис. 1 і 2).

Висновки. Таким чином, проведеними дослідженнями встановлено, що найкращі умови для максимальної реалізації продуктивного потенціалу пшениці озимої (6,39 і 6,10 т/га) формувалися за умови розміщення її після гороху за безполицевого основного обробітку ґрунту на 12–14 см і ріпаку озимого за проведення безполицевого основного обробітку ґрунту на 20–22 см. Соняшник як попередник найвищу урожайність пшениці озимої (5,94 т/га) забезпечував за проведення безполицевого основного обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20-22 см.

Перспективою подальших досліджень є вивчення впливу різних способів і глибини основного обробітку ґрунту та розміщення після попередників на водоспоживання пшениці озимої та агрофізичні властивості ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Cociu A. I. Winter wheat yields and their stability in different crop rotation types and nitrogen fertilization regimes. *Romanian Agricuture Research* 2012. Vol. 29. P. 139–148.
2. Demidov O., Pravdziva I., Gudzenko V., Rysin A., Vologina G., Siroshtan A., Yurchenko T., Zaima O., Misyura I. Formation of flour quality indicators in different winter wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes depending on abiotic and anthropogenic factors. Ukrainian Ecological Journal. 2021. Issue. 11 (8). R. 111–118.
3. Marenych M.M., Kaminsky V.F., Bulygin C.Y., Hanhur V.V., Korotkova I.V., Yurchenko S.O., Bahan A.V., Taranenko S.V., & Liashenko V.V. Optimization of factors of managing productive processes of winter wheat in the Forest-steppe. *Agricultural Science and Practice*. 2020. Vol. 7(2). P. 44–54. https://doi.org/10.15407/agrisp7.02.044.
4. Petrychenko V.F., Lykhochvor V.V., Korniichuk O.V., Olifir Y.M. The yield of winter wheat depending on sowing terms. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2021. № 11(3), P. 161–166. doi: 10.15421/2021_158
5. Rae ZH. A. Comparative Evaluation of the Effects of Soil and Fertilizer Treatment on Winter Wheat Cultivation. *Glob J Oto*. 2018 № 12 (4): 555846. DOI: 10.19080/GJO.2018.12.555846
6. Siroshtan Andrii, Kavunets Valerii, Derhachov Oleksandr, Pykalo Serhii, Ilchenk Liudmyla. Yield and Sowing Qualities of Winter Bread Wheat Seeds Depending on the Preceding Crops and Sowing Dates in the Forest–Steppe of Ukraine. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 9. No. 2. pp. 76–82. doi: 10.11648/j.ajaf.20210902.15

7. Tsvey Yaroslav, Ivanina Roman, Ivanina Vadym, Senchuk Svitlana. Yield and quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grain in relation to nitrogen fertilization. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín* [online]. 2021. Vol.74, n.1 [cited 2021–11–21], pp. 9413–9422. Available from: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304–284720210001094 13&lng=en&nrm=iso>. https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n1.88835.
8. Yalcin H., Cakir E., Aykas E. Tillage parameters and economic analysis of direct seeding, minimum and conventional tillage in wheat. *Journal of Agronomy*. 2005. № 4. P. 329–332.
9. Горобець А.Х., Цилюрик А.І., Горбатенко А.І., Судак В.М. Вологозабезпеченість і продуктивність польових культур за різних систем обробітку ґрунту в сівозміні. *Вісник Інституту землеробства степової зони НААН України*. 2011. №1. С. 20–25.
10. Інформаційно-аналітичне агентство АПК–Інформ. Посівні дані під урожай 2020 року. URL: https://www.apk–inform.com/uk/news/1507018.
11. Кернесюк Ю.В. Глобальний ринок пшениці: кон'юнктура і тренди Агробізнес сьогодні. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/19645-hlobalnyi-rynok-pshenytsi-koniunktura-i-trendy.html. (дата звернення: 26 листопада 2020 р.).
12. Кривенко А.І. Оптимізація норм і термінів підживлення пшениці озимої азотними добривами у Південному Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. № 4 (100). С. 55–61.
13. Панфілова А.В., Гамаюнова В.В., Дробітько А.В. Урожайність пшениці озимої залежно від попередника та біодеструктора стерні. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2019. № 3. С 18–25. https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.02
14. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В. Фактори стабілізації виробництва зерна пшениці озимої в Лісостепу правобережному. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 2. С. 17–23.
15. Рыков В.Б., Камбулов С.И., Камбулов И.А., Колесник В.В., Дёмина Е.Б., Ридный С.Д., Янковский Н.Г. Продуктивность озимой пшеницы и технологии обработки почвы. *Зерновое хозяйство России*. 2015. № 5. С. 63–65.

REFERENCES:

1. Cociu, A.I. (2012). Winter wheat yields and their stability in different crop rotation types and nitrogen fertilization regimes. *Romanian Agricuture Research*. 29. P. 139–148 [in English].
2. Demidov, O., Pravdziva, I., Gudzenko, V., Rysin, A., Vologina, G., Siroshtan, A., Yurchenko, T., Zaima, O., & Misyura, I. (2021). Formation of flour quality indicators in different winter wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes depending on abiotic and anthropogenic factors. *Ukrainian Ecological Journal*. Issue. 11 (8). R. 111–118 [in English].
3. Marenych, M.M., Kaminsky, V.F., Bulygin, C.Y., Hanhur, V.V., Korotkova, I.V., Yurchenko, S.O., Bahan, A.V., Taranenko, S.V., & Liashenko, V.V. (2020). Optimization of factors of managing productive processes of winter wheat in the Forest-steppe. *Agricultural Science and Practice*. Vol. 7 (2). P. 44–54. https://doi.org/10.15407/agrisp7.02.044 [in English].
4. Petrychenko, V.F., Lykhochvor, V.V., Korniichuk, O.V., & Olifir, Y.M. (2021). The yield of winter wheat depending on sowing terms. *Ukrainian Journal of Ecology.* № 11(3), P. 161–166. doi: 10.15421/2021_158 [in English].
5. Rae, ZH. A. (2018). Comparative Evaluation of the Effects of Soil and Fertilizer Treatment on Winter Wheat Cultivation. *Glob J Oto*. 12 (4): 555846. DOI: 10.19080/GJO.2018.12.555846 [in English].
6. Siroshtan, Andrii, Kavunets, Valerii, Derhachov, Oleksandr, Pykalo, Serhii, & Ilchenk, Liudmyla. (2021). Yield and Sowing Qualities of Winter Bread Wheat Seeds Depending on the Preceding Crops and Sowing Dates in the Forest–Steppe of Ukraine. *American Journal of Agriculture and Forestry*. Vol. 9. No. 2. pp. 76–82. doi: 10.11648/j.ajaf.20210902.15 [in English].
7. Tsvey, Yaroslav, Ivanina, Roman, Ivanina, Vadym, & Senchuk, Svitlana. (2021). Yield and quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grain in relation to nitrogen fertilization. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín* [online]. Vol. 74, n.1 [cited 2021–11–21], pp. 9413–9422. Available from: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304–28472021000109413&lng=en&nrm=iso>. https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n1.88835 [in English].
8. Yalcin, H., Cakir, E., & Aykas, E. (2005). Tillage parameters and economic analysis of direct seeding, minimum and conventional tillage in wheat. *Journal of Agronomy*. № 4. P. 329–332 [in English].
9. Horobets, A.KH., Tsylyuryk, A.I., Horbatenko, A.I., & Sudak, V.M. (2011). Volohozabezpechenist i produktyvnist polovykh kultur za riznykh system obrobitku gruntu v sivozmini [Moisture supply and productivity of field crops under different tillage systems in crop rotation]. *Visnyk Instytutu zemlerobstva stepovoyi zony NAAN Ukrayiny – Bulletin of the Institute of Steppe Zone Agriculture of NAAS of Ukraine, 1, 20–25* [in Ukrainian].
10. *Informatsiyno-analitychne ahent·stvo APK–Inform. Posivni dani pid urozhay 2020 roku [Information and Analytical Agency APK-Inform. Sowing data for the 2020 harvest].* URL: https://www.apk–inform.com/uk/news/1507018 [in Ukrainian].
11. Kernesyuk, Yu.V. (2020). Hlobalnyy rynok pshenytsi: koyunktura i trendy Ahrobiznes sohodni [Global wheat market: conditions and trends Agribusiness today]. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/19645-hlobalnyi-rynok-pshenytsi-koniunktura-i-trendy.html [in Ukrainian].
12. Kryvenko, A.I. (2018). Optymizatsiya norm i terminiv pidzhyvlennya pshenytsi ozymoyi azotnymy dobryvamy u Pivdennomu Stepu Ukrayiny [Optimization of norms and terms of fertilization of winter wheat with nitrogen fertilizers in the Southern Steppe of Ukraine]. *Visnyk ahrarnoyi nauky Prychornomorya – Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Coast, 4 (100), 55–61* [in Ukrainian].
13. Panfilova, A.V., Hamayunova, V.V. & Drobitko, A.V. (2019). Urozhaynist pshenytsi ozymoyi zalezhno vid poperednyka ta biodestruktora sterni [Yield of winter wheat depending on the predecessor and biodestructor of stubble]. *Visnyk Poltavs'koyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy, 3, 18–25* [in Ukrainian].
14. Petrychenko, V.F., & Korniychuk, O.V. (2018). Faktory stabilizatsiyi vyrobnytstva zerna pshenytsi ozymoyi

v Lisostepu pravoberezhnomu [Factors of stabilization of winter wheat grain production in the right-bank forest-steppe]. *Visnyk ahrarnoyi nauky – Bulletin of Agricultural Science, 2, 17–23* [in Ukrainian].

15. Rykov, V.B., Kambulov, S.I., Kambulov, I.A., Kolesnik, V.V., Domina, Ye.B., Ridnyy, S.D., & Yankovskiy, N.G. (2015). Produktivnost' ozimoy pshenitsy i tekhnologii obrabotki pochvy [Winter wheat productivity and tillage technologies]. *Zernovoye khozyaystvo Rossii – Grain farming in Russia, 5, 63–65* [in Russian].

Центило Л.В., Шило С.Л. Продуктивність пшениці озимої на чорноземі типовому Правобережного Лісостепу України

Метою досліджень було визначення впливу попередників та способу і глибини основного обробітку ґрунту на формування продуктивності пшениці озимої. **Методи.** Експериментальні дослідження проводили на чорноземі типовому у стаціонарному польовому досліді Навчально-науково-інноваційного центру агротехнологій ТОВ «Агрофірма Колос» с. Пустоварівка Сквирського району Київської області. Під час проведення досліджень використано такі наукові методи, як: аналіз, синтез, польовий, статистичний. Досліджували вплив способу основного обробітку ґрунту (оранка на 20–22 см; чизель-глибокорозпушувач на 20–22 см; дискування на 12–14 см; дискування на 6–8 см) та попередників (горох; ріпак озимий; соя; соняшник; кукурудза на силос) на формування продуктивності пшениці озимої. **Результати.** Встановлено, що у середньому за 2019–2021 рр. найвищу урожайність пшениці озимої (6,39 і 5,73 т/га) забезпечило розміщення її після гороху та сої за безполицевого обробітку ґрунту на 12–14 см (дискова борона). У разі використання як попередника ріпаку озимого і соняшнику найвищу урожайність пшениці озимої (6,10 і 5,94 т/га відповідно) забезпечив варіант із проведенням безполицевого основного обробітку ґрунту на 20–22 см (чизель-глибокорозпушувач). За вирощування пшениці озимої після кукурудзи на силос отримано найнижчу урожайність культури, яка залежно від обробітку ґрунту варіювала від 5,01 до 5,28 т/га. **Висновок.** Найвищі якісні показники зерна пшениці озимої – вміст білка 13,1 і 13,3% і клейковини 25,2 і 25,5% – отримано за її розміщення після зернобобових (горох і соя). Ріпак озимий як попередник забезпечив показники якості зерна на рівні 13,0% білка і 24,5% клейковини. За розміщення після соняшнику і кукурудзи на силос уміст білка в зерні пшениці озимої становив 12,6 і 12,8% відповідно, а уміст клейковини знаходився на рівні 24,0 і 24,1%.

Ключові слова: пшениця озима, обробіток ґрунту, попередники, запаси доступної вологи, урожайність, якість продукції.

Tsentylo L.V., Shylo S.L. Productivity of winter wheat on chernozem typical soil Right Bank Forest Steppe of Ukraine

The **purpose** of the research was to determine the influence of preceding crops and the method and depth of the main tillage on the formation of winter wheat productivity. **Methods.** Experimental studies were carried out on chernozem typical in a stationary field experiment of the Educational, Scientific and Innovative Center of Agricultural Technologies LLC «Agrofirma Kolos», Pustovarovka village, Kiev region. In the course of the study the following scientific methods were used: analysis, synthesis, field and statistical methods. The influence of the method of basic tillage – plowing to a depth of 20–22 cm was studied; chisel-cultivating to a depth of 20–22 cm; disking to a depth of 12-14 cm; disking to a depth of 6–8 cm. And preceding crops – peas; winter rape; soybean; sunflower; corn for silage on the formation of productivity of winter wheat. **Results.** It was found that on average for 2019–2021. The highest yield of winter wheat of 6,39 and 5,73 t/ha was ensured when it was placement after peas and soybeans with shelf tillage by 12–14 cm (disc harrow). The use of winter rapeseed and sunflower as a preceding crops, the highest yield of winter wheat – 6,10 and 5,94 t/ha, respectively, made it possible to carry out shelf main tillage at 20–22 cm (chisel cultivator) the lowest yield of agricultural crops was obtained, which, depending on the tillage, ranged from 5,01 to 5,28 t/ha. **Conclusion.** The highest quality indicators of winter wheat grain – protein content of 13,1 and 13.3% and gluten content of 25,2 and 25,5 % were obtained when it was placed after legumes (peas and soybeans). Winter rape, like its preceding crops, gave quality indicators of grain at the level of 13,0 % protein and 24,5 % gluten. When applied to silage after sunflower and corn, the protein content in the winter wheat grain was 12,6 and 12,8 %, respectively, and the gluten content was 24,0 and 24,1 %.

Key words: winter wheat, tillage, preceding crops, yield, product quality.

СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО

УДК 633.16:631.82 (477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.16

ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ОСОБЛИВОСТЕЙ СОРТУ ТА БІОПРЕПАРАТІВ

ГАМАЮНОВА В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор
https://orcid.org/0000-0002-4151-0299
Миколаївський національний аграрний університет
КУВШИНОВА А.О. – асистент
https://orcid.org/0000-0002-7433-8026
Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. У формуванні продуктивності будь-якої сільськогосподарської культури вирішальне значення належить фотосинтетичній діяльності рослин. Стосується це і ячменю озимого. Ця культура чи не найбільшою мірою реагує на умови живлення. Ми вирішили дослідити вплив оптимізації живлення на фотосинтетичну діяльність чотирьох сортів ячменю озимого за проведення позакореневих підживлень сучасними біопрепаратами. Це питання є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Висока продуктивність усіх сільськогосподарських культур здатна формуватися за належного управління продукційним процесом. Адже шляхом задоволення усіх факторів і умов життєдіяльності рослин можна досягти оптимальних параметрів їх росту та в кінцевому підсумку високого рівня врожайності. Основні заходи мають бути спрямованими насамперед на накопичення надземної біомаси та значної частки в ній листків. Саме останнім у формуванні врожаю належить найбільше значення. Відомо, що листки безпосередньо синтезують фотосинтетичну активну радіацію і внаслідок цієї властивості найбільшою мірою приймають участь у створенні врожаю. Для досягнення високої продуктивності будь-якої культури їй необхідно сформувати оптимальну площу асиміляційної поверхні. Адже якщо рослини зріджені і площа листків незначна, то не вся поверхня поля буде затіненою. При цьому спостерігатимемо надмірне випаровування вологи та високу забур'яненість посівів. Коли ж на одиниці площі рослини загущені, зменшується площа їх живлення, вони досягають значної висоти (витягуються), затінюють одна одну. За таких умов органічну речовину синтезують лише верхні листки, а нижні, як правило, не беруть участь у цьому процесі через слабке та недостатнє проникнення світла. Зазначене свідчить, що для кожної культури, яку вирощують, необхідно створювати властивий для неї найбільш оптимальний за величиною розмір листкового апарату. За таких умов посіви будуть здатні впродовж тривалого періоду перебувати в активному стані, а листки трансформують більшу кількість пластичних речовин [1, 2].

Умови зовнішнього середовища та елементи технології вирощування будь-якої сільськогосподарської культури необхідно регулювати у напрямі формування оптимального для неї розміру асиміляційної поверхні та відповідно фотосинтетичного потенціалу і чистої продуктивності фотосинтезу [3]. Урожай будь-якої культури високого рівня може сформуватись, коли у рослин утворена оптимальна за розмірами площа листків. Адже відомо, що коли вона більша або менша від оптимальних значень, то і врожайність буде нижчою. Різні сільськогосподарські культури формують асиміляційну площу різних розмірів. Вона змінюється залежно від виду рослин, біологічних її особливостей, погодних умов року, особливо кількості опадів за вегетаційний період тощо. Значною мірою на наростання надземної біомаси, у тому числі і кількості листків у її складі, впливає живлення рослин. Це встановлено під час вирощування багатьох сільськогосподарських культур у різних зонах [4–6]. Загалом як зазначені, так і інші фактори вирощування, зокрема добір сортів та гібридів, строків і способів сівби, заходів обробітку ґрунту, інших чинників також істотно позначаються на розмірах асиміляційної поверхні рослин та їх фотосинтетичній діяльності [7,8].

Тобто кожен з елементів технології вирощування культури, що здатен збільшувати вегетативну масу та відповідно кількість і масу листків, буде приводити до росту врожайності, якщо сонячна енергія буде накопичуватись у листках і трансформуватись в органічну речовину. Для більшості сільськогосподарських рослин асиміляційна їх поверхня залежно від різних умов може досягти від 5–7 до 40–50 тис. м^2/га. Останній показник є найбільш оптимальним для більшості сільськогосподарських рослин.

Ми вже зазначали, що як менша від оптимальної, так і більша площа листків може виступати негативним фактором, який призводитиме до певного послаблення процесу фотосинтезу та до недобору врожаю [9].

Ячмінь озимий є звичайною зерновою культурою і за своїми морфологічними ознаками відповідає особливостям рослин цієї групи. Залежно від погодних умов вегетаційних періодів у роки вирощування та від досліджуваних факторів площа листкової поверхні різнилась і певним чином визначала рівні врожайності зерна. Змінюється цей показник і в розрізі сортів та фаз розвитку рослин. Багатьма дослідниками встановлено, що найбільших значень площа асиміляційної поверхні ячменю озимого, як і більшості озимих зернових куль-

тур, досягає у період цвітіння–початку колосіння з коливаннями значень залежно від умов та чинників вирощування, сорту тощо [10–12].

Мета і завдання досліджень. Метою досліджень передбачали визначення впливу оптимізації живлення чотирьох сортів ячменю озимого на формування площі листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал і чисту продуктивність фотосинтезу в основні фази розвитку за вирощування на чорноземі південному в умовах Південного Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2017–2019 рр. в умовах Навчально-науково-практичного центру Миколаївського НАУ. Дослід двофакторний. Агротехніка вирощування культури в досліді була загальноприйнятою та відповідною рекомендаціям для зони Південного Степу України, окрім факторів, що взяті на вивчення. Схема досліду включала такі варіанти: Фактор А – сорт: 1. Достойний (st); 2. Валькірія; 3. Оскар; 4. Ясон; Фактор В – позакореневі підживлення: 1. Контроль (обробка водою); 2. Азотофіт; 3. Мікофренд; 4. Меланоріз; 5. Органік-баланс. Дослідження з останнім провели впродовж 2017 та 2018 рр. Зазначені препарати використовували для обробки рослин шляхом проведення позакореневих підживлень одноразово – у фазу весняного кущіння та двічі – окрім кущіння ще й у період початку виходу рослин у трубку. Норма використання препаратів 200 г/га за норми робочого розчину 200 л/га. Разом з біопрепаратами застосовували прилипач – Ліпосам. Норма висіву насіння ячменю озимого становила близько 200 кг/га, 4,5 –5,0 млн шт/га.

Грунт дослідних ділянок – чорнозем південний, що має середню забезпеченість рухомими елементами живлення, вміст гумусу в шарі ґрунту 0–30 см становить 2,9–3,2%, pH – 6,8–7,2, попередник – горох.

Площу листкової поверхні рослин визначали методом «висічок» [13]. Чисту продуктивність фотосинтезу визначали за формулою Кідда-Веста-Бріггса. Польові та лабораторні дослідження проводили відповідно методики польових дослідів і методичних рекомендацій [14, 15].

Результати досліджень. Проведеними дослідженнями і визначенням асиміляційної поверхні рослин ячменю озимого встановлено, що вона коливалась залежно від фази розвитку, взятого для підживлення препарату, і сортових особливостей (табл. 1).

Дослідженнями визначено, що площа листкової поверхні найбільшої величини досягла в період колосіння. Проведення підживлень біопрепаратами і особливо двічі за вегетацію – у фази весняного кущіння та

Таблиця 1

Площа листкової поверхні рослин сортів ячменю озимого залежно від оптимізації живлення (середнє за 2016–2019 рр.), тис. м²/га

Сорт (фактор А)	Варіант живлення (фактор В)	Фази розвитку рослин						
		Кущіння	Вихід у трубку		Колосіння		Повна стиглість зерна	
			I	I+II	I	I+II	I	I+II
Достойний (st)	Контроль (обробка водою)	7,03	16,22	16,45	36,88	37,64	12,75	13,04
	Азотофіт	7,21	17,54	17,95	41,60	47,25	14,49	16,94
	Мікофренд	7,05	16,35	16,48	37,64	38,12	13,46	15,33
	Меланоріз	7,05	16,43	16,55	37,37	37,89	13,33	15,41
	Органік-баланс	7,23	18,02	18,51	41,96	47,84	14,63	16,73
Валькірія	Контроль (обробка водою)	7,01	16,43	16,62	37,89	38,43	14,08	14,72
	Азотофіт	7,16	18,08	18,43	44,28	48,16	15,33	17,14
	Мікофренд	7,04	17,48	17,83	36,33	39,50	13,48	15,75
	Меланоріз	7,03	17,46	17,67	37,64	38,97	13,37	15,81
	Органік-баланс	7,19	18,02	18,54	42,11	43,84	15,37	17,28
Оскар	Контроль (обробка водою)	6,69	15,58	15,73	37,47	38,64	14,49	14,93
	Азотофіт	6,97	16,82	17,04	44,61	48,84	15,49	17,78
	Мікофренд	6,73	16,23	16,59	37,67	38,73	14,55	16,89
	Меланоріз	6,72	16,28	16,71	37,74	39,11	14,46	16,12
	Органік-баланс	7,01	17,93	18,05	44,28	47,78	15,61	17,73
Ясон	Контроль (обробка водою)	6,45	16,23	16,48	36,83	38,03	13,46	13,93
	Азотофіт	6,89	16,87	17,01	41,60	46,78	14,79	17,04
	Мікофренд	6,72	16,39	16,59	36,84	37,59	14,08	16,73
	Меланоріз	6,72	16,39	16,60	36,49	38,47	14,08	16,55
	Органік-баланс	6,93	17,04	17,23	42,77	47,28	15,33	17,18

Примітки: Проведення позакореневих підживлень біопрепаратами:

I– у фазу весняного кущіння;

I+II – у фази кущіння та на початку виходу рослин у трубку.

на початку виходу рослин у трубку – сприяло істотному збільшенню площі асиміляційної поверхні порівняно з варіантами контролю, де рослини обробляли водою. Зміни цього показника в динаміці за фазами розвитку під дією досліджуваних факторів стосовно живлення рослин ячменю озимого у середньому по сортах за три роки вирощування ілюструє рис. 1.

Дані, наведені на рис. 1, свідчать про високу ефективність дворазової обробки посіву рослин Азотофітом. На розмірі площі листків рослин ячменю озимого порівняно з контролем значною впливовістю не характеризувався біопрепарат Мікофренд, який забезпечував отримання практично таких же її величин, як і в рослинах, відібраних у контрольному варіанті.

Найбільше на розміри листкової поверхні рослин впливав Азотофіт. Досить близькими значеннями характеризувався і Органік-баланс, проте з цим біопрепаратом дослідження проведено впродовж двох років, тож ми не використали показники по ньому для рисунку, а навели один із найефективніших та найменш впливовий біопрепарати.

Визначенням кореляційно-регресійної залежності встановлено тісні зв'язки між площею асиміляційної поверхні сортів ячменю озимого і рівнями врожаю зерна, сформованими цими сортами (рис. 2).

Отримана комбінація показала передбачення значення, що може приймати цільова (залежна) змінна. Більш сильні кореляційно-регресійні зв`язки між цими показниками визначені у сортів Оскар і Валькірія, сильні, але дещо менших значень їх забезпечили сорти Достойний та Ясон.

Площа асиміляційної поверхні рослин ячменю озимого, яку формували сорти, певним чином позначалась на показниках чистої продуктивності фотосинтезу та фотосинтетичого потенціалу (табл. 2).

Необхідно зазначити, що площа листкової поверхні, чиста продуктивність фотосинтезу і фотосинтетичний потенціал посіву сортів ячменю озимого ми навели в середньому за всі роки досліджень, проте вони істотно різнились за роками вирощування. Покажемо це на прикладі чистої продуктивності фотосинтезу (рис. 3), на якому наведено результати контрольного варіанту і використання для підживлень найбільш та найменш ефективного біопрепаратів.

Найбільших значень усі досліджувані показники досягли у 2019 році, який був найбільш сприятливим за зволоженням і температурним режимом, а найнижчих –

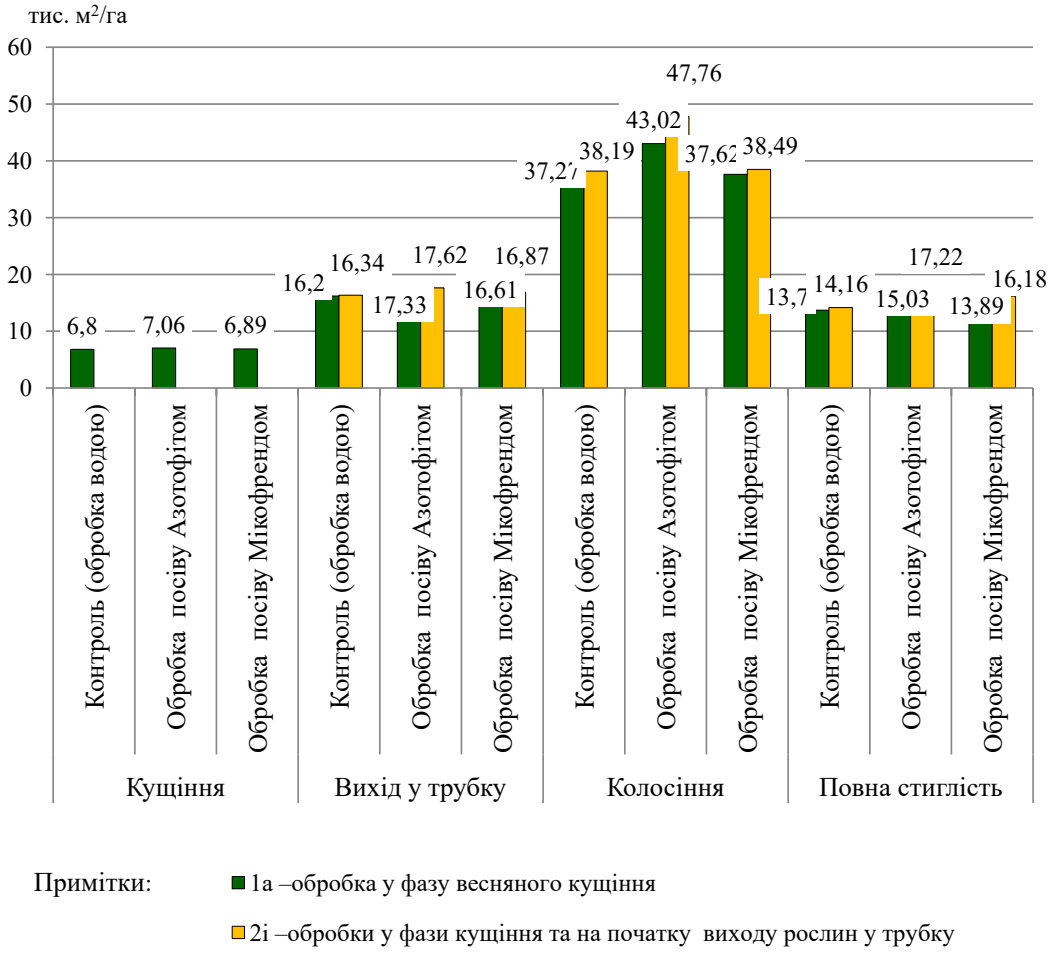


Рис. 1. Площа листкової поверхні рослин ячменю озимого залежно від фази розвитку, препарату та кількості обробок (середнє по сортах за 2016-2019 рр.), тис. м²/га

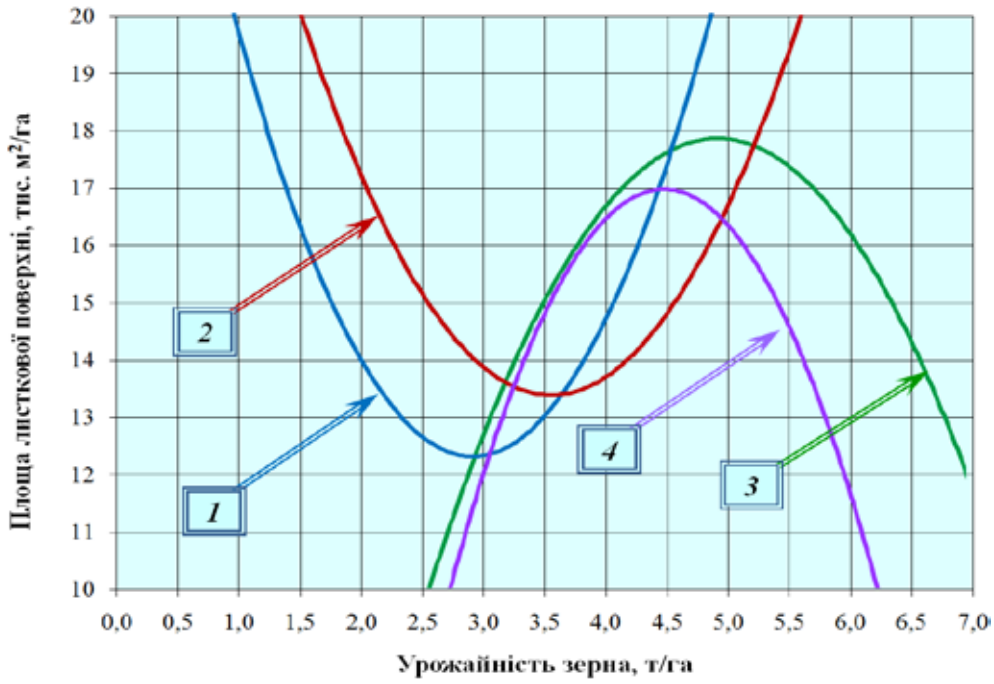


Рис. 2. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю зерна ячменю озимого та площею листкової поверхні на період повної стиглості зерна:

1 – Достойний (st): $y = 2{,}130x^2 – 14{,}21x + 35{,}86$; $R^2 = 0{,}798$;

2 – Валькірія: $y = 1{,}504x^2 – 12{,}41x + 39{,}58$; $R^2 = 0{,}826$;

3 – Оскар: $y = -0{,}729x^2 + 10{,}42x – 19{,}26$; $R^2 = 0{,}885$;

4 – Ясон: $y = -1{,}456x^2 + 16{,}44x – 29{,}33$; $R^2 = 0{,}796$.

Таблиця 2

Чиста продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал сортів ячменю озимого залежно від біопрепаратів за період кущіння-колосіння (середнє за 2016–2019 рр.)

Сорт (фактор А)	Варіант живлення (фактор В)	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м² за добу		Фотосинтетичний потенціал, млн. г/м² за добу	
		I	I+II	I	I+II
Достойний (st)	Контроль (обробка водою)	2,31	2,37	1,33	1,41
	Азотофіт	2,59	2,87	1,67	1,74
	Мікофренд	2,34	2,39	1,41	1,48
	Меланоріз	2,33	2,39	1,40	1,49
	Органік-баланс	2,60	2,88	1,69	1,80
Валькірія	Контроль (обробка водою)	2,33	2,40	1,37	1,50
	Азотофіт	2,67	2,94	1,73	1,84
	Мікофренд	2,37	2,44	1,42	1,53
	Меланоріз	2,38	2,44	1,43	1,54
	Органік-баланс	2,65	2,91	1,71	1,83
Оскар	Контроль (обробка водою)	2,28	2,34	1,29	1,37
	Азотофіт	2,59	2,82	1,68	1,75
	Мікофренд	2,30	2,39	1,33	1,45
	Меланоріз	2,29	2,37	1,32	1,46
	Органік-баланс	2,60	2,86	1,70	1,84
Ясон	Контроль(обробка водою)	2,24	2,33	1,25	1,36
	Азотофіт	2,57	2,49	1,68	1,76
	Мікофренд	2,28	2,40	1,29	1,41
	Меланоріз	2,29	2,39	1,30	1,44
	Органік-баланс	2,59	2,82	1,70	1,83

Примітки: Проведення позакореневих підживлень біопрепаратами:

I – у фазу весняного кущіння;

I+II – у фази кущіння та на початку виходу рослин у трубку.

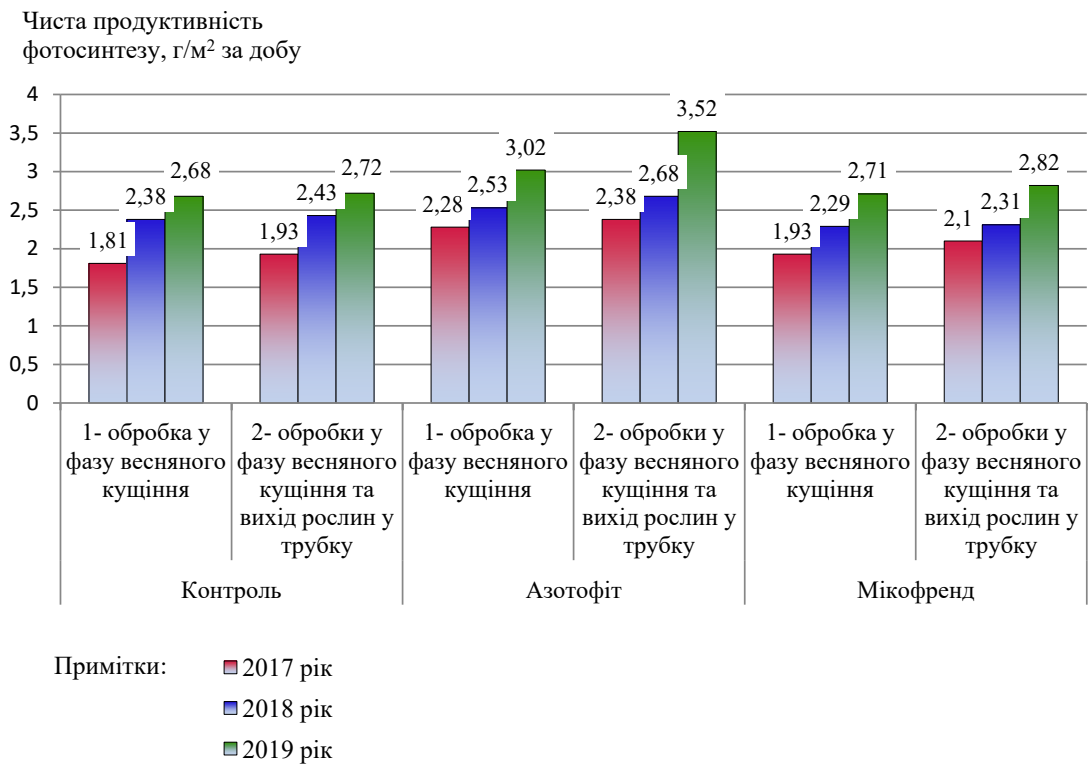


Рис. 3. Чиста продуктивність фотосинтезу ячменю озимого залежно від року вирощування та біопрепаратів (середнє по сортах), г/м² за добу

у несприятливому 2017 році, в якому впродовж вегетації випала найменша кількість опадів.

Наведений рисунок ілюструє переваги підживлень біопрепаратами і особливо за проведення їх двічі за вегетацію порівняно з контролем.

Висновки. Проведеними дослідженнями з чотирма сортами ячменю озимого з визначення асиміляційної поверхні рослин та її фотосинтетичної діяльності встановлено зростання цих показників за впливу оптимізації живлення. Найбільшою мірою площа листкової поверхні, чиста продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал збільшувалися за проведення двох позакореневих підживлень у періоди кущіння та на початку виходу рослин у трубку Азотофітом або Органік-балансом.

Встановлено, що площа асиміляційної поверхні рослин усіх досліджуваних сортів ячменю озимого тісно корелює з рівнями врожайності зерна. Залежно від сортових особливостей показники кореляційно-регресійної залежності R^2 коливалися від 0,796 до 0,885. Усі досліджувані показники, а саме площа листкової поверхні, чиста продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал, були визначені більшими у найбільш сприятливому 2019 році, а найменшими – у найбільш посушливому 2017 році.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности. *Теоретические основы фотосинтетической продуктивности.* М.: Наука, 1972. С. 12–16.
2. Ничипорович А.А. Реализация регуляторной функции света в жизнедеятельности растений как целого и в его продуктивности. Фоторегуляция метаболизма и морфогенеза растений. М.: Наука, 1975. С. 56–61.
3. Чиков В.И. Фотосинтез и транспорт ассимилятов. М.: Наука, 1987. 185 с.
4. Середа І.І. Площа листкової поверхні та фотосинтетичний потенціал рослин пшениці озимої залежно від умов вирощування. *Бюлетень Інституту зернового господарства.* 2011. № 40. С. 144–147.
5. Моргун В.В., Швартау В.В., Киризий Д.А. Физиологические основы формирования высокой продуктивности зерновых злаков. *Физиология и биохимия культурных растений.* 2010. № 5. С. 371–392.
6. Жемела Г.П., Шевніков Д.М. Фотосинтетична продуктивність посівів пшениці твердої ярої залежно від мінеральних добрив та біопрепаратів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2013. № 3. С. 36–40.
7. Гамаюнова В.В., Гаро І.М. Фотосинтетична діяльність ріпаку озимого залежно від основного обробітку ґрунту, строку і способу сівби. *Вісник Сумського НАУ. Серія «Агрономія і біологія»*. Суми, 2017. Вип. 2 (33). С. 124–128.
8. Лень О.І. Формування асимілюючої поверхні та її вплив на продуктивність ячменю ярого за різних технологій вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2009. №1. С. 119–121.
9. Ничипорович А.А., Куперман Ф.М. Фотосинтез и вопросы повышения урожайности растений. *Вестник с.-х. науки*. 1966. № 2. С. 1–12.

10. Гамаюнова В.В., Кувшинова А.О. Формування надземної маси та врожайності зерна сортами ячменю озимого в умовах Південного Степу України під впливом біопрепаратів. *Наукові доповіді НУБіП України.* Київ, 2021. № 1(89), 15 с. doi: http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.006
11. Сидякіна О.В., Гамаюнова В.В. Продуктивність пшениці ярої залежно від фонів живлення в умовах Південного Степу України. *Наукові горизонти, «Scientific horizons»*. Житомир, 2020. № 08 (93). С. 104–111. doi: 10.33249/2663-2144-2020-93-8-104-111.
12. Панфілова А.В., Гамаюнова В.В. Фотосинтетична діяльність посівів пшениці озимої залежно від сорту та живлення в умовах Південного Степу України. *Наукові горизонти «Scientific Horizons».* Житомир, 2018. №2(65). С. 3–10.
13. Ничипорович А.А. Некоторые принципы комплексной оптимизации фотосинтетической деятельности и продуктивности растений. *Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве.* М.: Колос, 1970. С. 6–22.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). [5-е изд., доп. и перераб]. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
15. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С. В. Методика польового досліду: навчальний посібник. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448 с.

REFERENCES:

1. Nichiporovich, A.A. (1972). *Fotosinteticheskaja dejatel'nost' rastenij i puti povyshenija ih produktivnosti. Teoreticheskie osnovy fotosinteticheskoj produktivnosti [Photosynthetic activity of plants and ways to increase their productivity. Theoretical Foundations of Photosynthetic Productivity].* M.: Nauka, 12–16 [in Russian].
2. Nichiporovich, A.A. (1975). *Realizacija reguljatornoj funkcii sveta v zhiznedejatel'nosti rastenij kak celogo i v ego produktivnosti. Fotoreguljacija metabolizma i morfogeneza rastenij [Realization of the regulatory function of light in the life of plants as a whole and in its productivity. Photoregulation of plant metabolism and morphogenesis].* M.: Nauka, 56–61 [in Russian].
3. Chikov, V.I. (1987). *Fotosintez i transport assimiljatov [Photosynthesis and transport of assimilates].* M.: Nauka, 185 [in Russian].
4. Sereda, I.I. (2011). Ploshcha lystkovoi poverkhni ta fotosyntetychnyi potentsial roslyn pshenytsi ozymoi zalezhno vid umov vyroshchuvannia [Leaf surface area and photosynthetic potential of winter wheat plants depending on growing conditions]. *Biuleten Instytutu zernovoho hospodarstva – Bulletin of the Institute of Grain Management, 40, 144–147* [in Ukrainian].
5. Morgun, V.V., Shvartau, V.V., & Kirizij, D.A. (2010). Fiziologicheskie osnovy formirovanija vysokoj produktivnosti zernovyh zlakov [Physiological basis for the formation of high productivity of cereals]. *Fiziologija i biohimija kul'turnyh rastenij – Physiology and biochemistry of cultivated plants, 5, 371–392* [in Ukrainian].
6. Zhelema, H.P., & Shevnikov, D.M. (2013). Fotosyntetychna produktyvnist posiviv pshenytsi tverdoi yaroi zalezhno vid mineralnykh dobryv ta biopreparativ [Photosynthetic productivity of durum wheat crops depending on mineral fertilizers and biological products]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy, 3, 36–40* [in Ukrainian].
7. Gamajunova, V.V., & Garo, I.M. (2017). Fotosyntetychna diialnist ripaku ozymoho zalezhno vid osnovnoho obrobitku hruntu, stroku i sposobu sivby [Photosynthetic activity of winter oilseed rape depending on the main tillage, timing and method of sowing]. Visnyk *Sumskoho NAU. Seriia «Ahronomiia i biolohiia» – Bulletin of Sumy NAU. Agronomy and Biology Series, 2 (33), 124–128* [in Ukrainian].
8. Len, O.I. (2009). Formuvannia asymiliuiuchoi poverkhni ta yii vplyv na produktyvnist yachmeniu yaroho za riznykh tekhnolohii vyroshchuvannia [Formation of the assimilating surface and its influence on the productivity of spring barley by different cultivation technologies]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy, 1, 119–121* [in Ukrainian].
9. Nichiporovich, A.A., & Kuperman, F.M. (1966). Fotosintez i voprosy povyshenija urozhajnosti rastenij [Photosynthesis and questions of increasing the productivity of plants]. *Vestnik s.-h. nauki – Bulletin of S.-kh. Sciences, 2, 1–12* [in Russian].
10. Gamajunova, V.V., & Kuvshynova, A.O. (2021). Formuvannia nadzemnoi masy ta vrozhainosti zerna sortamy yachmeniu ozymoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy pid vplyvom biopreparativ [Formation of aboveground mass and grain yield by winter barley varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine under the influence of biological products]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy – Scientific reports of NULES of Ukraine, 1(89)* [in Ukrainian].
11. Sydiakina, O.V., & Gamajunova, V.V. (2020). Produktyvnist pshenytsi yaroi zalezhno vid foniv zhyvlennia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Productivity of spring wheat depending on food backgrounds in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Naukovi horyzonty – Scientific horizons, 08 (93), 104–111* [in Ukrainian].
12. Panfilova, A.V., & Gamajunova, V. V. (2018). Fotosyntetychna diialnist posiviv pshenytsi ozymoi zalezhno vid sortu ta zhyvlennia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Photosynthetic activity of winter wheat crops depending on the variety and nutrition in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Naukovi horyzonty – Scientific Horizons, 2(65), 3–10* [in Ukrainian].
13. Nichiporovich, A.A. (1970). *Nekotorye principy kompleksnoj optimizacii fotosinteticheskoj dejatel'nosti i produktivnosti rastenij. Vazhnejshie problemy fotosinteza v rastenievodstve [Some principles of complex optimization of photosynthetic activity and plant productivity. The most important problems of photosynthesis in crop production].* M.: Kolos [in Russian].
14. Dospehov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). [Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results)].* M.: Agropromizdat, 352 [in Russian].
15. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu: navchalnyi posibnyk [Methods of field research: a textbook].* Kherson: Hrin D.S., 448 [in Ukrainian].

Гамаюнова В.В., Кувшинова А.О. Фотосинтетична діяльність ячменю озимого залежно від особливостей сорту та біопрепаратів

Мета. Визначити фотосинтетичну активність ячменю озимого за результатами досліджень. Встановити вплив на її складники проведених упродовж 2016–2019 рр. біологічних особливостей сорту та оптимізації живлення. У дослідженнях застосували ресурсозберігаючу систему живлення, яка базується на використанні сучасних біопрепаратів для позакореневих підживлень в основні періоди вегетації. **Методи.** Вирощували сорти ячменю озимого на чорноземі південному на дослідних полях Навчально-науково-практичного центру Миколаївського НАУ, що має середню забезпеченість рухомим азотом та підвищену фосфором і калієм. Усі елементи технології, відбори зразків рослин, їх визначення проводили згідно з методичними рекомендаціями та ДСТУ. **Результати.** За результатами трирічних досліджень з ячменем озимим (вирощували чотири сорти) з оптимізації живлення рослин на засадах ресурсозбереження встановлено, що проведення позакореневих підживлень сучасними біопрепаратами позитивно впливало на ростові процеси рослин ячменю, зокрема приводило до збільшення площі листкової поверхні та посилення їх фотосинтетичної діяльності. Визначено, що максимальної величини площа листкової поверхні рослин усіх досліджуваних сортів ячменю озимого досягла у період колосіння. Проведення позакореневих підживлень біопрепаратами двічі за вегетацію у фази весняного кущення та на початку виходу рослин у трубку збільшувало цей показник порівняно з одноразовою обробкою в першу фазу. Найбільш впливовими на збільшення всіх досліджуваних чинників фотосинтетичної діяльності виявилося використання для підживлень Азотофіту й Органік-балансу. Із взятих на вивчення сортів більшою мірою на це реагували Оскар і Валькірія. Між площею листкової поверхні досліджуваних сортів ячменю озимого та рівнями врожайності зерна встановлено тісні кореляційно-регресійні залежності. **Висновки.** Встановлено, що оптимізація живлення позитивно позначалась на всіх складниках, що характеризують роботу фотосинтезуючих процесів рослин, зокрема площі їх асиміляційної поверхні. Цей показник залежав і змінювався від впливу біопрепарату, використаного для підживлень, фази та кількості проведених підживлень, особливостей сорту, погодних умов року вирощування.

Ключові слова: сорти ячменю, площа листкової поверхні, чиста продуктивність фотосинтезу, фотосинтетичний потенціал, оптимізація живлення.

Gamayunova V.V., Kuvshinova A.O. Photosynthetic activity of winter barley depending on the characteristics of the variety and biological products

Purpose. Determine the photosynthetic activity of winter barley according to research results. Establish the impact on its components conducted during 2016–2019. biological features of the variety and nutrition optimization. The research used a resource-saving nutrition system based on the use of modern biological products for foliar feeding in the main growing seasons. **Methods.** Varieties of winter barley were grown on the southern chernozem in the research fields of the Educational and Scientific-Practical Center of Mykolayiv NAU, which has an average supply of mobile nitrogen and is high in phosphorus and potassium. All elements of technology, sampling of plants, their definition, were carried out in accordance with the guidelines and DSTU. **Results.** According to the results of three years of research with winter barley (four varieties were grown) on optimization of plant nutrition on the basis of resource conservation, it was found that foliar fertilization with modern biological products had a positive effect on barley growth, in particular increased leaf area and increased photosynthesis. It was determined that the maximum size of the leaf surface area of plants of all studied varieties of winter barley reached during earing. Carrying out foliar fertilization with biological products twice during the growing season in the phase of spring tillering and at the beginning of the emergence of plants in the tube increased this figure compared to a single treatment in the first phase. The most influential in increasing all the studied factors of photosynthetic activity was the use of Nitrogen and Organic Balance for fertilization. Of the varieties studied, Oscar and Valkyrie responded more. Close correlation-regression dependences have been established between the leaf surface area of the studied winter barley varieties and grain yield levels. **Conclusions.** It was found that the optimization of nutrition had a positive effect on all components that characterize the work of photosynthetic processes of plants: in particular, the area of their assimilation surface. This indicator depended and varied on the effect of the biological product used for fertilization, phase and amount of fertilization, variety characteristics, weather conditions of the year of cultivation.

Key words: barley varieties, leaf surface area, net productivity of photosynthesis, photosynthetic potential, nutrition optimization.

УДК 633.71.575.
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.17

ОРГАНІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНОГО СЕРВІСУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СЕЛЕКЦІЇ НА ЯКІСТЬ ТЮТЮНОВОЇ СИРОВИНИ

САВІНА О.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор
https://orcid.org/000-0003-1017-412X
Закарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України
МАТІЄГА О.О. – кандидат сільськогосподарських наук
https://orcid.org/0000-0002-6482-3941
Закарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України
ШЕЙДИК К.А. – кандидат сільськогосподарських наук
https://orcid.org/0000-0002-5249-2372
Закарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України
ГЛЮДЗИК-ШЕМОТА М.Ю. – кандидат сільськогосподарських наук
https://orcid.org/0000-0001-7937-6489
Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет»

Постановка проблеми. Важливим на сучасному етапі селекційного процесу є здешевлення та скорочення терміну виведення нових сортів, а тому цінним є встановлення ефективних ознак, які корелюють із якістю сировини. Тому передбачається ретельне вивчення колекції тютюну та встановлення методичних підходів до встановлення та виділення тих ознак, які тісно корелюють із якістю не лише сировини, а й насіння – важливої ознаки при веденні насінництва [1].

Основною метою селекціонерів під час створення сортів є забезпечення високої оплати елементів технології і відповідної віддачі одиниці площі. Ідеотип сорту, за даними Бороєвич [2], створюється за умови дотримання основних принципів: встановлення основних ознак сорту, лімітуючи фактори навколишнього середовища, технологічні можливості; визначення ознак сорту, що зумовлюють відповідну щільність розміщення рослин (розмір листків, висота рослин, рівень родючості ґрунтів); визначення потреби ринку в якості продукції (товарна якість, ґатунки, хімічний склад, придатність до зберігання та транспортування).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Потенціал урожайності сортів і гібридів, як вказує М.П. Лісовий [3], нині використовується у середньому на 25–30%. Тут впливає технологічна незабезпеченість виробництва, що не дає змоги одержати врожай відповідно до рекомендованих технологій. Разом із тим, вказують автори, у селекції сільськогосподарських культур існують і нагромаджуються проблемні питання. Класичними методами не завжди можна вирішити актуальні завдання. Сучасний селекційний процес на рубежі XXI ст. висуває нові завдання, серед яких актуальними є створення високоадаптивних сортів і гібридів агроекологічної орієнтації з великим ступенем генетичного захисту урожаю від біотичних і абіотичних факторів середовища.

Мета статті. Важливо визначити гранично допустимий нижній рівень урожайності та якості, активізувати і прискорити селекційний процес із створенням гетерозисних гібридів. Теоретичне й методичне забезпечення селекційного процесу має бути зорієнтовано на формування високоінтелектуальних технологій із застосуванням генетично запрограмованих сортів необхідної біологічної та господарської спрямованості.

Селекція, як указує Фольконер [4], здійснюється з розрахунку умов вирощування, які будуть створені у перспективі не менше 10–15 років. Саме з цих причин теперішні селекційні програми мають бути розраховані на створення сортів різних типів за ступенем інтенсивності, а також із широким гомеостазом стосовно них, реакції на метеорологічні та агроекологічні чинники.

Особливо зростає роль, на думку В.Ф. Сайко [5], інтенсивних сортів, які можуть не тільки найповніше використати високі дози мінеральних добрив і сприятливі умови зволоження, а й забезпечити високу врожайність при їх недостачі.

І.В. Яшовський [6] вважав, що успішне розв'язання проблеми подальшого підвищення рівня продуктивності сортів та її стабільності можливе лише через удосконалення селекційно-генетичних методів фізіолого-біохімічних процесів фотосинтезу, адаптивності рослин до стресових факторів фотосинтезу, адаптивності рослин до стресових факторів середовища. Повніша реалізація потенціалу сорту, на думку автора, можлива за умови відпрацювання виду рослин із фотосинтезом типу C_4 шляхом створення надійно дозріваючих середньо- і ранньостиглих сортів із нейтральною фотоперіодичною реакцією.

Модель сорту – компенсаторна система, яка складається з найбільш важливих морфологічних, фізіологічних, ценотичних та інших ознак і властивостей рослин і агрофітоценозу, знаходиться на оптимальному рівні, зумовлена максимальною можливістю в конкретних агроекологічних умовах продуктивністю і якістю. Тому у статті детально будуть розглянуті особливості формування матеріалів у електронній базі, виділення основних ознак, які тісно корелюють із продуктивністю тютюну.

Матеріали і методика проведення досліджень. Матеріалом для підготовки статті слугувала створена колекція тютюну та вихідний селекційний матеріал, напрацьований за тривалий період роботи. Основним методичним посібником у селекційній роботі є «Методики селекционной работы по табаку и махорке» (Краснодар, 1974 г.). Метод селекційної роботи – міжсортова гібридизація шляхом простих, складних, насичуючих, паралельно-насичуючих схрещувань та наступних індивідуальних і масових доборів. Оцінка за морфологічними та біологічними ознаками проводилася згідно з класифікатором Л.В. Семенової (1982 р.). Добір родинних пар під час селекції на гетерозис – згідно з методикою Г.В. Гуляєва (1978 р.). Оцінка на гетерозисну здатність проводилась за методикою Д.С. Омарова (1975 р.). Подальша селекційна робота проводилась на основі спеціальних доборів за методикою Ю.Б. Коновалова (1979 р.). Визначався метод найбільш ефективного добору та умови, за яких цей напрям роботи буде найбільш ефективним.

Реалізація потенціальних можливостей елементів продуктивності визначалась як відношення реального прояву ознак у фазу повного цвітіння за методичними розробками Ф.М. Купермана (1975 р.) та вдосконалена нами для сортів тютюну. Для більш ефективного ведення селекційного процесу належну увагу приділено визначенню кореляційних зв'язків між морфологічними ознаками, які несуть відповідальність за продуктивність і якість. Фон для ефективного добору штучно створений (монокультура, загущення посадок, розміщення томатів і картоплі, пізні висадки рослин для розповсюдження хвороб).

Результати досліджень. В основі організації сервісу лежить правильний і самодостатній збір первинного матеріалу шляхом ретроспективи результатів селекційного процесу, застосовуючи кластерний аналіз, багатомірного статистичного аналізу гібридних комбінацій за основними 22 морфологічними ознаками на основі системи топкросів, діалельних схрещувань та інших задіяних у селекційну програму схем.

Система комп'ютерної програми буде складати такі блоки: підсистема реєстрації і документації селекційного матеріалу – накопичення, зберігання та аналіз даних, одержаних у результаті селекції; банк паспортних даних вихідних форм, які будуть залучатись у селекційні схрещування; блок статистичних, біометрично-генетичних і орієнтовних до ідеалу сорту програм.

Орієнтовна блок-схема системи комп'ютерного сервісу селекції тютюну наведена на рис. 1.

Розроблена система комп'ютерного сервісу підвищить ефективність селекційного процесу за рахунок таких факторів: при допомозі банку даних селекціонер буде володіти значною генетичною інформацією про наявний матеріал; прогноз перспективних гібридних комбінацій до проведення схрещування дозволить збільшити обсяги опрацювання вихідного матеріалу без додаткових затрат; інформаційно-пошукова система реєстрації і документації дозволить раціонально планувати селекційні експерименти, підвищити їх достовірність та точність оцінок.

Всі селекціонери світу створюють свої моделі сортів, які чітко виражені у селекційних програмах. Модель не може бути корисною лише тоді, коли не визначені основні ознаки, тип сорту, агроекологічні умови, для яких створюється сорт. Вихідними факторами під час розроблення оптимальної моделі сортів сортотипів, які культивуються в Україні, були ті морфологічні ознаки, якими можливо маніпулювати у селекційному процесі. У завдання оптимізації входила максимальна врожайність при високій товарній і технологічній якості. Основними морфологічними ознаками, які відповідають за продуктивність, є розмір листка та його густота розміщення. Висока технологічна якість формується при оптимальній матеріальності, пористості, пружності та заповнювальній здатності. Не менш важливим є вміст нікотину та вуглеводів, які відповідають за смакові відчуття та ефективність під час виготовлення продукції. Висока товарна якість формується за вдалого поєднання фізіологічного кольору листка у сирому вигляді, дотримання збору його у стиглому вигляді та оптимальних умов сушіння і післязбиральної обробки. Тому розроблення оптимальної моделі сорту базується на комплексі ознак і технологічних факторів, які сприяють формуванню кількості і якості.

Обстеженню підлягала колекція вітчизняних сортів тютюну сортотипів, які культивуються в Україні: Соболчський 67 сортозразків, Крупнолистий-49, Вірджинія-25, Берлей-8, Американ-12 та група типу Український 19 сортозразків. Матеріал оцінювався за 22 морфологічними ознаками. При цьому оцінювалася похибка вимірювань, стабільність показників протягом низки років досліджень із визначенням алгоритму стабільності цих ознак.

Схема вихідних даних наведена на рис. 2, де враховано нерегульовані фактори селекційним шляхом (ґрунтово-кліматичні умови, технологічні фактори) та морфологічні і біологічні аспекти, які відповідають за якість і продуктивність рослини.

Модель сорту тютюну втілює в собі загальні характеристики, які притаманні багатьом сортам в межах сортотипу. Основні етапи побудови оптимальної моделі тютюну узагальнені на основі тривалих теоретичних і практичних пошуків у схемі (рис. 2).

Для рентабельного ведення тютюнництва, за даними спеціалістів, необхідно забезпечити рівень врожайності не нижче 1,5 т/га. При нижчій врожайності тютюнництво є збитковим, отримання сировини 1,2 т/га покриває лише затрати на її виробництво [7]. Схема побудови моделі сорту наведена на рис. 3.

Для конкурентоспроможності вітчизняного тютюнництва на світовому ринку найбільш важливими є якість сировини та розширення асортименту продукції. Основними критеріями якості є оптимальний вміст нікотину та білків, високий вміст вуглеводів, низька смолистість у сировини скелетного типу.

Товарна якість визначається високим виходом першого та другого ґатунку. Технологічна якість сировини всіх типів забезпечується тонкою середньою жилкою, тонкою, еластичною тканиною листка, високою матеріальністю та пористістю, низькою вологоємністю та висо-

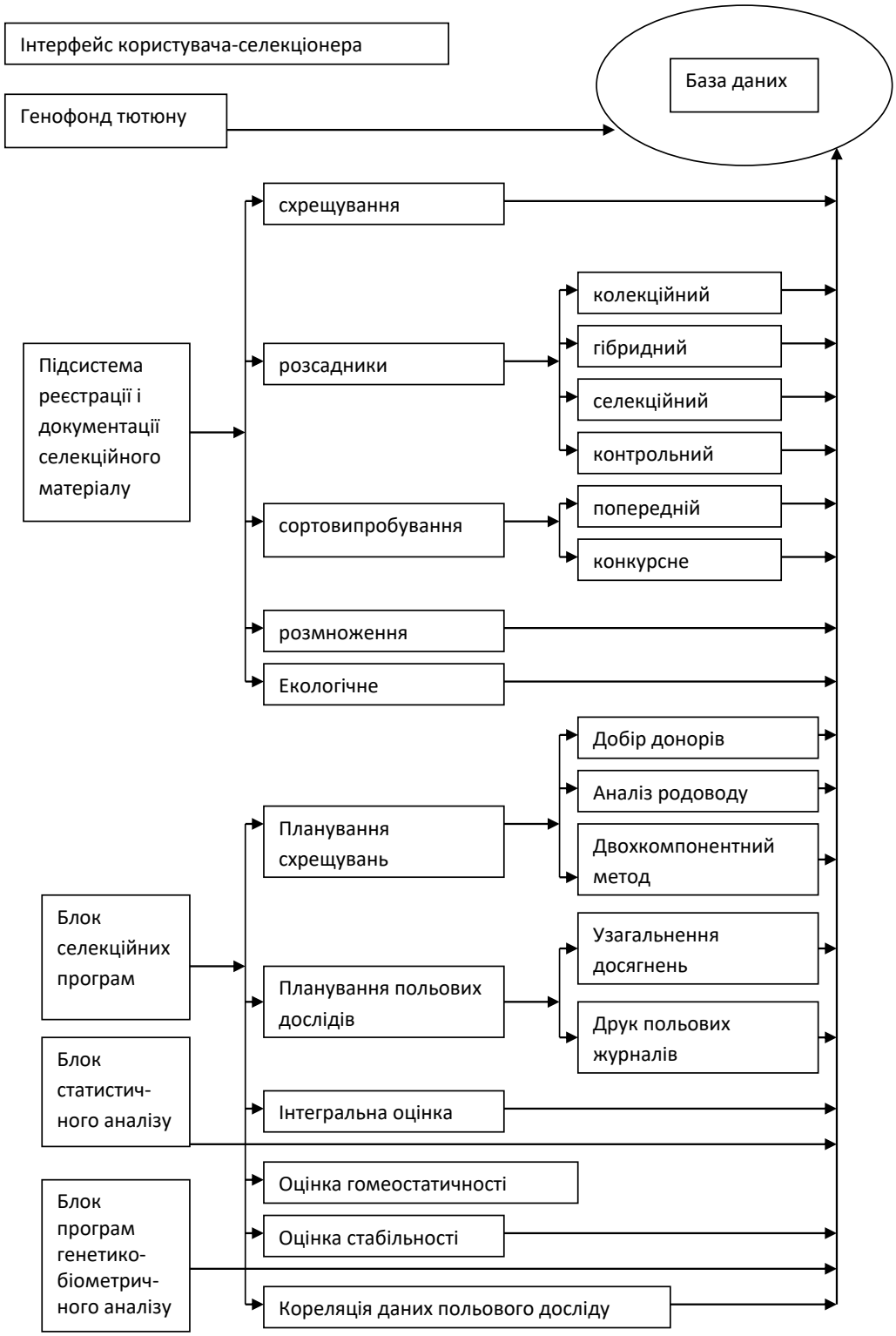


Рис. 1. Орієнтовна блок-схема комп'ютерного сервісу селекції тютюну

кою дегустаційною оцінкою. Оптимальних параметрів якості можливо досягти завдяки кліматичним умовам та добору сортів із терміном достигання у строки, які сприяють формуванню якості.

Експериментально доведено, що за лімітом певних елементів кліматичних умов архітектоніка рослини значно впливає на обмеження негативної їх дії та сприяє розкриттю потенціалу сортів тютюну. Так, цінною для тютюну є форма рослини з циліндричним габітусом. При такому розміщенні листки дозрівають не за ярусами, збирання їх можна провести у два-три прийоми, за більш короткий період і з меншими затратами праці.

Для одержання високого врожаю тютюну велике значення має площа листової поверхні. Кожному сорту

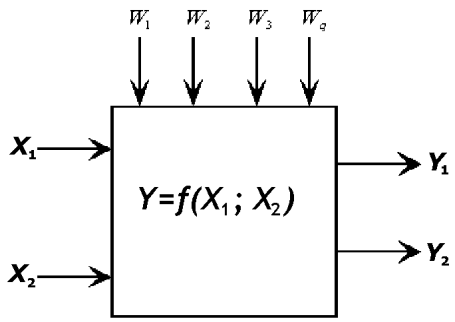


Рис. 2. Схема вихідних даних для побудови оптимальної моделі сорту:

Примітка: X_1 – архітектоніка рослини; X_2 – тривалість вегетаційного періоду;

Y_1 – критерій урожаю; Y_2 – критерій якості;

W_q – вплив зовнішнього середовища.

характерний різний розмір листків, що визначає його продуктивність. Найбільш оптимальний розмір листка для крупнолистих сортів – 50 см у довжину та 25 см у ширину. Не менш важливим є колір листка в свіжому вигляді. Встановлено, що для більшості сортів бажаним кольором листка є світло-зелений із жовтінням при достиганні. Таке листя швидко томиться, добре віддає вологу й сохне за коротший період, що дуже важливо для одержання високоякісної тютюнової сировини.

Вміст хімічних компонентів визначає якість тютюну. Під час розроблення селекційної програми на підвищення продуктивності слід враховувати, що вміст нікотину залежить від тривалості вегетаційного періоду. Автором встановлено стабільно високі показники кореляції між вмістом водорозчинних речовин і фенолів та кольором листка, висотою рослини, кількістю листків та їх розмірами, кольором листка та вмістом хлорофілу.

За даними О.С. Образцова [8], швидкість росту та кінцеві розміри рослини тісно пов'язані із тривалістю вегетаційного періоду. Особливо важливо враховувати кількість листків та інтенсивність їх формування. Зі швидкістю формування листків функціонально корелює наростання площі асимілюючої поверхні і, в кінцевому результаті, загальна маса сировини. Важливим показником продуктивності є товарна та технологічна якість сировини, яка формується тільки за оптимальних кліматичних умов регіону. Оптимальне завершення вегетаційного періоду для тютюну в умовах України є не пізніше 15 вересня, із завершенням формування врожаю тільки ранніх та середньостиглих сортів тютюну з високою інтенсивністю росту в розсадний і польовий періоди [5]. При використанні пізньостиглих сортів необхідно проводити глибоке вершкування. Тип ідеального сорту тютюну характеризується скоростиглістю, із інтенсивним утворенням листя (швидкі темпи накопичення біомаси за рахунок збільшення кількості листків та їх розмірів). Бажані ознаки можливо одержати шляхом складної гібридизації та подальшого індивідуального добору. За даними В.М. Космодем'янського та підтвердженими нами даними, під час добору родинних пар необхідно врахувати, що ранньостиглість домінує над пізньостиглістю, висока енергія росту над низькорослістю, висока урожайність над низькою. Високі курильні властивості батьківських форм зберігаються [6].

Параметри продуктивності можуть змінюватися залежно від технологічного забезпечення та генетичного потенціалу. На основі тривалих спостережень та обліків нами встановлено, що оптимальній моделі сорту тютюну сортотипу Соболчський та Крупнолистий для більш ефективного розкриття потенціалу продуктивності притаманні: циліндричний або конічний габітус рослини; продуктивна висота рослин не вище 165 см; високоефективний розподіл продуктів асиміляції; толерантність до зріджених посадок; розширення строку формування продуктивних ознак за рахунок більш пізнього цвітіння; тенденція до збільшення розміру і кількості листків; розміщення суцвіття на короткому стеблі; добір рослин з генетично низькою пасинковістю; короткий період цвітіння; посухостійкість; ранньостиглість листка; висока

Рис. 3. Схема побудови моделі сорту

окупність добрив; зближене дозрівання листка за ярусами; відсутність фотоперіодичної чутливості.

Моделювання з урахуванням фенотипу недостатньо. У подальшому слід виробити структуру цього фенотипу із визначенням межі умов навколишнього середовища, для яких виводиться сорт, технологічне забезпечення та ринкова затребуваність цієї сировини. Важливою є селекція кінцевих елементів структури врожаю з метою підвищення генетичного потенціалу продуктивності.

Розроблена модель полягає у забезпеченні таких даних, як: характеристика енергетичного потенціалу зони вирощування майбутнього сорту; детальне описання селекційно-значущих ознак, що впливають на продуктивність, якість продукції і стійкість до несприятливих факторів середовища; аналіз генетичної природи ознак, за якими необхідно вести селекцію (рис. 4–8).

За морфологічними ознаками параметри моделі наведені в табл. 2, оптимізація параметрів обґрунтована на рис. 4–8 та в табл. 1, продуктивність сортів визначається не тільки кількістю продуктивних органів (висота рослини та число технічних листків), але і їх розміром.

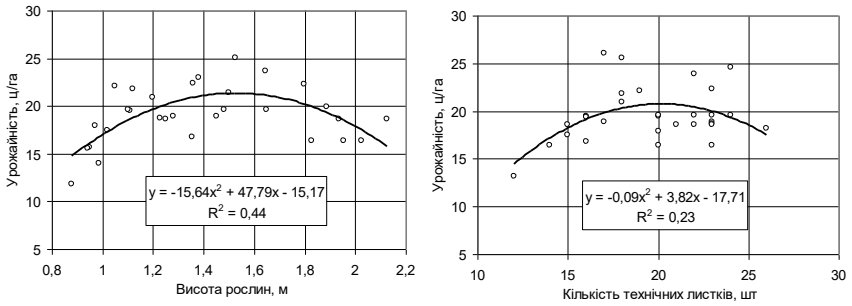


Рис. 4. Оптимізація висоти та кількості технічних листків рослин сортотипу Соболчський

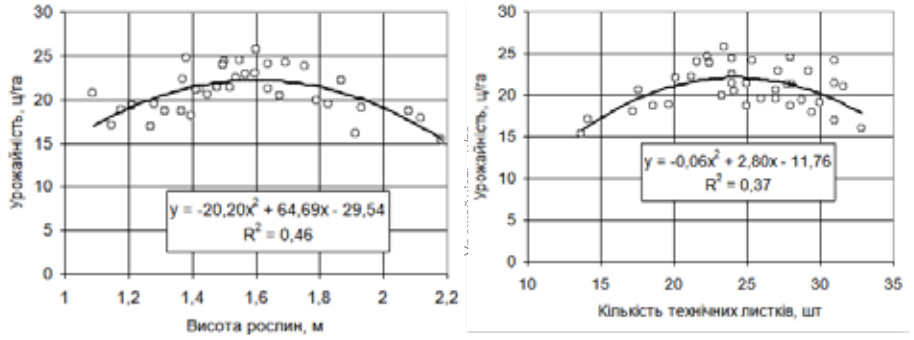


Рис. 5. Оптимізація висоти та кількості технічних листків рослин сортотипу Крупнолистий

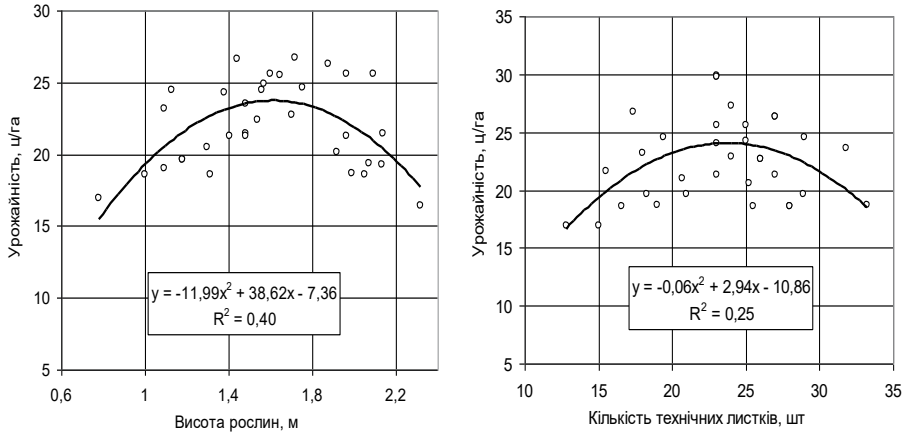


Рис. 6. Оптимізація висоти та кількості технічних листків рослин сортотипу Берлей

Однак, як вважають учені, існує деяка залежність між скоростиглістю і розміром листка. За даними вченого О.С. Образцова [8], розміри і маса органів генетично не пов'язані з ритмом розвитку й успадковуються незалежно одне від одного.

Згідно із законом ярусної мінливості органів розміри листків і міжвузля спочатку від ярусу до ярусу збільшуються, а потім поступово зменшуються.

Крайній період формування продуктивних листків у тютюну більший у пізньостиглих сортів, які формують багато листків на стеблі. Ранні сорти, на відміну від пізніх, формують менше біологічних листків, але кількість придатних для збирання у них вирівнюється у зв'язку з обмеженою вегетацією тютюну в умовах України.

Тип рослини-ідеалу тютюну, що містить у собі скоростиглість і високий потенціал продуктивності, повинен характеризуватися високою швидкістю закладання продуктивних листків з інтервалом у зав'язуванні листка не менше 1–1,5 днів та досить довгим періодом закладання продуктивних ознак. Дуже раннє цвітіння скорочує продуктивний період. Тому під час добору вихідних форм на скоростиглість необхідно врахувати цю особливість.

Швидкість росту листової поверхні тісно корелює із продуктивністю сортів тютюну. Ця ознака повинна служити діагностикою для високої потенціальної продуктивності сортів. Дрібнолистність є також характерною ознакою сорту і може компенсуватися щільністю посадок тютюну.

Висота рослини не відіграє важливої ролі під час формування високої потенціальної продуктивності. Важливо підібрати оптимальну висоту для кожного сортотипу та конкретного сорту, щоб полегшити догляд за рослинами та в майбутньому механізувати процес збирання листя.

Важливим аспектом під час формування потенціальної продуктивності сорту є вивчення граничної межі оплати добрив в різних умовах середовища та умови, за яких можливо прискорити інтенсивний ріст і продовжити період листоутворення і затримати цвітіння рослин.

В Україні обмежений вегетаційний період для формування продуктивності сортів тютюну не пізніше 15 вересня, тому у модель сортів повинна закладатись ознака скоростиглості, високої адаптивності до кліматичних умов регіонів вирощування та стійкості до поширених збудників хвороб. Під час вирощування сортів тютюну за ліміту агроекологічних факторів необхідно звертати увагу на комплекс біологічних, генетичних і господарських ознак, які проявляються в одному генотипі. Тільки такий фенотиповий прояв складає ідеальний тип сорту або наближений до бажаного. Селекційний процес тютюну в останній час спрямований на закріплення найвищого мінімального рівня продуктивності за обмежених агротехнологічних факторів, що необхідно врахувати під час опрацювання моделі сорту.

На основі проведеного аналізу стану селекційного процесу тютюну із застосуванням різних методів оцінки, схем схрещування, методів добору та детального математичного аналізу встановлено таке: під час створення сортів за обмежених технологічних факторів необхідно

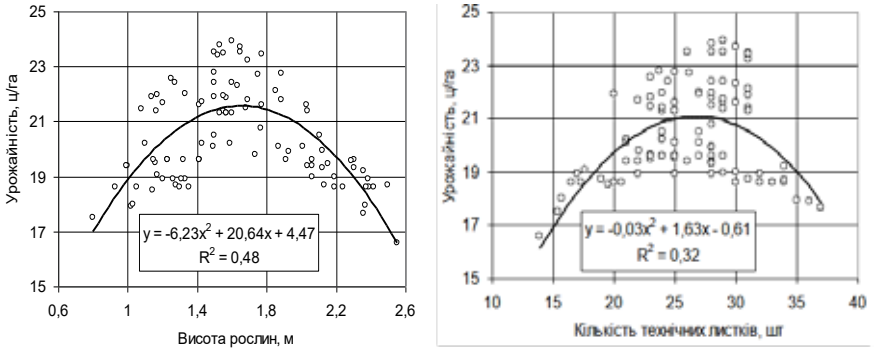


Рис. 7. Оптимізація висоти та кількості технічних листків рослин сортотипу Вірджинія

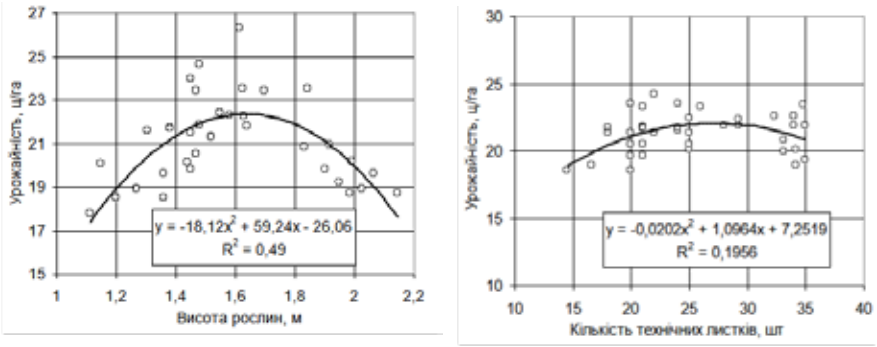


Рис. 8. Оптимізація висоти та кількості листків рослин сортотипу Український

Таблиця 1

Обґрунтування оптимальних параметрів кількісних ознак

Сортотип	$y=f(x)$	$y' = \frac{dy}{dx}$	Координати точки екстемуму
Обґрунтування оптимальної висоти рослин			
Соболчський	$-15,64x^2+47,79x-15,17$	$-31,28x+47,79$	$x=\frac{47,79}{31,28}=1,53$
Крупнолистий	$-11,99x^2+38,62x-7,36$	$-23,98x+38,62$	$x=\frac{38,62}{23,98}=1,61$
Берлей	$-26,91x^2+86,35x-45,31$	$-53,82x+86,35$	$x=\frac{86,35}{53,82}=1,60$
Вірджинія	$-18,12x^2+59,24-26,06$	$-36,24x+59,24$	$x=\frac{59,24}{36,24}=1,63$
Український	$-20,20x^2+64,69x-29,54$	$-40,40x+64,69$	$x=\frac{64,69}{40,40}=1,60$
Загальний по культурі	$-6,23x^2+20,64x+4,47$	$-12,46x+20,64$	$x=\frac{20,64}{12,46}=1,66$
Обґрунтування оптимальної кількості технічних листків			
Сортотип	$y=f(x)$	$y' = \frac{dy}{dx}$	Координати точки екстемуму
Соболчський	$-0,09x^2+3,82x-17,71$	$-0,18x+3,82$	$x=\frac{3,82}{0,18}=21,2$
Крупнолистий	$-0,06x^2+2,94x-10,86$	$-0,12x+2,94$	$x=\frac{2,94}{0,12}=24,5$
Берлей	$-0,12x^2+4,85x-22,56$	$-0,24x+4,85$	$x=\frac{4,85}{0,24}=20,2$
Вірджинія	$-0,02x^2+1,10x+7,25$	$-0,04x+1,10$	$x=\frac{1,10}{0,04}=27,5$
Український	$-0,06x^2+2,80x-11,76$	$-0,12x+2,80$	$x=\frac{2,80}{0,12}=23,3$
Загальний по культурі	$-0,03x^2+1,63x-0,61$	$-0,06x+1,63$	$x=\frac{1,63}{0,06}=27,2$

орієнтуватися на формування високого нижнього порогу продуктивності у поєднанні з надійним генетичним захистом від лімітів середовища, шкідників і хвороб та системної властивості генотипу, кінетики динамічних процесів шляхом оптимізації фенотипових ознак; визначення оптимальної морфології рослин різних сортотипів ґрунтується на функціональній діяльності кожної ознаки, яка детермінує з генотипом і визначає взаємозв'язок елементів будови рослини з діяльністю генів, що є основою для теоретичної бази селекції на продуктивність; в Україні обмежений вегетаційний період для формування продуктивності сортів тютюну терміном не пізніше 15 вересня, тому у модель сортів повинна закладатись ознака скоростиглості, високої адаптивності до кліматичних умов регіонів вирощування та стійкості до поширених збудників хвороб.

Основними лімітуючими урожай тютюну умовами є волога та висока температура на початку вегетації (сума опадів за вегетацію у більшості років становить до 200 мм та температура у травні сягає за 20 ºС), а більша частина опадів припадає на кінець вегетації, коли рослини не потребують такої кількості вологи.

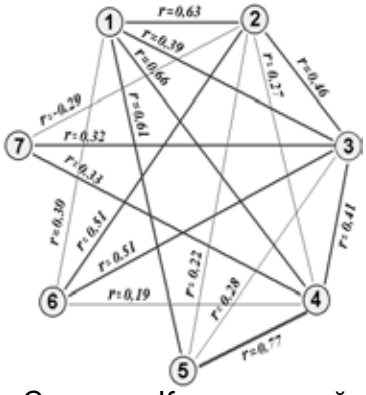
Під час порушення технологічного процесу вирощування та у стресових умовах клімату відбулися зміни рівня якості нових сортів. Тому селекційний процес налаштований на підтримання високого нижнього порогу продуктивності на рівні минулих років і різке підвищення біохімічного складу, технологічних властивостей та смакових якостей сировини. На сучасному етапі збільшується попит на продукцію із низьким вмістом нікотину та нейтральним смаком.

Урожайність сортів сортотипу Крупнолистий тісно корелює з висотою рослин, довжиною та шириною листка (рис. 9). Висота рослин цього сортотипу корелює з товарністю (r=0,51±0,22) та кількістю технічних лист-

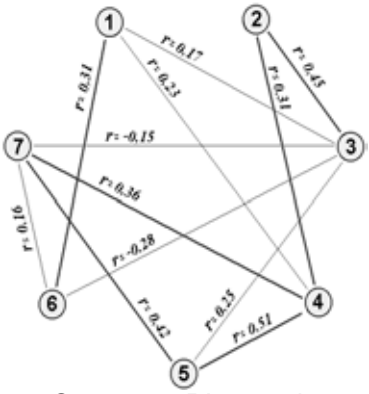
Таблиця 2

Морфо-біологічні характеристика моделі сорту за сортотипами

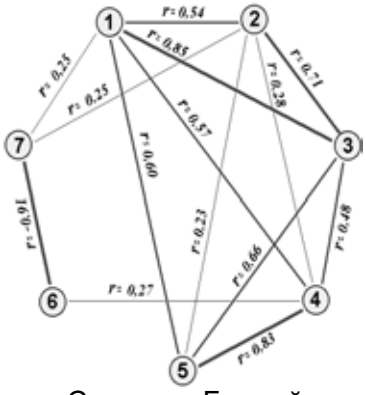
Ознака	Оптимальний рівень показників сорту сортотипів				
	Соболчський	**Крупнолистий**	**Берлей**	**Вірджинія**	**Американ**
Висота рослин, см	140 – 165	150 – 165	150 – 170	150 – 170	140 – 165
К-сть технічних листків, шт.	18 – 24	22 – 28	16 – 22	24 – 30	18 – 22
Довжина листка	Довгий	Довгий	довгий	довгий	середній
Ширина листка	Середній	Середній	широкий	вузький	середній
Товщина середньої жилки	Середня	Тонка	середня	середня	тонка
Дозрівання останньої ломки, днів	90	120	150	120	120
Дозрівання насіння	Середнє	Середнє	середнє	середньопізнє	середнє
Група стиглості	Скоростиглі	Середні	середні	середньопізні	середні
Тривалість періоду цвітіння	Короткий	Середній	довгий	середній	короткий
Окупність добрив	Висока	Середня	висока	середня	низька
Врожай сухої маси, ц/га	до 25	до 25	до 30	до 20	до 15
Товарна якість	Середня	Висока	середня	висока	висока
Вміст нікотину, %	до 3,5	до 1,5	до 2,0	до 1,5	до 3,5
Вміст вуглеводів,	Низький	Середній	низький	високий	високий
Товщина жилки, мм	1,2 – 1,8	до 0,5	до 2	до 2	до 1,5
Тип сировини	сигарний, скелетний	скелетний	скелетний	смаковий скелетний	Ароматиний
Матеріальність	Висока	Середня	висока	низька	низька
Вологоємкість	Висока	Середня	висока	низька	низька



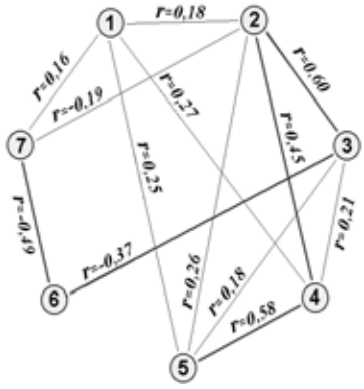
Сортотип Крупнолистий



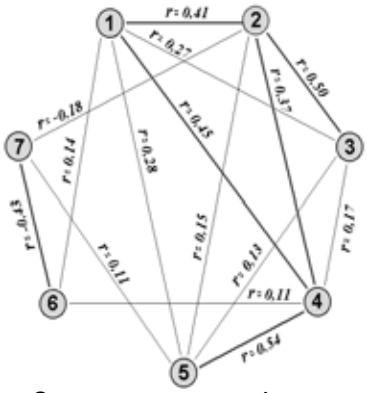
Сортотип Вірджинія



Сортотип Берлей



Сортотип Соболчський



За культурою в цілому

1 - врожайність;

2 - висота рослин;

3 - кількість технічних листків;

4 - довжина листка;

5 - ширина листка;

Рис. 9. Кореляційні зв'язки між основними ознаками рослин тютюну

ків (r=0,46±0,23). Тісні кореляційні зв'язки відзначено між довжиною та шириною листка (r=0,77±0,16). Отже, для сортів цього сортотипу важливими ознаками, які корелюють з урожайністю, є висота рослин, довжина та ширина листка. Товарність залежить від висоти рослин, кількості сформованих технічних листків. Межа формування продуктивних ознак визначена скороченням вегетаційного періоду. Вміст нікотину дещо залежить від кількості технічних листків та їх довжини, що необхідно врахувати під час формування ідеального типу сорту цього сортотипу.

У сортів сортотипу Вірджинія вміст нікотину залежить від ширини та довжини листка. Підвищена концентрація нікотину спостерігається в міжжилковому просторі. Ця ознака добре виражена тільки у сортотипу Вірджинія, тому збільшення розміру, а особливо довжини листка, відіграє важливу роль під час формування якості сировини та врожайності цього сортотипу.

Від урожайності залежить вихід вищих товарних сортів (r=0,31±0,19), тому листя представників цього сортотипу необхідно збирати у 6–8 прийомів із метою формування партії тютюну за вмістом нікотину, який дуже мінливий залежно від розміщення на рослині. Більш тісні кореляційні зв'язки відзначено лише між довжиною і шириною листка (r=0,51±0,18), висотою рослин і кількістю листків (r=0,45±0,19).

Сорти сортотипу Берлей відмінні від сортів інших сортотипів за морфологічними ознаками та кореляційними зв'язками між основними ознаками, які досліджувалися. Відзначено кореляційні зв'язки між урожайністю та основними морфологічними ознаками: кількістю технічних листків (r=0,85±0,18), висотою рослин (r=0,54±0,30), довжиною (r=0,57±0,29) та шириною листка (r=0,61±0,28). Важливою особливістю є наявність тісного зв'язку між товарністю і вмістом нікотину (r=0,91±0,14), що пов'язано із різким зниженням його вмісту при зниженні сортності тютюну, особливо за рахунок розпаду хлорофілу та порушення вологості під час сушіння сировини. Тісну залежність відмічено між довжиною і шириною листка (r=0,83±0,20), що необхідно передбачити при доборі батьківських пар на підвищення продуктивності і якості. Кореляція кількості технічних листків і ширини листка (r=0,66±0,26) у сортів цього сортотипу є важливим фактором регулювання параметрів даних ознак. Досить тісною є залежність кількості технічних листків від висоти рослин (r=0,71±0,25).

Відмінність сортотипу Соболчський полягає у наявності від'ємної кореляції між кількістю технічних листків і виходом вищих товарних сортів (r=-0,37±0,17) у зв'язку із пізнім достиганням верхніх листків у більшості сортів. Обернена кореляція відзначена також між висотою рослин та вмістом нікотину (r=-0,19±0,18). Кореляційна залежність спостерігається між висотою рослин та кількістю технічних листків (r=0,60±0,15), довжиною і шириною листків (r=0,58±0,15), висотою рослин і довжиною листків (r=0,45±0,17). Тому при формуванні ідеального типу рослин цього сортотипу слід звернути особливу увагу на добір батьківських пар із великою кількістю листків та зближенням їх достигання у часі. Висота рослин та кількість технічних листків також обмежена тривалістю вегетаційного періоду.

Встановлено, що урожайність тютюну загалом не має тісного генетичного зчеплення з виходом вищих товарних сортів (r=0,14±0,10), із кількістю технічних листків (r=0,27±0,10), а залежить від їх розміру, особливо довжини листка (r=0,45±0,09). Таким чином, у селекції на скоростиглість перевагу необхідно надавати різним формам збільшення розмірів листка та їх кількості з добором батьківських форм на покращення цих ознак. Продуктивність рослин і їх якість контролюється не окремими генами, а генотипом загалом, тому слід враховувати і субознаки, які мають не менш важливе значення. За допомогою коефіцієнтів кореляції оцінено зв'язки між основними ознаками на фенотиповому рівні, підведено їх під ліміт факторів середовища.

Вивчення кореляційних зв'язків між основними ознаками дало можливість вести спрямований добір у межах сортотипів, що дозволило скоротити затрати часу та коштів на процес селекції, істотно розширити масштаби роботи при доборі та збільшити її ефективність. Набуті знання генетичних закономірностей формування врожаю на основі виявлення взаємозв'язків у прояві ознак, які відповідають за урожай, виведуть селекційний процес тютюну на нові наукові основи і сприяють ефективнішому добору форм за ознаками продуктивності і якості.

У результаті детального аналізу кореляційних зв'язків основних ознак встановлено, що під час створення сортів за обмежених технологічних факторів необхідно орієнтуватися на формування високого нижнього порогу продуктивності у поєднанні з надійним генетичним захистом від лімітів середовища, шкідників і хвороб та системної властивості генотипу, кінетики динамічних процесів шляхом оптимізації фенотипових ознак. Вирішальне значення під час моделювання сортів тютюну всіх сортотипів має зменшення висоти рослин, збільшення густоти розміщення листків за рахунок скорочення інтервалу їх появи, від яких залежить урожай і його якість. Важливим є наукове обґрунтування параметрів прояву ознак, їх компенсаторна властивість, взаємозв'язок у прояві цих ознак, що відмінні за сортотипами: сортотип Крупнолистий – тісна залежність урожайності від висоти рослин, довжини і ширини, але розкриття потенціалу урожайності супроводжується зниженням технологічної і товарної якості; сортотип Вірджинія – цілеспрямований добір на ефективне використання висоти рослини з метою формування листків по всій висоті рослини, розміщення суцвіття серед листків, що супроводжується підвищенням урожайності. Якість сировини, а особливо вміст нікотину, залежить від ширини листків та їх розміщення на стеблі; сортотип Берлей – тісний зв'язок між товарністю та вмістом нікотину, оптимальні параметри яких формуються за обмеженої висоти рослин, кількості листків та їх розмірів; сортотип Соболчський – рівень якості (збільшення вмісту нікотину) падає за збільшення кількості технічних листків, але урожайність збільшується залежно від кількісних ознак; сортотип Український – урожайність залежить від довжини лист-

ків, а вміст нікотину зростає залежно від висоти рослин та кількості листків.

Висновки. На основі проведеного аналізу стану селекційного процесу тютюну із застосуванням різних методів оцінки, схем схрещування, методів добору та детального математичного аналізу встановлено таке:

1) під час створення сортів за обмежених технологічних факторів необхідно орієнтуватися на формування високого нижнього порогу продуктивності у поєднанні з надійним генетичним захистом від лімітів середовища, шкідників і хвороб та системної властивості генотипу, кінетики динамічних процесів шляхом оптимізації фенотипових ознак;

2) визначення оптимальної морфології рослин різних сортотипів ґрунтується на функціональній діяльності кожної ознаки, яка детермінує з генотипом і визначає взаємозв'язок елементів будови рослини з діяльністю генів, що є основою для теоретичної бази селекції на продуктивність;

3) в Україні обмежений вегетаційний період для формування продуктивності сортів тютюну терміном не пізніше 15 вересня, тому у модель сортів повинна закладатись ознака скоростиглості, високої адаптивності до кліматичних умов регіонів вирощування та стійкості до поширених збудників хвороб.

4) Під час створення сортів за обмежених технологічних факторів необхідно орієнтуватись на формування високого нижнього порогу продуктивності у поєднанні з надійним генетичним захистом від лімітів середовища, шкідників і хвороб та системної властивості генотипу, кінетики динамічних процесів шляхом оптимізації фенотипових ознак;

5) вирішальне значення під час моделювання сортів тютюну всіх сортотипів має зменшення висоти рослин, збільшення густоти розміщення листків за рахунок скорочення інтервалу їх появи, від яких залежить урожай і його якість.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Савіна О.І., Матієга О.О., Шейдик К.А., Корсак В.В. Формування навчальної колекції тютюну. Вісник Харківського Інституту Генетичні ресурси рослин. 2010. Вип. 8. С. 58–63.
2. Бороевич С. Принципи та методи селекції рослин. «Колос», 1984. 324 с.
3. Лісовий М.П. Стан та перспективи селекції на стійкість щодо збудників основних хвороб рослин в Україні. Вісник аграрної науки. 2000. Вип. 12. С. 70–72.
4. Фолконер Д.С. Критерії для відбору. Введення в генетику кількісних змін. Москва, 1985. С. 300–322.
5. Сайко В.Ф. Результативність селекційної роботи з польовими культурами в інституті землеробства УААН. Вісник аграрної науки. 2000. Вип. 12. С. 17–19.
6. Яшовський І.В. Генетико-імунологічні і технологічні аспекти селекції проса. Вісник аграрної науки. 2000. Вип. 12. С. 29–31.
7. Савіна О.І. Теоретичні і практичні аспекти формування високого потенціалу продуктивності сортів тютюну. Науковий вісник національного аграрного університету. 2003. Вип. 63. С. 56–61.
8. Образцов А.С. Біологічні основи селекції рослин. Москва: Колос, 1981. 370 с.
9. Рекомендації щодо вирощування сортів тютюну сигарного типу / Балян А.В., Федорюк М.Д., Савіна О.І., Василів Т.В., Матієга О.О., Ловас В.П., Шейдик К.А., Корсак В.В. Бакта, 2010. 26 с.
10. Космодем'янський В.Н. Методи селекції і особливості нових сортів тютюну: дисертація д-ра с.-г. наук: 05.06.07 / Харківський сільськогосподарський інститут імені Докучаєва, 1967. 521 с.

REFERENCES:

1. Savina O.I., Matiieha O.O., Sheidyk K.A., Korsak V.V., (2010) Formuvannia navchalnoi kolektsii tiutiunu. [Formation of a training collection of tobacco : a bulletin]. Kharkiv : Bulletin of Institute of Plant Genetic Resources. № 8. [in Ukrainian].
2. Boroevych S., (1984) Pryntsypy ta metody selektsii roslyn. [Principles and methods of plant breeding : a textbook]. Moscow: Kolos [in Russian].
3. Lisovyi M.P., (2000) Stan ta perspektyvy selektsii na stiikist shchodo zbudnykiv osnovnykh khvorob roslyn v Ukraini. [Status and prospects of selection for resistance to pathogens of major plant diseases in Ukraine : a bulletin]. Kyiv: a bulletin of Agricultural Science № 12. [in Ukrainian].
4. Folkoner D.S., (1985) Kryterii dlia vidboru. Vvedennia v henetyku kilkisnykh zmin. [Selection criteria. Introduction to the genetics of quantitative changes.: a textbook]. Moscow: Kolos [in Russian].
5. Saiko V.F., (2000) Rezultatyvnist selektsiinoi roboty z polovymy kulturamy v instytuti zemlerobstva UAAN. [The effectiveness of selection work with field crops at the Institute of Agriculture UAAS : a bulletin]. Kyiv: a bulletin of Agricultural Science № 12. [in Ukrainian].
6. Yashovskyi I.V., (2000) Henetyko-imunolohichni i tekhnolohichni aspekty selektsii prosa. [Genetic – immunological and technological aspects of millet breeding : a bulletin]. Kyiv: a bulletin of Agricultural Science № 12. [in Ukrainian].
7. Savina O.I., (2003) Teoretychni i praktychni aspekty formuvannia vysokoho potentsialu produktyvnosti sortiv tiutiunu. Naukovyi visnyk natsionalnoho ahrarnoho universytetu. [Theoretical and practical aspects of the formation of high productivity potential of tobacco varieties : a bulletin]. Kyiv: a Scientific Bulletin of the National Agrarian University № 63. [in Ukrainian].
8. Obraztsov A.S., (1981) Biolohichni osnovy selektsii roslyn. [Biological bases of plant selection]. Moscow: Kolos [in Russian].
9. Rekomendatsii shchodo vyroshchuvannia sortiv tiutiunu syharnoho typu / Balian A.V., Fedoriuk M.D., Savina O.I., Vasyliv T.V., Matiieha O.O., Lovas V.P., Sheidyk K.A., Korsak V.V. [Recommendations for growing cigar tobacco varieties : a textbook]. Bakta [in Ukrainian].
10. Kosmodemianskyi V.N. Metody selektsii i osoblyvosti novykh sortiv tiutiunu: dysertatsiia d-ra s.-h. nauk: 05.06.07 / Kharkivskyi silskohospodarskyi instytut imeni Dokuchaieva, (1967). [Methods of selection and features of new varieties of tobacco: the dissertation]. Kharkiv : National Agrarian University named after V. V. Dokuchayev [in Ukrainian].

Савіна О.І., Матієга О.О., Шейдик К.А., Глюдзик-Шемота М.Ю. Організація комп'ютерного сервісу та моделювання селекції на якість тютюнової сировини

Мета. Теоретичне і методичне забезпечення селекційного процесу має бути зорієнтованим на формування високоінтелектуальних технологій із застосуванням генетично запрограмованих сортів необхідної біологічної та господарської спрямованості.

Матеріали й методи. Матеріалом для підготовки статті слугувала створена колекція тютюну та вихідний селекційний матеріал, напрацьований за тривалий період роботи. Метод селекційної роботи – міжсортова гібридизація шляхом простих, складних, насичуючих, паралельно-насичуючих схрещувань та наступних індивідуальних і масових доборів.

Результати. Розроблена система комп'ютерного сервісу підвищить ефективність селекційного процесу за рахунок таких факторів: за допомогою банку даних селекціонер буде володіти значною генетичною інформацією про наявний матеріал; прогноз перспективних гібридних комбінацій до проведення схрещування дозволить збільшити обсяги опрацювання вихідного матеріалу без додаткових затрат; інформаційно-пошукова система реєстрації і документації дозволить раціонально планувати селекційні експерименти, підвищити їх достовірність та точність оцінок.

Висновки. На основі проведеного аналізу стану селекційного процесу тютюну із застосуванням різних методів оцінки, схем схрещування, методів добору та детального математичного аналізу встановлено таке: під час створення сортів за обмежених технологічних факторів необхідно орієнтуватися на формування високого нижнього порогу продуктивності у поєднанні з надійним генетичним захистом від лімітів середовища, шкідників і хвороб та системної властивості генотипу, кінетики динамічних процесів шляхом оптимізації фенотипових ознак; визначення оптимальної морфології рослин різних сортотипів ґрунтується на функціональній діяльності кожної ознаки, яка детермінує з генотипом і визначає взаємозв'язок елементів будови рослини з діяльністю генів, що є основою для теоретичної бази селекції на продуктивність; в Україні обмежений вегетаційний період для формування продуктивності сортів тютюну терміном не пізніше 15 вересня, тому у модель сортів повинна закладатися ознака скоростиглості, високої адаптивності до кліматичних умов регіонів вирощування та стійкості до поширених збудників хвороб.

Ключові слова: генетично запрограмований сорт, високоінтелектуальні технології, сортотип, генотип, продуктивність.

Savina O. I., Matiieha O. O., Sheidyk K. A., Hliudzyk-Shemota M. Yu. Organization of computer service and modeling of selection for the quality of tobacco raw materials

Purpose. Theoretical and methodological support of the selection process should be focused on the formation of highly intelligent technologies with the use of genetically programmed varieties of the required biological and economic orientation.

Methods. The material for the preparation of the article was a collection of tobacco and the original selection material developed over a long period of work. The method of selection work is inter-varietal hybridization by simple, complex, saturating, parallel-saturating crosses and subsequent individual and mass selections.

Results. The developed computer service system will increase the efficiency of the selection process due to the following factors: with the help of a data bank the breeder will have significant genetic information about the available material; the forecast of perspective hybrid combinations before carrying out crossing will allow to increase volumes of processing of initial material without additional expenses; information retrieval system of registration and documentation will allow to rationally plan selection experiments, increase their reliability and accuracy of estimates.

Findings. Based on the analysis of the tobacco breeding process using different assessment methods, crossbreeding schemes, selection methods and detailed mathematical analysis, the following is established: when creating varieties with limited technological factors it is necessary to focus on forming a high lower threshold of productivity combined with reliable genetic protection, pests and diseases and systemic properties of genotype, kinetics of dynamic processes by optimizing phenotypic traits; determining the optimal morphology of plants of different varieties is based on the functional activity of each trait, which determines the genotype and determines the relationship of plant structure elements with gene activity, which is the basis for the theoretical basis of selection for productivity; in Ukraine, the growing season for the formation of tobacco varieties is limited to no later than September 15, so the model of varieties should be a sign of precocity, high adaptability to climatic conditions of growing regions and resistance to common pathogens.

Key words: genetically programmed variety, highly intelligent technologies, variety, genotype, productivity.

АГРОІНЖЕНЕРІЯ

УДК 330.131.5:631.526:633.15 (477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.18

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ ЛІНІЙ БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ТА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП ФАО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України
http://orcid.org/0000-0002-3895-5633
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
ЗАБАРА П.П. – здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
http://orcid.org/0000-0002-6149-3393
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
МАРЧЕНКО Т.Ю. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
http://orcid.org/0000-0001-6994-3443
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
ПІЛЯРСЬКА О.О. – кандидат сільськогосподарських наук
http://orcid.org/0000-0002-6149-3393
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Аграрний сектор світової економіки в останні роки все більше уваги приділяє вирощуванню кукурудзи, площі якої становлять 20% у структурі ріллі та забезпечує понад 30% валового збору зернової маси. В результаті цього дана культура займає лідируючі позиції як за врожайністю зерна, так і за його валовими зборами. Протягом останнього півстоліття посівні площі під кукурудзою зросли в 1,6 рази, врожайність – в 3 рази, а валові збори зерна – в 4,8 рази [1]. Вирощування кукурудзи на зерно відіграє стабілізуючу роль у зерновому комплексі країни, оскільки в несприятливі для інших зернових культур роки її врожайність є порівняно високою. Технологія вирощування повинна враховувати ґрунтово-кліматичні особливості регіону, що дозволяє найбільш повно використовувати сприятливі та послаблювати або взагалі усувати несприятливі фактори середовища. Переваги кукурудзи полягають також у можливості тривалого збирання без втрат (до одного місяця) та відсутності вилягання на високому фоні внесених добрив або родючих ґрунтах [2]. Вирощування кукурудзи набуло важливого значення. Окрім економічних переваг, кукурудза є попередником і добре вкладається у технологічні процеси вирощування сільськогосподарських культур в господарствах. Порівняно з іншими кукурудза має оптимальне співвідношення продуктивності та витрат, що означає: віддача додаткових коштів найбільш оптимально окуповується прибавками врожаю цієї культури [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кукурудза – одна з найцінніших кормових культур. За врожайністю зерна вона перевищує всі зернові культури. Зерно використовується на продовольчі цілі (20%), технічні (15-20%) і на фуражні (60-65%). За вмістом кормових одиниць зерно кукурудзи переважає овес, ячмінь, жито. У зерні кукурудзи 65-70% вуглеводів, 9-12% білка, 4-8% рослинної олії (у зародку до 40%) і лише близько 2% клітковини. Містяться вітаміни А, B_1, B_2, B_6, Е, С, незамінні амінокислоти, мінеральні солі і мікроелементи. З кукурудзи виготовляють понад 150 харчових і технічних продуктів: борошно, крупу, пластівці, крохмаль, сироп, глюкозу, спирт. Із зародків зерна добувають цінну харчову олію, яка має лікувальні властивості (зменшує вміст холестерину в крові і запобігає захворюванню на атеросклероз) [4].

Економічна ефективність сільськогосподарського виробництва означає одержання максимальної кількості продукції з одного гектара земельної площі при найменших затратах праці і коштів на виробництво одиниці продукції, ефективність виробництва кукурудзи на зерно в ринкових умовах забезпечується за рахунок реалізації заходів щодо збільшення обсягів виробництва за рахунок збільшення урожайності, поліпшення його якості, зниження собівартості і на цій основі отримання максимально можливого рівня рентабельності [5].

Важливим фактором, що визначає рівень ефективності галузі кукурудзівництва, є врожайність. Цей показник характеризує не тільки рівень культури землеробства, а й відображає результат інтенсифікації виробництва та її економічну доцільність [6].

У комплексі агротехнологічних і організаційно-економічних заходів, які створюють умови для стабілізації обсягів виробництва зерна кукурудзи та підвищення її конкуренто-спроможності, важливе місце посідає раціональне використання генетичного потенціалу її сортових ресурсів. Процес інтенсифікації виробництва зерна кукурудзи тісно пов'язаний з використанням новітніх досягнень в галузі селекції і насінництва. Впровадження нових більш продуктивних, стійких до несприятливих природно-кліматичних умов і хвороб гібридів кукурудзи, оновлення сортименту насіння високих репродукцій дає змогу збільшити врожайність зерна цієї культури на 20–25% [7].

Особливої уваги заслуговує раціональний підбір співвідношення гібридів кукурудзи з врахуванням їх скоростиглості та зональних умов вирощування як один із

заходів для надійного вирішення проблеми підвищення ефективності виробництва зерна. Дослідженнями доведено, що в структурі гібридного складу доцільно мати до 55% скоростиглих форм і 45% середньо- та пізньостиглих. Безумовно, таке співвідношення є орієнтовним і може змінюватись залежно від спеціалізації господарств, їх маркетингової спрямованості та економічної ситуації [7; 8].

У цілому доведено, що для забезпечення надійного зернофуражного балансу раціональне використання генетичного потенціалу гібридів кукурудзи потребує особливої уваги. На жаль, товаровиробник реалізує цей потенціал лише наполовину. Кращі гібриди ранньостиглих форм здатні забезпечити 11,0–12,0 т/га зерна, а середньостиглі і середньопізні прості гібриди інтенсивного типу – 12,0–14,0 т/га. Водночас гібриди різних груп стиглості відрізняються не тільки за потенціалом врожайності, а й за вмістом вологи у зерні при збиранні: у ранньостиглих вона нижче в 1,5–2,0 рази від середньо- та пізньостиглих, що зменшує витрати на сушіння і доробку зерна. Залежно від режиму сушіння, вологості та призначення зерна витрати становлять 1,6–3,4 кг рідкого палива на видалення 1% вологи в розрахунку на 1 т зерна. Економічна ефективність виробництва зерна кукурудзи залежить від комбінованої взаємодії рівня урожайності і вологості зерна, величини яких впливають як на абсолютні затратні елементи, так і на відносні оціночні показники ефективності [9].

Для прискореного впровадження нових інноваційних гібридів важливим елементом є забезпечення насінням ліній – батьківських компонентів насіннєвих господарств для закладення ділянок гібридизації. Тому удосконалення технології вирощування ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи є актуальним завданням наукових досліджень.

Підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва передбачає збільшення обсягів виробництва продукції з мінімальними витратами на її одиницю. Отже, необхідно збільшувати врожайність с/г культур та знижувати собівартість продукції.

Мета статті – обґрунтування та удосконалення елементів технології вирощування в умовах зрошення півдня України ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи різних груп ФАО. Завдання досліджень – встановити економічну оцінку вирощування ліній – батьківських компонентів та гібридів кукурудзи різних груп ФАО, визначити показники економічної ефективність у гібридів та ліній – батьківських компонентів залежно від густоти посіву та обробітку вітчизняними біопрепаратами.

Матеріали та методика досліджень. Метою досліджень було з'ясувати економічну оцінку вирощування ліній – батьківських компонентів та гібридів кукурудзи різних груп ФАО під час вирощування за краплинного зрошення в умовах Південного Степу України.

Відповідно до даних технологічних карт та згідно з додатковими нормативними матеріалами, наведеними в методиці дослідження, нами проведений розрахунок енергетичних витрат і їх ефективності під час вирощування на зерно гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

Дослідження проводились протягом 2018–2020 рр. на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН, що розташоване в зоні Інгулецького зрошуваного масиву. Фактор А – різні за групами стиглості лінії– батьківські компоненти: ДК 281 (батьківський компонент гібриду Степовий, ФАО 190), ДК 247 (батьківський компонент гібридів Скадовський, Олешківський, ФАО 290), ДК 411 (батьківський компонент гібридів Чонгар, Ламасан, ФАО 420), ДК 445 (батьківський компонент гібридів Арабат, Віра, Гілея, ФАО 420); різні за групами стиглості гібриди: Степовий (ФАО 190), Каховський (ФАО 380), Чонгар (ФАО 420), Арабат (ФАО 430).

Фактор В – густота рослин: 70, 80, 90 тис. рослин/га. Фактор С – обробка біологічними препаратами: Bio-gel, Helafit®-combi, що занесені до Реєстру дозволених для використання пестицидів.

Агротехніка вирощування та методика досліджень загальноприйнята для умов зрошення крім факторів, що вивчались. Застосовували краплинне зрошення, з рівнем передполивної вологості ґрунту 80% НВ у шарі ґрунту 0–50 см [10–12].

Результати досліджень. За результатами аналізу економічних показників вирощування ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи, найбільша вартість валової продукції з 1 га була одержана на посівах лінії – батьківського компоненту ДК 445 за густоти 70 тис. шт./га та обробітку препаратом Helafit®-combi – 182,70 т/га. В цьому варіанті також була встановлена найменша собівартість однієї тонни зерна (табл. 1).

Вартість валової продукції з 1 га за різної густоти та обробітку препаратами була максимальною у лінії – батьківського компоненту ДК 445 і склала за варіантами досліду від 119,19 до 182,70 тис. грн/га, дещо меншою у батьківського компоненту ДК 247 – 122,96 – 141,81 тис. грн/га, менше у батьківського ДК 411 – 114,55 – 133,11 тис. грн/га, найменшою вартість валової продукції була у лінії ДК 281 – 102,08 – 121,22 тис. грн/га. Враховуючи виробничі витрати на вирощування кукурудзи, слід відмітити, що найбільше прибутковим та найменше затратним агрозаходом виявився такий фактор як густота рослин. За рахунок підвищення врожайності зерна кукурудзи і зниження технологічних витрат чистий прибуток буде складати 61,86 – 138,19 тис. гривень з гектара.

Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у батьківського компоненту ДК 281 за густоти рослин 90 тис./га та обробки Helafit®-combi – 79,83 тис. грн/га та 193% відповідно.

Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у батьківського компоненту ДК 247 за густоти рослин 80 тис./га та обробки Helafit®-combi – 99,56 тис. грн/га та 236% відповідно.

Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії ДК 411 був за густоти рослин 70 тис./га та обробки Helafit®-combi – 91,70 тис. грн/га та 212% відповідно.

Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії ДК 445 за густоти рослин 70 тис./га та обробки Helafit®-combi – 138,19 тис.грн/га та 310% відповідно.

Таблиця 1

Економічна ефективність вирощування насіння ліній – батьківських компонентів кукурудзи залежно від густоти та обробки препаратами

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Середня урожай-ність, т/га	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Собівартість продукції, тис. грн/т	Витрати, тис. грн/га	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рента-бельність, %
ДК 281 (Mixed germ-plasm)	70	Контроль, без обробітку	3,52	102,08	11,43	40,22	61,86	154
		Bio-gel	3,59	104,11	11,26	40,43	63,68	158
		Helafit®-combi	3,83	111,07	10,61	40,64	70,43	173
	80	Контроль, без обробітку	3,82	110,78	10,56	40,33	70,45	175
		Bio-gel	3,92	113,68	10,34	40,53	73,15	180
		Helafit®-combi	4,13	119,77	9,92	40,95	78,82	192
	90	Контроль, без обробітку	3,93	113,97	10,39	40,83	73,14	179
		Bio-gel	4,14	120,06	9,99	41,37	78,69	190
		Helafit®-combi	4,18	121,22	9,90	41,39	79,83	193
ДК 247 (Mixed germ-plasm)	70	Контроль, без обробітку	4,45	129,05	9,32	41,50	87,55	211
		Bio-gel	4,59	133,11	9,07	41,65	91,46	220
		Helafit®-combi	4,76	138,04	8,78	41,80	96,24	230
	80	Контроль, без обробітку	4,42	128,18	9,49	41,95	86,23	206
		Bio-gel	4,65	134,85	9,05	42,10	92,75	220
		Helafit®-combi	4,89	141,81	8,64	42,25	99,56	236
	90	Контроль, без обробітку	4,24	122,96	10,00	42,40	80,56	190
		Bio-gel	4,25	123,25	10,01	42,55	80,70	190
		Helafit®-combi	4,43	128,47	9,64	42,70	85,77	201
ДК 411 (Iodent germ-plasm)	70	Контроль, без обробітку	4,36	126,44	9,83	42,85	83,59	195
		Bio-gel	4,47	129,63	9,62	43,00	86,63	201
		Helafit®-combi	4,65	134,85	9,28	43,15	91,70	212
	80	Контроль, без обробітку	4,12	119,48	10,51	43,31	76,17	176
		Bio-gel	4,28	124,12	10,15	43,46	80,66	186
		Helafit®-combi	4,59	133,11	9,50	43,61	89,50	205
	90	Контроль, без обробітку	3,95	114,55	11,08	43,76	70,79	162
		Bio-gel	3,99	115,71	11,00	43,91	71,80	164
		Helafit®-combi	4,26	123,54	10,34	44,06	79,48	180
ДК 445 (Mixed germ-plasm)	70	Контроль, без обробітку	5,56	161,24	7,95	44,21	117,03	265
		Bio-gel	5,73	166,17	7,74	44,36	121,81	275
		Helafit®-combi	6,3	182,70	7,07	44,51	138,19	310
	80	Контроль, без обробітку	4,64	134,56	9,63	44,66	89,90	201
		Bio-gel	4,85	140,65	9,24	44,81	95,84	214
		Helafit®-combi	6,14	178,06	7,32	44,96	133,10	296
	90	Контроль, без обробітку	4,11	119,19	10,98	45,12	74,07	164
		Bio-gel	4,35	126,15	10,41	45,27	80,88	179
		Helafit®-combi	4,42	128,18	10,28	45,42	82,76	182

Нові гібриди, нові технологічні прийоми або їх комплекс, використовуваних в конкретних екологічних умовах, вимагають об'єктивної економічної оцінки їх переваг чи недоліків.

Технологія вирощування гібридів кукурудзи має бути економічно ефективною, тобто в ній повинні використовувати всі виробничі ресурси з метою одержання сільськогосподарської продукції високої якості

за мінімальних трудових, матеріальних і фінансових затрат.

Головним показником економічної ефективності є збільшення виходу продукції з 1 га, зниження собівартості, збільшення прибутку і підвищення рівня рентабельності. Собівартість розраховують діленням затрат на вирощування кукурудзи на вартість одержаної продукції. На основі даних технологічної карти та довідко-

Таблиця 2

Економічна ефективність вирощування зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти та обробки препаратами

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Середня урожайність, т/га	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Собівартість продукції, тис. грн/т	Витрати, тис. грн/га	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
Степовий (ФАО 190)	70	Контроль, без обробітку	10,41	83,28	2,72	28,3	54,98	194
		Bio-gel	10,95	87,60	2,60	28,5	59,10	207
		Helafit®-combi	11,16	89,28	2,57	28,7	60,58	211
	80	Контроль, без обробітку	10,54	84,32	2,73	28,8	55,52	193
		Bio-gel	11,35	90,80	2,55	28,9	61,9	214
		Helafit®-combi	11,78	94,24	2,47	29,1	65,14	224
	90	Контроль, без обробітку	10,69	85,52	2,70	28,9	56,62	196
		Bio-gel	11,57	92,56	2,52	29,1	63,46	218
		Helafit®-combi	11,87	94,96	2,47	29,3	65,66	224
Каховський (ФАО 380)	70	Контроль, без обробітку	11,26	90,08	2,54	28,6	61,48	215
		Bio-gel	12,35	98,8	2,33	28,8	70,00	243
		Helafit®-combi	12,48	99,84	2,32	29,0	70,84	244
	80	Контроль, без обробітку	11,96	95,68	2,43	29,1	66,58	229
		Bio-gel	12,55	100,4	2,33	29,2	71,20	244
		Helafit®-combi	12,89	103,12	2,28	29,4	73,72	251
	90	Контроль, без обробітку	11,68	93,44	2,50	29,2	64,24	220
		Bio-gel	12,41	99,28	2,36	29,3	69,98	239
		Helafit®-combi	12,94	103,52	2,28	29,5	74,02	251
Чонгар (ФАО 420)	70	Контроль, без обробітку	16,84	134,72	1,74	29,3	105,42	360
		Bio-gel	16,94	135,52	1,74	29,5	106,02	359
		Helafit®-combi	17,57	140,56	1,69	29,7	110,86	373
	80	Контроль, без обробітку	16,81	134,48	1,77	29,8	104,68	351
		Bio-gel	17,18	137,44	1,74	29,9	107,54	360
		Helafit®-combi	17,36	138,88	1,73	30,1	108,78	361
	90	Контроль, без обробітку	15,15	121,20	1,97	29,9	91,30	305
		Bio-gel	15,84	126,72	1,90	30,1	96,62	321
		Helafit®-combi	16,15	129,20	1,88	30,3	98,90	326
Арабат (ФАО 430)	70	Контроль, без обробітку	17,08	136,64	1,72	29,3	107,34	366
		Bio-gel	17,16	137,28	1,72	29,5	107,78	365
		Helafit®-combi	17,65	141,20	1,68	29,7	111,50	375
	80	Контроль, без обробітку	16,31	130,48	1,83	29,8	100,68	338
		Bio-gel	16,76	134,08	1,78	29,9	104,18	348
		Helafit®-combi	17,21	137,68	1,75	30,1	107,58	357
	90	Контроль, без обробітку	15,15	121,20	1,97	29,9	91,30	305
		Bio-gel	15,54	124,32	1,94	30,1	94,22	313
		Helafit®-combi	15,88	127,04	1,91	30,3	96,74	319

вої літератури нами розрахована економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи різних груп ФАО.

Результати розрахунків економічної ефективності вирощування кукурудзи свідчать про те, що вартість валової продукції гібридів культури коливалась в дуже широкому діапазоні: від 83,28 тис. грн/га у гібриду Степовий на контрольному варіанті без обробки препаратами за густоти рослин 70 тис. рослин/га до 141,20 тис. грн/га у гібриду Арабат за використання препарату Helafit®-combi та густоти рослин 70 тис. рослин/га (табл. 2).

Собівартість продукції залежала від факторів, що вивчалися. Так максимальних значень 2,72 тис. грн/т собівартість продукції сягала за вирощування гібриду Степовий на контрольному варіанті, без обробітку за густоти 70 тис. рослин/га, а найнижчою собівартість продукції була у гібриду Арабат за обробки Helafit®-combi за густоти 70 тис. рослин/га – 1,68 тис. грн/т.

Розрахунки умовно чистого прибутку виробництва гібридів кукурудзи в умовах півдня України свідчить, що максимальне значення умовно чистого прибутку – 41,83 та 42,42 тис. грн/га, спостерігалось у середньопізніх гібридів Чонгар та Арабат за густоти 70 тис. рослин/га та обробітку препаратом Helafit®-combi.

Рівень рентабельності виробництва напряму залежить від вищенаведених показників. За густоти 70 тис. рослин/га та обробітку препаратом Helafit®-combi на середньопізніх гібридах показник рівня рентабельності був максимальний – 373–375%.

Стосовно економічних показників вирощування гібридів кукурудзи за різних густот рослин та обробки препаратами, в середньому за роки досліджень, отримані наступні результати. За використання препаратів вартість валової продукції значно зросла у порівнянні з контрольним варіантом і коливалася в межах 87,60–141,20 тис. грн/га, свого максимуму досягала за вирощування гібридів середньопізньої групи.

Рівень собівартості продукції також значним чином залежав від факторів, що вивчалися в досліді. Так, за густоти 70 тис. рослин/га він коливався від 1,69 до 2,72 тис. грн/т, за густоти 80 тис рослин/га від 1,73 до 2,73 тис. грн/т, за густоти 90 тис. рослин/га від 1,88 до 2,70 тис. грн/т.

Звертає на себе увагу той факт, що собівартість продукції максимально коливається, якщо порівнювати її по гібридах різних груп стиглості. Так, у гібриду ранньостиглої групи собівартість склала 2,47–2,73 тис. грн/т, у гібриду середньоранньої групи 2,28–2,54, на гібридах середньопізньої групи 1,69–1,97 тис. грн/т.

Висновки. Ураховуючи виробничі витрати на вирощування ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи, слід відмітити, що найбільше прибутковим та найменше затратним агрозаходом виявився такий фактор, як густота рослин. За рахунок підвищення врожайності зерна ліній кукурудзи і зниження технологічних витрат чистий прибуток буде складати 61,86 – 138,19 тис. гривень з гектара.

Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у батьківського компоненту ДК 281 за густоти рослин 90 тис./га та обробки Helafit®-combi – 79,83 тис. грн/га та 193% відповідно. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у батьківського компоненту ДК 247 за густоти рослин 80 тис./га та обробки Helafit®-combi – 99,56 тис. грн/га та 236% відповідно. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії ДК 411 був за густоти рослин 70 тис./га та обробки Helafit®-combi – 91,70 тис. грн/га та 212% відповідно. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії ДК 445 за густоти рослин 70 тис./га та обробки Helafit®-combi – 138,19 тис. грн/га та 310% відповідно.

Найнижча собівартість продукції була у гібриду Арабат за обробки Helafit®-combi за густоти 70 тис. рослин/га – 1,68 тис. грн/т.

Максимальне значення умовно чистого прибутку – 41,83 та 42,42 тис. грн/га – спостерігалось у середньопізніх гібридів Чонгар та Арабат за густоти 70 тис. рослин/га та обробітку препаратом Helafit®-combi.

За густоти 70 тис. рослин/га та обробітку препаратом Helafit®-combi на середньопізніх гібридах показник рівня рентабельності був максимальний – 373–375%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ільчук М.М., Коновал І.А., Барановська О.Д., Євтушенко В.Д. Розвиток ринку зерна в Україні та його стабілізація. *Економіка АПК*. 2019. № 4. С. 29–38. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/E_apk_2019_4_6.
2. Гойсюк Л.В., Гойсюк С.О. Оцінювання конкурентоспроможності кукурудзи на зерно та ріпаку сільськогосподарських підприємств України. *Інноваційна економіка.* http://www.inneco.org/index.php/innecoua/article/view/723/796 DOI: 10.37332/2309-1533.2021.1-2.12.
3. Грідін О.В. Сучасний стан та тенденції розвитку сфер виробництва, переробки та реалізації зерна: український та загальносвітовий контекст. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2018. № 3(14). С. 54–62. URL: http://www.easterneurope-ebm.in.ua/14-2018-ukr.
4. Дзюбецький Б.В., Черчель В.Ю., Антонюк С.П. Селекція кукурудзи. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. Київ : Логос, 2001. Т. 4. С. 571–589.
5. Амбросов В.Я. Питання конкурентоспроможності агроформувань. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства: Економічні науки*. 2009. Вип. 85. С. 3–9.
6. Рибка В.С., Шевченко М.С., Ляшенко Н.О. Стан виробництва зерна кукурудзи в Україні та програмне забезпечення її конкурентоспроможного розвитку на ближню перспективу. *Эксклюзивные технологии*. 2013. № 5. С. 12–18.
7. Шевченко М.С., Рибка В.С., Ляшенко Н.О. Основні аспекти забезпечення економічної стійкості виробництва зерна кукурудзи в Україні. *Хранение и переработка зерна*. 2014. № 6. С. 26–29.
8. Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю., Забара П.П. Селекційні надбання та їх роль в стабілізації виробництва зерна кукурудзи в Україні. *Зрошуване землеробство* : міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. Вип. 72. С. 160–174. URL: http://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.21.
9. Raisa Vozhehova, Tetyana Marchenko, Olena Piliarska, Yurii Lavrynenko, Nataliya Halchenko, Pavlo Lykhovyd. Grain corn product yield and gross value depending on the hybrids and application of biopreparations

in the irrigated conditions. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development.* 2021. Vol. 21, Issue 4. C. 611–619. PRINT ISSN 2284-7995, E-ISSN 2285-3952.
10. Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : монографія. Херсон : Айлант, 2009. 372 с.
11. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство). Херсон : Грінь Д.С., 2014. 448 с.
12. Vozhehova R.A., Lavrynenko Y.O., Kokovikhin S.V., Lykhovyd P.V., Biliaeva I.M., Drobitko A.V., Nesterchuk V.V. Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations. Journal of Water and Land Development. *Polish Academy of Sciences (PAN) in Warsaw*. 2018. No. 39 (X–XII). P. 147–152. URL: http://www.itp.edu.pl/wydawnictwo/journal; http://www.degruyter.com/view/j/jwld DOI: 10.2478/jwld-2018-0070.

REFERENCES:

1. Ilchuk, M.M., Konoval, I.A., Baranovska, O.D., & Yevtushenko, V.D. (2019). Rozvytok rynku zerna v Ukraini ta yoho stabilizatsiia [Development of the grain market in Ukraine and its stabilization]. *Ekonomika APK – Economics of agro-industrial complex*. *4.* 29–38. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/E_apk_2019_4_6. [In Ukrainian].
2. Hoisiuk, L.V., & Hoisiuk, S.O. (2021). Otsiniuvannia konkurentospromozhnosti kukurudzy na zerno ta ripaku silskohospodarskykh pidpryiemstv Ukrainy [Evaluation of the competitiveness of corn for grain and rapeseed of agricultural enterprises of Ukraine]. *Innovative economy – Innovatsiina ekonomika*. http://www.inneco.org/index.php/innecoua/article/view/723/796 DOI: 10.37332/2309-1533.2021.1-2.12 [In Ukrainian].
3. Hridin, O.V. (2018). Suchasnyi stan ta tendentsii rozvytku sfer vyrobnytstva, pererobky ta realizatsii zerna: Ukrainskyi ta zahalnosvitovyi kontekst [Current state and trends in the development of grain production, processing and sales: Ukrainian and global context]. *Skhidna Yevropa: ekonomika, biznes ta upravlinnia – Eastern Europe: Economy, Business and Governance*, *3(14),* 54-62. URL: http://www.easterneurope-ebm.in.ua/14-2018-ukr [In Ukrainian].
4. Dzyubetsky, B.V., Churchel, V.Y., & Antonyuk, S.P. (2011). Selection of corn [Selektsiia kukurudzy]. *Genetics and selection in Ukraine at the turn of the millennium – Henetyka i selektsiia v Ukraini na mezhi tysiacholit*, *4*, 571-589 [In Ukrainian].
5. Ambrosov, V.Ya. (2009). Pytannia konkurentospromozhnosti ahroformuvan [Issues of competitiveness of agricultural formations] *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva: Ekonomichni nauky*. *– Bulletin of Kharkiv National Technical University of Agriculture: Economic Sciences*, *85*, 3-9 [In Ukrainian].
6. Rybka, V.S., Shevchenko, M.S., & Liashenko, N.O. (2013). Stan vyrobnytstva zerna kukurudzy v Ukraini ta prohramne zabezpechennia yii konkurentospromozhnoho rozvytku na blyzhniu perspektyvu. [The state of corn grain production in Ukraine and software for its competitive development in the near future]. *Ekskliuzyvnue tekhnolohyy – Exclusive technologies, 5, 12–18* [In Ukrainian].
7. Shevchenko, M.S., Rybka, V.S., & Liashenko, N.O. (2014). Osnovni aspekty zabezpechennia ekonomichnoi stiikosti vyrobnytstva zerna kukurudzy v Ukraini [Main aspects of ensuring economic sustainability of corn grain production in Ukraine]. *Khranenye y pererabotka zerna – Grain storage and processing, 6*, 26–29 [In Ukrainian].
8. Lavrynenko, Yu.O., Marchenko, T.Yu., & Zabara P.P. (2019). Selektsiini nadbannia ta yikh rol v stabilizatsii vyrobnytstva zerna kukurudzy v Ukraini. [Breeding acquisitions and their role in stabilizing the production of corn grain in Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk – Irrigated agriculture: interdepartmental thematic scientific collection, 72, 160–174* http://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.21 [In Ukrainian].
9. Vozhehova, R., Marchenko, T., Piliarska, O., Lavrynenko, Y., Halchenko, N., & Lykhovyd, P. (2021). Grain corn product yield and gross value depending on the hybrids and application of biopreparations in the irrigated conditions. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, 21(4),* 611–619,
10. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2009). *Dyspersiinyi i koreliatsiinyi analiz rezultativ polovykh doslidiv. Dispersion and correlation analysis of the results of field experiments* [In Ukrainian].
11. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo) [Methods of field research (Irrigated agriculture)].* [In Ukrainian].
12. Vozhehova, R.A., Lavrynenko, Y.O., Kokovikhin, S.V., Lykhovyd, P.V., Biliaeva, I.M., Drobitko, A.V., & Nesterchuk, V.V. (2018). Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations. Journal of Water and Land Development. *Polish Academy of Sciences (PAN) in Warsaw*. *39(X–XII).* 147–152. http://www.itp.edu.pl/wydawnictwo/journal; http://www.degruyter.com/view/j/jwld DOI: 10.2478/jwld-2018-0070

Вожегова Р.А., Марченко Т.Ю., Пілярська О.О., Забара П.П. Економічна оцінка вирощування ліній батьківських компонентів та гібридів кукурудзи різних груп ФАО в умовах Південного Степу України

Мета – встановити економічну оцінку вирощування ліній –батьківських компонентів та гібридів кукурудзи різних груп ФАО, визначити показники економічної ефективність у гібридів та ліній –батьківських компонентів залежно від густоти посіву та обробітку вітчизняними біопрепаратами. **Методи.** Дослідження проводились протягом 2018–2020 рр. на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН, що розташоване в зоні Інгулецького зрошуваного масиву. Фактор А – різні за групами стиглості лінії–батьківські компоненти та гібриди різних груп ФАО, Фактор В – густота рослин. Фактор С – обробка біологічними препаратами. **Результати.** Найбільша вартість валової продукції з 1 га була одержана на посівах лінії –батьківського компоненту ДК 445 за густоти 70 тис. рослин/га та обробітку препаратом Helafit®-combi – 182,70 т/га. У цьому варіанті

також була встановлена найменша собівартість однієї тонни зерна. Вартість валової продукції з 1 га за різній густоти та обробітку препаратами була максимальною у ліній-батьківського компоненту ДК 445 і склала за варіантами досліду від 119,19 до 182,70 тис. грн/га, дещо меншою у батьківського компоненту у батьківського компоненту ДК 247 – 122,96 – 141,81 тис. грн/га, менше у батьківського ДК 411 – 114,55 – 133,11 тис. грн/га, найменшою вартість валової продукції була у лінії ДК 281 – 102,08 – 121,22 тис. грн/га. Вартість валової продукції гібридів культури коливалась в дуже широкому діапазоні: від 83,28 тис. грн/га у гібриду Степовий на контрольному варіанті без обробки препаратами за густоти рослин 70 тис. рослин/га до 141,20 тис. грн/га у гібриду Арабат за використання препарату Helafit®-combi та густоти рослин 70 тис. рослин/га. **Висновки.** Ураховуючи виробничі витрати на вирощування кукурудзи, слід відмітити, що найбільше прибутковим та найменше затратним агрозаходом виявився такий фактор, як густота рослин. За рахунок підвищення врожайності зерна кукурудзи і зниження технологічних витрат чистий прибуток складає 61,86 – 138,19 тис. гривень з гектара. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у батьківського компоненту ДК 281 за густоти рослин 90 тис./га та обробки Helafit®-combi – 79,83 тис. грн/га та 193% відповідно. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у батьківського компоненту ДК 247 за густоти рослин 80 тис./га та обробки Helafit®-combi – 99,56 тис. грн/га та 236% відповідно. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії ДК 411 був за густоти рослин 70 тис./га та обробки Helafit®-combi – 91,70 тис. грн/га та 212% відповідно. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії ДК 445 за густоти рослин 70 тис./га та обробки Helafit®-combi – 138,19 тис.грн/га та 310% відповідно. За густоти 70 тис. рослин/га та обробітку препаратом Helafit®-combi на середньопізніх гібридах показник рівня рентабельності був максимальний – 373–375%.

Ключові слова: гібриди, лінії – батьківські компоненти, урожайність, рентабельність, умовно чистий прибуток, собівартість.

Vozhegova R.A., Marchenko T.Yu., Piliarska O.O., Zabara P.P. Economic estimation of cultivation of lines of parent components and hybrids of corn of different groups of FAO in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

Purpose. The aim is to establish an economic assessment of the cultivation of parental components and hybrids of maize of different FAO groups, to determine the cost-effectiveness of hybrids and parental components depending on the density of sowing and treatment with domestic biological products. **Methods.** The research was conducted during 2018–2020 on the research field of the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS, located in the area of Ingulets irrigated massif. Factor A – different maturity lines – parental components and hybrids of different FAO groups, Factor B – plant density. Factor C – treatment with biological drugs. **Results.** The highest value of gross output per 1 ha was obtained on crops of the parent component line DK 445 at densities of 70 thousand units/ha and treatment with Helafit®-combi – 182.70 t/ha. In this case, the lowest cost of one ton of grain was also set. The cost of gross output per 1 ha at different densities and treatment with drugs was the maximum in the lines of the parent component of DC 445 and amounted to experimental variants from 119.19 to 182.70 thousand UAH/t, slightly less than the parent component in the parent component of DC 247 – 122.96 – 141.81 thousand UAH/t, less than the parent DC 411 – 114.55 – 133.11 thousand UAH/t, the lowest value of gross output was in the line DC 281 – 102.08 – 121.22 thousand UAH/t. The cost of gross output of hybrids of culture ranged in a very wide range: from 83.28 thousand UAH/ha in the hybrid Steppe in the control version without treatment with drugs for plant densities of 70 thousand plants/ha to 141.20 thousand UAH/ha in the hybrid Arabat using Helafit®-combi and plant density 70 thousand plants/ha. **Conclusions.** Given the production costs of growing corn, it should be noted that the most profitable and least expensive agricultural measure was such a factor as plant density. Due to the increase in corn grain yield and reduction of technological costs, the net profit is 61.86 – 138.19 thousand hryvnias per hectare. The highest conditionally net profit and profitability of the parent component of DC 281 for plant densities of 90 thousand/ha and Helafit®-combi treatment – 79.83 thousand UAH/ha and 193%, respectively. The highest conditionally net profit and profitability of the parent component of DK 247 for plant densities of 80 thousand /ha and Helafit®-combi treatment – 99.56 thousand UAH/ha and 236%, respectively. The largest conditionally net profit and profitability in the line of DC 411 was for plant densities of 70 thousand/ha and Helafit®-combi treatment – 91.70 thousand UAH/ha and 212%, respectively. The highest conditionally net profit and profitability in the line of DK 445 for plant densities of 70 thousand/ha and Helafit®-combi treatment – 138.19 thousand UAH/ha and 310%, respectively. At a density of 70 thousand plants/ha and treatment with Helafit®-combi on medium-late hybrids, the rate of return was maximum – 373–375%.

Key words: hybrids, parental lines, productivity, profitability, conditionally net profit, prime cost.

УДК 631.52:633:114:631.67 (477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.19

УСПАДКУВАННЯ ВИСОТИ РОСЛИН ГІБРИДАМИ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ РІЗНОГО ЕКОЛОГО-ГЕНЕТИЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ

ЖУПИНА А.Ю. – здобувач ступеня доктора філософії
https://orcid.org/0000-0002-3630-7579
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
БАЗАЛІЙ Г.Г. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
https://orcid.org/0000-0003-2842-0835
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
УСИК Л.О. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
https://orcid.org/0000-0002-9710-0758
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
МАРЧЕНКО Т.Ю. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
http://orcid.org/0000-0001-6994-3443
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
ЛАВРИНЕНКО Ю.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН
http://orcid.org/0000-0001-9442-8793
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Пшениця озима в Південному Степу є основною зерновою культурою у сівозмінах. Вона досить посухостійка, проте ефективно реагує на штучне зрошення, збільшуючи урожайність у 2-3 рази. Традиційна селекція пшениці озимої на півдні була спрямована на адаптованість до несприятливих агрокліматичних умов, що пов'язано, перш за все, з посухою. Особливої актуальності цей напрям набув в останні десятиліття під тиском змін клімату у напряму посушливості. Одним із природних біологічних засобів адаптованості рослин до посухи є скорочення тривалості періоду вегетації. Селекція на скоростиглість використовується у всіх регіонах, що потерпають від дефіциту вологи. Такий напрям селекції призвів до того, що за останні роки сорти пшениці озимої стали на 3 доби скоростиглішими [1]. Скоростиглі сорти швидко впроваджуються у виробництво, проте і швидко зникають з обігу, коли їх переважають за урожайністю більш пізньостиглі. За оптимального режиму зрошення є можливість використовувати більш пізньостиглі сорти з підвищеним потенціалом урожайності, тому за умов зрошення необхідно використовувати можливість залучення до гібридизації і доборів більш пізньостиглих генотипів західноєвропейського екотипу з подовженим періодом вегетації та підвищеним потенціалом урожайності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За останні десятиліття урожайність зернових культур у світовому масштабі значно зросла. Збільшення урожайності проходило переважно за рахунок селекційно-генетичного поліпшення сортового складу, підвищення потенціалу продуктивності генотипів, адаптивності до мінливості агроекологічних чинників, толерантності до стресових факторів біотичного та абіотичного походження. Це підкреслює важливість основного напряму в підвищенні продуктивності – селекційно-генетичних розробок, які, за свідченнями провідних вчених, забезпечують основний приріст урожайності та валових зборів в останні роки [2–4].

Україна має потужний потенціал у виробництві зерна, тому на сьогодні важливим напрямом наукового забезпечення галузі рослинництва є створення високоадаптивних сортів агрокліматичної орієнтації з високим ступенем генетичного захисту врожаю від біотичних і абіотичних факторів середовища, розробка наукових основ створення генетично запрограмованих сортів заданої біологічної та господарської орієнтації [5, с. 102–103].

У селекції на адаптивність важливого значення набувають такі ознаки, як дата цвітіння, дата колосіння, дата стиглості, висота рослин. Дослідженнями показано, що найбільш інформативними ознаками для розрізнення ліній були довжина головного колосу, кількість зерен з колосу, дата цвітіння і дата колосіння. Можливість диференціації усіх генотипів, що були відмінними за алелями генів короткостебловості, за комплексом агрономічних ознак не залежала від генетичного фону [6].

Оскільки висота рослини – ознака, яка пов'язана зі стійкістю до вилягання, то негативне домінування є бажаною і селекційно цінною характеристикою. Через полігенний генетичний контроль цієї ознаки немає можливості проводити жорсткий добір у ранніх поколіннях, оскільки за проміжного успадкування в наступних поколіннях можна отримати низькоросліші рослини, які становлять інтерес для селекції на короткостебловість [7].

Детермінація довжини стебла рослинами F_1 пшениці м'якої озимої, створеними за участі різних екотипів мала різноманітний характер. За схрещування напівкарликових батьківських форм у більшості спостерігалося позитивне наддомінування. У гібридів, створених за участі середньорослих генотипів з напівкарликовими успадкування відбувалося за позитивним домінуванням. При залученні до гібридизації середньорослих форм характерним було від'ємне наддомінування. Виявлено різноманітний характер успадкування в F_1 порядкових міжвузлів довжини стебла залежно від компонентів, які були залучені до гібридизації. В досліджуваних попу-

ляціях F_2 відбувалося розщеплення за висотою рослин з коливанням генотипів від карликових до середньорослих, відображуючи значний формотворчий процес. Розподіл рослин за висотою залежить від підбору батьківських форм. Залучення до гібридизації з місцевими адаптованими сортами інших екотипів дозволяє створювати значний резерв генотипової мінливості за довжиною стебла [8].

У теорії добору важливо визначитись з поколінням гібридів. Результати більшості досліджень свідчать про можливість починати добір в селекційному процесі за цінними господарськими ознаками з другого покоління [9].

Мета статті. Встановити характер успадкування ознаки «висота рослин», тривалість періоду «цвітіння – стиглість» у гібридів пшениці озимої, створених із залученням пізньостиглих зразків західноєвропейського екотипу. Встановити кореляції цих показників з урожайністю зерна відібраних сімей.

Матеріали і методи досліджень. Польові дослідження проведені в Інституті зрошуваного землеробства НААН у 2016–2021 рр. Об'єктом досліджень були сучасні сорти пшениці озимої селекції Інституту, колекційні зразки західноєвропейського екотипу, що були інтродуковані з Франції (номера реєстрації Кф №…-16), та гібриди, створені за їх участі. Сорти та гібриди висівались при зрошенні схемою «материнська форма, батьківська, гібрид». Біометричні виміри, обліки урожайності, характеристику успадковуваності ознак гібридами проводили за загальновизнаними методиками [10–12]. Проведені добори елітних рослин з популяцій F_2 висівали в селекційних розсадниках за облікової площі 0,3 м^2. Площа облікової ділянки в контрольному розсаднику 4 м^2, повторення дворазове. Методи – польові, лабораторні, селекційно-генетичні, статистичні.

Результати досліджень. У схему схрещувань були залучені місцеві сорти селекції інституту та західноєвропейського екотипу (шифр колекції Кф-16). Всі залучені західноєвропейські сорти були меншими за висотою рослин, з подовженим терміном виколошування та дозрівання. Висота залучених іноземних сортів коливалась в межах 82–96 см (табл. 1).

У першому поколінні висота рослин гібридів успадковувалась переважно за проміжним типом. Істинний гетерозис спостерігався у двох комбінацій – Кф 6-16 / Овідій, Кф 9-16 / Овідій та Кошова / Кф 2-16. У всіх інших комбінацій спостерігали часткове домінування позитивне та негативне. Найвищим гібридом першого покоління був гібрид Кф 6-16 / Овідій (114,0 см) зі ступенем істинного гетерозису 16,8%. У другому поколінні спостерігався незначний гетерозис за висотою, проміжне успадкування та домінування низькорослих батьків. І тільки гібридна комбінація Кошова / Кф 2-16 зберегла достатньо високий рівень істинного гетерозису – 21,6%.

Проведені індивідуальні добори в популяціях другого покоління дозволили оцінити ефективність залучення екологічно віддалених батьківських компонентів.

Проведення оцінок відібраних сімей за висотою рослин, термінами проходження фаз розвитку та урожайності зерна в селекційних розсадниках дозволили з'ясувати рівень зв'язків окремих ознак та визначити найбільш вагомі маркерні для проведення доборів та корегування моделі сорту. Так, у ліній (сімей) з гібридної популяції Кошова / Кф 2-16 залежність урожайності зерна і тривалості періоду «цвітіння-стиглість» була відсутня, що вказує на можливість проводити добори високопродуктивних генотипів незалежно від групи стиглості. Більш урожайними були скоростиглі лінії, що можливо враховувати при індивідуальних відборах в популяціях цієї комбінації.

Кореляція між висотою рослин і тривалістю періоду «цвітіння стиглість» у цієї комбінації була більш помітною (рис. 2). Подовження вегетації сімей цієї комбінації призводить до зростання висоти рослин, що не є позитивною ознакою такої залежності. Це підтверджує рис. 3, де показаний негативний вплив збільшення висоти рослин селекційних ліній на урожайність зерна.

Таким чином, у гібридної комбінації Кошова / Кф 2-16 не підтвердилась гіпотеза про збільшення урожайності зерна при доборах на подовжений термін періоду формування зерна та наливу (цвітіння-стиглість).

У ліній, відібраних з популяції Кф 5-16 / Ледя подовження тривалості періоду «цвітіння – стиглість» призводила до помірного підвищення урожайності (рис. 4). Підвищення урожайності понад 10 т/га стає можливим з високою ймовірністю при подовженні тривалості періоду «цвітіння-стиглість» понад 51 добу, що свідчить про можливість ефективних доборів на урожайність за подовженою тривалістю вегетації.

Проте в цій популяції до пониження урожайності однозначно призводить висота рослин (рис. 5), тому у цій комбінації необхідно проводити добори низькорослих форм в розріджених популяціях, оскільки в загущених ценозах короткостеблові форми будуть втрачати продуктивність колоса через конкуренцію.

У більшості проаналізованих доборів з гібридних популяцій збільшення висоти рослин призводить до зменшення урожайності (рис. 5), а збільшення тривалості вегетації – до збільшення висоти рослин (рис. 6), тому для кожної гібридної популяції, що створена за участі контрастних за висотою і тривалістю вегетації батьківських компонентів, необхідно розробляти специфічний план доборів з урахуванням внутрішньопопуляційних кореляційних залежностей маркерних та результативних ознак.

У більшості гібридних популяцій все ж таки спостерігалась позитивна слабка залежність подовження тривалості терміну формування та наливу зернівки з урожайністю зерна, що передбачає перспективність доборів на подовження тривалості вегетації в умовах зрошення (рис. 7, 8).

Аналіз мінливостей окремих морфологічних, господарських та вегетаційних ознак в кожної гібридної популяції, що створена за участі контрастних батьківських форм, можуть бути певні специфічні оптимуми прояву кількісних ознак, що відповідають за формування урожайності зерна майбутніх сортів пшениці м'якої озимої (табл. 2), тому при доборах на високу урожайність зерна

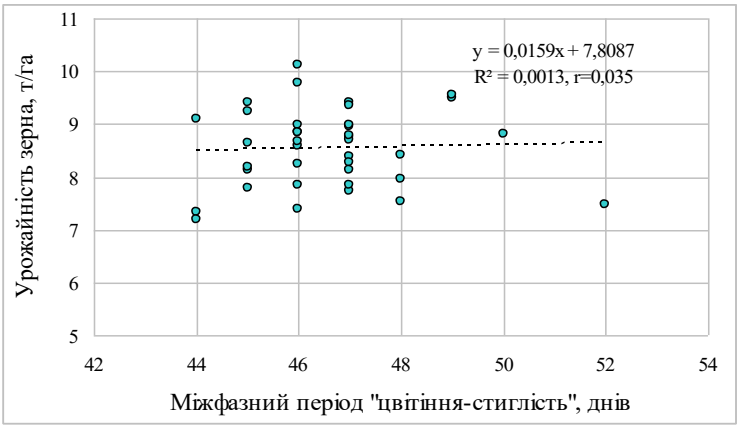


Рис. 1. Кореляційно-регресійна модель залежності урожайності зерна і тривалості міжфазного періоду «цвітіння-стиглість» у ліній з популяції Кошова / Кф 2-16

Таблиця 1

Успадкування ознаки «висота рослин» гібридами F1, F2 пшениці озимої (2016–2018 рр.)

Сорт, гібрид	F_1			F_2		
	Висота рослин, см	Ступінь домінування, hp	Ступінь гетерозису, Г іст, %	Висота рослин, см	Ступінь домінування, hp	Ступінь гетерозису, Г іст, %
♀ Кф2-16	83,1			83,2		
♂ Овідій	98,8			87,6		
Кф2-16 / Овідій	98,5	0,96	-0,30	82,5	-1,32	-5,82
♀ Кф4-16	75,9			79,1		
♂ Овідій	98,9			87,6		
Кф4-16 / Овідій	92,7	0,46	-6,27	94,5	2,62	7,88
♀ Кф6-16	96,7			93,9		
♂ Овідій	98,4			87,6		
Кф6-16 / Овідій	114,9	20,41	16,77	90,9	0,05	-3,19
♀ Кф7-16	91,7			85,6		
♂ Овідій	98,9			87,6		
Кф7-16 / Овідій	95,9	0,17	-3,03	90,9	4,30	3,77
♀ Кф8-16	89,6			80,4		
♂ Овідій	98,3			87,6		
Кф8-16 / Овідій	98,5	1,05	0,20	87,5	0,97	-0,11
♀ Кф9-16	88,6			90,3		
♂ Овідій	98,9			87,6		
Кф9-16 / Овідій	103,2	1,83	4,35	87,7	-0,93	-2,88
♀ Кф10-16	83,7			80,5		
♂ Овідій	98,8			87,6		
Кф10-16 / Овідій	88,9	-0,31	-10,02	89,5	1,53	2,17
♀ Кф2-16	91,3			86,0		
♂ Хб/о	101,9			94,1		
Кф2-16 / Хб/о	97,6	0,19	-4,22	94,3	1,05	0,21
♀ Хб/о	97,3			88,7		
♂ Кф2-16	88,6			76,0		
Хб/о / Кф2-16	91,2	-0,40	-6,27	90,7	1,31	2,25
♀ Кошова	79,8			79,1		
♂ Кф2-16	88,4			76,0		
Кошова / Кф2-16	101,4	4,02	14,71	96,2	12,03	21,62
♀ Фр№5	82,4			81,8		
♂ Ледя	116,5			99,5		
Кф5-16 / Ледя	100,2	0,04	-13,99	101,3	1,20	1,81
♀ Кф4-16	85,2			83,7		
♂ Овідій	101,7			86,3		
Кф4-16 х Овідій	96,2	0,33	-5,41	94,6	7,35	9,56

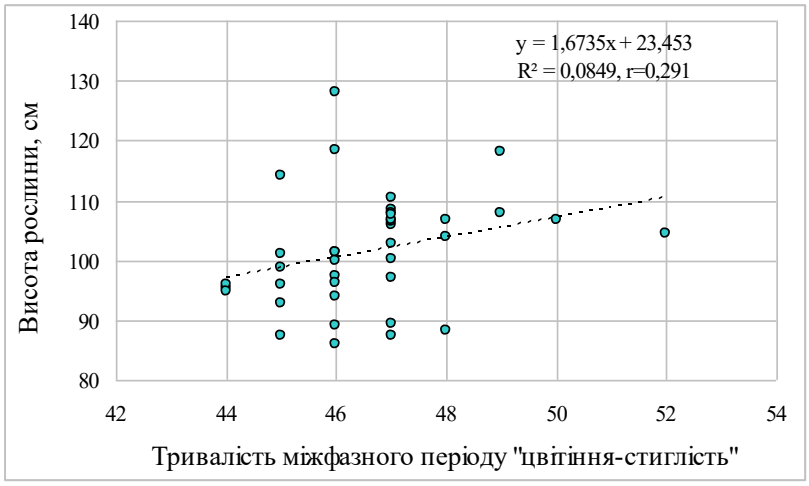


Рис. 2. Кореляційно-регресійна модель залежності тривалості міжфазного періоду «цвітіння-стиглість» і висоти рослини у ліній з популяції Кошова / Кф 2-16

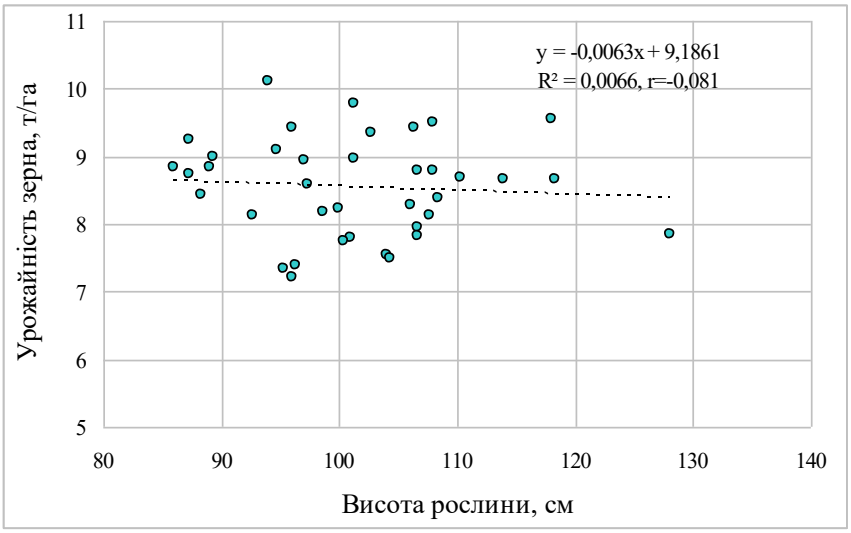


Рис. 3. Кореляційно-регресійна модель залежності урожайності зерна і висоти рослини у ліній з популяції Кошова / Кф 2-16

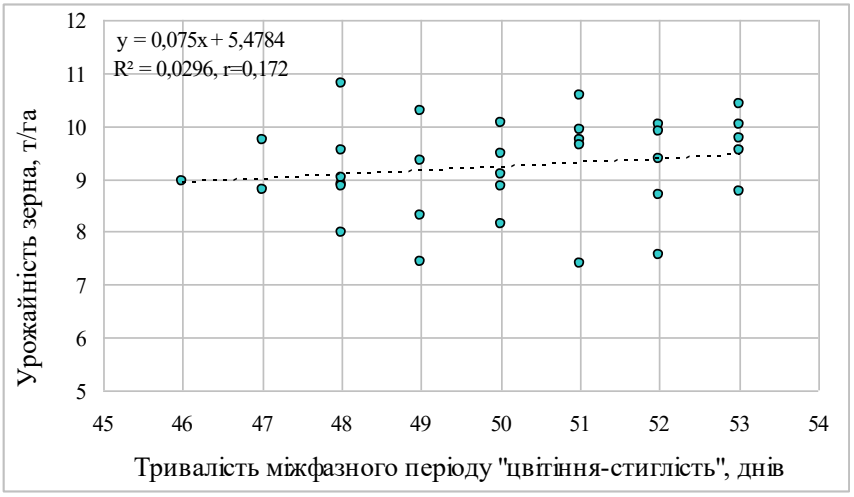


Рис. 4. Кореляційно-регресійна модель залежності висоти рослини і тривалості міжфазного періоду «цвітіння-стиглість» у ліній з популяції Кф 5-16 / Ледя

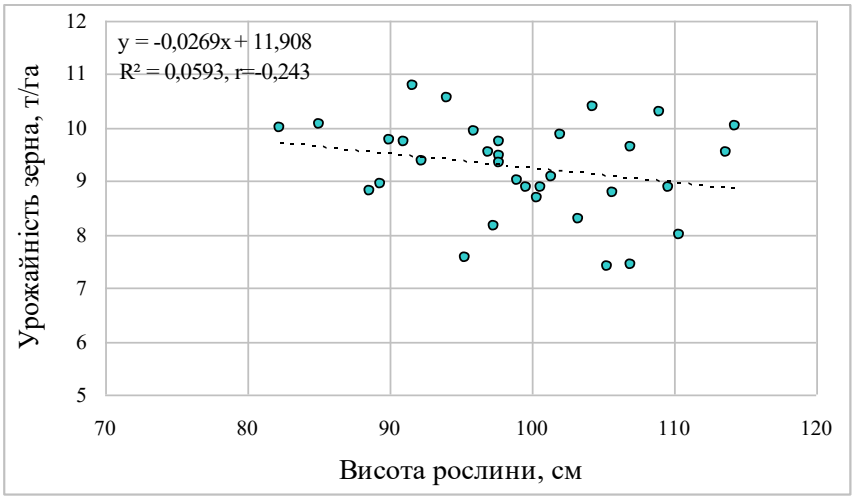


Рис. 5. Кореляційно-регресійна модель залежності урожайності зерна і висоти рослини у ліній з популяції Кф 5-16 / Ледя

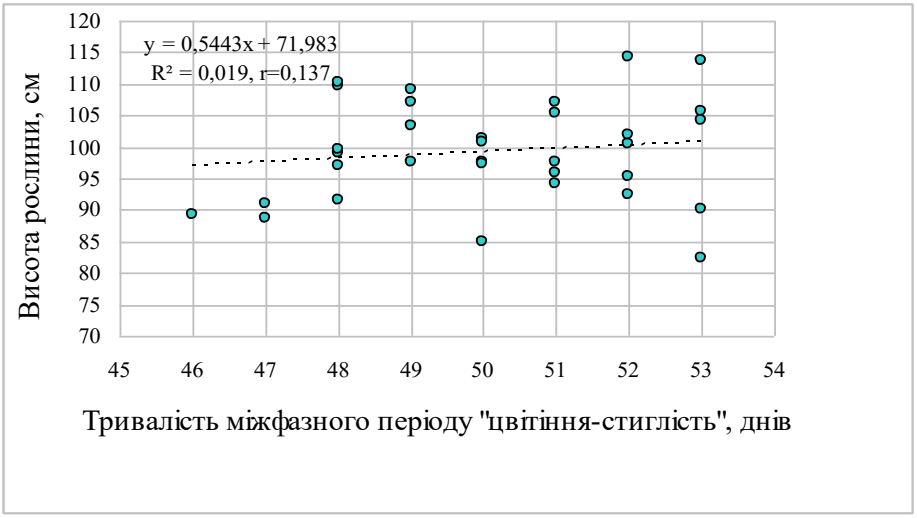


Рис. 6. Кореляційно-регресійна модель залежності урожайності зерна і тривалістю міжфазного періоду «цвітіння-стиглість» у ліній з популяції Кф 5-16 / Ледя

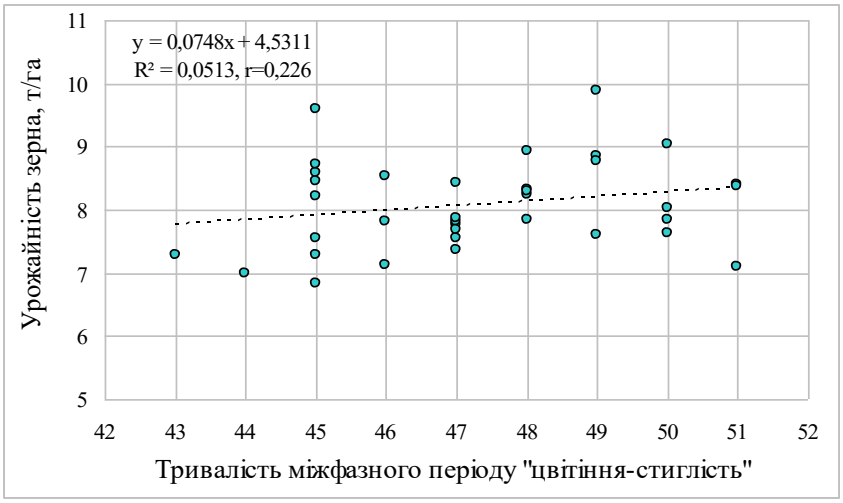


Рис. 7. Кореляційно-регресійна модель залежності урожайності зерна і тривалості міжфазного періоду «цвітіння-стиглість» у ліній з популяції Кф 2-16 / Овідій

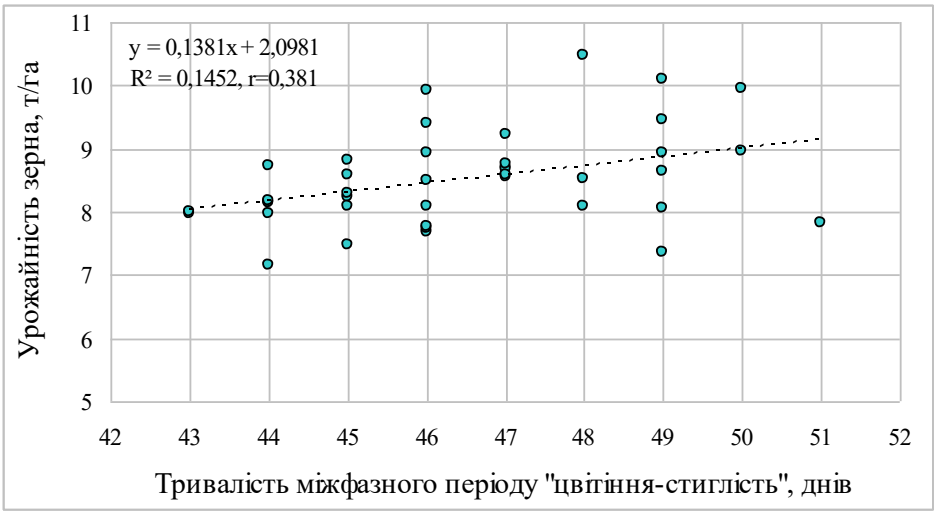


Рис. 8. Кореляційно-регресійна модель залежності урожайності зерна і тривалості міжфазного періоду «цвітіння-стиглість» у ліній з популяції Кф 2-16 / Херсонська безоста

Таблиця 2

Параметри оптимальних ознак елітних сімей при доборах на урожайність зерна в гібридних популяціях пшениці озимої в умовах зрошення

Педігрі гібриду	Показники, min…max			
	Висота рослин, см	Період «відростання – цвітіння», діб	Період «цвітіння-стиглість», діб	Урожайність зерна, т/га
Кошова / Кф 2-16	94…102	52…53	45…46	98…102
Кф5-16 / Ледя	92…96	53…55	49…51	105…108
Кф2-16 / Овідій	95…106	50…52	48…49	95…99
Кф2-16 / Херсон б.о.	98…103	54…56	49…52	100…105
Кф4-16 / Овідій	92…98	49…50	47…49	90…97

необхідно враховувати параметри оптимальних ознак, що визначаються доборами, починаючи з F_2 з наступним кореляційним аналізом в селекційних розсадниках.

Висновки. Проведення оцінок відібраних сімей за висотою рослин, термінами проходження фаз розвитку та урожайністю зерна в селекційних розсадниках дозволили з'ясувати рівень зв'язків окремих ознак та визначити найбільш вагомі маркерні для проведення доборів та корегування моделі сорту.

У проаналізованих доборів із гібридних популяцій зростання висоти рослин призводить до зменшення урожайності, а збільшення тривалості вегетації – до зростання висоти рослин.

У більшості гібридних популяцій все ж таки спостерігалась позитивна слабка залежність подовження тривалості терміну формування та наливу зернівки з урожайністю зерна, що передбачає перспективність доборів на подовження тривалості вегетації в умовах зрошення.

Для кожної гібридної популяції, що створена за участі контрастних за висотою і тривалістю вегетації батьківських компонентів, необхідно розробляти специфічний план доборів з урахуванням внутрішньопопуляційних кореляційних залежностей маркерних та результативних ознак.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Лифенко С.П., Наконечний М.Ю., Нарган Т.П. Особливості селекції сортів пшениці м'якої озимої степового екотипу у зв'язку зі змінами клімату в умовах півдня України. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 3(816). С. 53–62.
2. Tester M., Langridge P. Breeding technologies to increase crop production in a changing World. *Science*. 2010. Vol. 327, Iss. 5967. P. 818–822. doi: 10.1126/science.1183700.
3. Gilliham M., Able J. A., Roy S. J. Translating knowledge about abiotic stress tolerance to breeding programmers. *Plant Journal*. 2017. Vol. 90, Iss. 5. P. 898–917. doi: 10.1111/tpj.13456.
4. Созінов О.О. Нові рубежі в селекції рослин. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 12. С. 22–24.
5. Гадзало Я.М., Гладій М.В., Саблук П.Т., Лузан Ю.Я. *Розвиток аграрної сфери економіки в умовах децентралізації управління в Україні*. Київ : Аграрна наука, 2018. 328 с.
6. Чеботар Г.О., Моцний І.І., Кульбіда М.П., Чеботар С.В. Вплив генів короткостебловості на варіацію ознак ліній м'якої озимої пшениці. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія: біологія*. 2013. Вип. 17. № 1056. С. 95–102.
7. Волощук С.І., Юрченко Т.В. Мінливість ознаки довжина стебла у гібридно-мутантних популяціях пше-

ниці м'якої озимої. *Вісник аграрної науки*. 2015. №. 5. С. 36–40.
8. Лозінський М.В. Успадкування довжини стебла і міжвузлів пшениці м'якої озимої в F_1 та розщеплення в F_2 за гібридизації різних екотипів. *Вісник Сумського національного аграрного університету.* Серія: Агрономія і біологія. 2016. №. 9. С. 186–191.
9. Лозінська Т.П. Успадкування господарсько цінних ознак у гібридів пшениці м'якої ярої та їх трансгресивна мінливість. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*. 2010. Вип. 3(74). С. 76–78.
10. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / за ред. Р.А. Вожегової. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 286 с.
11. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966. Vol. 6. № 1. P. 36–40.
12. Орлюк А.П. Теоретичні основи селекції рослин. Херсон : Айлант, 2008. 517 с.

REFERENCES:

1. Lifenko, S. P., Nakonechnij, M. U., & Nargan, T. P. (2021). Osoblivosti selekcii sortiv pshenici myakoi ozimoi stepovogo ekotipu u zvyazku zi zminami klimatu v umovah pivdnya Ukraïni [Features of selection of soft winter wheat varieties of steppe ecotype in connection with climate change in the south of Ukraine]. *Visnik agrarnoi nauki – Bulletin of Agricultural Science,* 3(816), 53–62 [in Ukrainian].
2. Tester, M., & Langridge, P. (2010). Breeding technologies to increase crop production in a changing World. *Science,* 327(5967), 818–822. doi: 10.1126/science.1183700 [in English].
3. Gilliham, M., Able, J.A., & Roy, S.J. (2017). Translating knowledge about abiotic stress tolerance to breeding programmers. *Plant Journal*. 90(5). 898–917. doi: 10.1111/tpj.13456 [in English].
4. Sozinov, O.O. (2000). Novi rubezhi v selekcii roslin [New lines in the plants selection]. *Visnik agrarnoi nauki –Bulletin of Agricultural Science, 12, 22–24* [in Ukrainian].
5. Gadzalo, J. M., Gladii, M. V., Sabluk, P. T., & Luzan, Yu. (2018). *Rozvytok ahrarnoyi sfery ekonomiky v umovakh detsentralizatsiyi upravlinnya v Ukrayini [The development of the agrarian sphere of economy in the conditions of decentralization in Ukraine].* Kyiv: Agrarna nauka, 328 [in Ukrainian].
6. Chebotar, G. O., Motsny, I. I., Kulbida, M. P., & Chebotar, S. V. (2013). Vpliv geniv korotkosteblovosti na variaciyu oznak linij m'yakoї ozimoї pshenici [Influence of short-stem genes on the variation of soft winter wheat traits]. *Visnik Harkivskogo nacionalnogo universitetu imeni V.N. Karazina. Seriya: biologiya – Bulletin of Kharkiv National University named after V.N. Karazina. Series: Biology*, 17(1056), 95–102 [in Ukrainian].
7. Voloshchuk, S. I., & Yurchenko, T. V. (2015). Minlivist oznaki dovzhina stebla u gibridno-mutantnih populyaciyah pshenici myakoї ozimoi [Variable trait stem length in hybrid-mutant populations of soft winter wheat]. *Visnik agrarnoi nauki – Bulletin of Agricultural Science*, 5, 36–40 [in Ukrainian].
8. Lozinskij, M. V. (2016). Uspadkuvannya dovzhini stebla i mizhvuzliv pshenici myakoi ozimoi v F1 ta rozshcheplennya v F2 za gibridizacії riznih ekotipiv. [Inheritance of stem length and internodes of soft winter wheat in F1 and splitting in F2 by hybridization of different ecotypes]. *Visnik Sumskogo nacionalnogo agrarnogo universitetu. Seriya: Agronomiya i biologiya*. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: Agronomy and Biology*, 9, 186–191 [in Ukrainian].
9. Lozinska, T.P. (2010). Uspadkuvannya gospodarsko cinnih oznak u gibridiv pshenici myakoi yaroi ta ih transgresivna minlivist [Inheritance of economically valuable traits in soft spring wheat hybrids and their transgressive variability]. *Zbirnik naukovih prac Agrobiologiya – Collection of scientific works Agrobiology Bila Cerkva*, 3(74), 76–78 [in Ukrainian].
10. Vozhegova, R. A. (Ed.) (2014). *Metodyka polovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemlyakh [The methods of field and laboratory research on the irrigated lands].* Kherson: Gryn, 286 [in Ukrainian].
11. Eberhart, S.A., & Russell, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6(1), 36–40 [in English].
12. Orliuk, A.P. (2008). *Teoretychni osnovy selektsiyi roslyn [Theoretical bases of plants breeding]*. Kherson: Ailant, 508 [in Ukrainian].

Жупина А.Ю., Базалій Г.Г., Усик Л.О., Марченко Т.Ю., Лавриненко Ю.О. Успадкування висоти рослин гібридами пшениці озимої різного еколого генетичного походження в умовах зрошення

Мета. Встановити характер успадкування ознаки «висота рослин», тривалість періоду «цвітіння – стиглість» у гібридів пшениці озимої, створених із залученням пізньостиглих зразків західноєвропейського екотипу. Встановити кореляції цих показників з урожайністю зерна дібраних сімей. **Методи**. Польові дослідження проведені в Інституті зрошуваного землеробства НААН у 2016–2021 рр. Об'єктом досліджень були сучасні сорти пшениці озимої селекції Інституту, колекційні зразки західноєвропейського екотипу, що були інтродуковані з Франції та гібриди створені за їх участі. Сорти та гібриди висівались при зрошенні схемою «материнська форма, батьківська, гібрид». Методи – польові, лабораторні, селекційно-генетичні, статистичні. **Результати досліджень.** Представлені результати досліджень успадкування висоти рослин гібридами пшениці озимої, що створені за участі контрастних за еколого-генетичним походженням сортів. Детермінація довжини стебла рослинами F_1 пшениці м'якої озимої, створеними за участі різних екотипів, мала різноманітний характер. За схрещування напівкарликових батьківських форм у більшості спостерігалося позитивне наддомінування. У гібридів, створених за участі середньорослих генотипів з напівкарликовими успадкування, відбувалося за позитивним домінуванням. Проведення оцінок відібраних сімей за висотою рослин, термінами проходження фаз розвитку та урожайністю зерна в селекційних розсадниках дозволили з'ясувати рівень зв'язків окремих ознак та визначити найбільш вагомі маркерні для проведення доборів та корегування моделі сорту. У проаналізованих доборів з гібридних популяцій зростання висоти рослин призводить до зменшення урожайності, а збільшення тривалості вегетації – до зростання висоти рослин. **Висновки**. У більшості гібридних популяцій все ж таки спостерігалась позитивна, слабка залежність подовження тривалості терміну формування та наливу зернівки з урожайністю зерна, що передбачає перспективність доборів на

подовження тривалості вегетації в умовах зрошення. Для кожної гібридної популяції, що створена за участі контрастних за висотою і тривалістю вегетації батьківських компонентів, необхідно розробляти специфічний план доборів з урахуванням внутрішньопопуляційних кореляційних залежностей маркерних та результативних ознак.

Ключові слова: сорти, гібриди, пшениця, зрошення, селекція, урожайність, висота рослин, скоростиглість.

Zhupina A.Yu., Bazaliy G.G., Usyk L.O., Marchenko T.Yu., Lavrynenko Yu.O. Inheritance of plant height by winter wheat hybrids of different ecological genetic origin under irrigation conditions

Purpose. To establish the nature of inheritance of the trait 'plant height', the duration of the period of 'flowering – maturity' in hybrids of winter wheat, created with the involvement of late-maturing specimens of Western European ecotype. Establish correlations of these indicators with grain yield of selected families. **Methods.** Field research was conducted at the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS in 2016–2021. The object of research were modern varieties of winter wheat of the Institute, collection samples of Western European ecotype, which were introduced from France and hybrids created with their participation. Varieties and hybrids were sown under irrigation by the scheme 'maternal form, paternal, hybrid'. Methods – field, laboratory, breeding and genetic, statistical. **Results.** The results of research on the inheritance of plant height by winter wheat hybrids, created with the participation of contrasting varieties of ecological and genetic origin, are presented. The determination of stem length by F1 soft winter wheat plants created with different ecotypes was varied. Positive dominance was observed in the majority of cross-dwarf parental forms. In hybrids created with the participation of medium-sized genotypes with semi-dwarf inheritance was positive dominance. Evaluations of selected families on plant height, timing and grain yield in breeding nurseries revealed the level of ties of individual traits and identified the most important markers for selection and adjustment of the variety model. In the analyzed selections from hybrid populations, the increase in plant height leads to a decrease in yield, and an increase in the duration of the growing season to an increase in plant height. **Conclusions.** In most hybrid populations, however, there was a positive, weak relationship between the extension of the duration of formation and filling of grain with grain yield, which suggests the prospects of selection to extend the duration of vegetation under irrigation. For each hybrid population, created with the participation of contrasting in height and duration of vegetation parent components, it is necessary to develop a specific selection plan taking into account the intra-population correlation dependence of marker and performance traits.

Key words: varieties, hybrids, wheat, irrigation, selection, yield, plant height, precocity.

ІНТЕРВ'Ю

DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.20

ІНТЕРВ'Ю ДОКТОРА С.-Г. НАУК, ЗАВІДУВАЧА ВІДДІЛУ РОСЛИННИЦТВА ТА НЕПОЛИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ІНСТИТУТУ ЗРОШУВАНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ ЗАЙЦЯ С.О. ОСОБЛИВОСТІ СІВБИ ТА РОЗВИТКУ ОЗИМИХ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ ОСІННЬОГО ПЕРІОДУ 2021 РОКУ

Проблема збільшення виробництва продовольчого зерна є однією з найважливіших народногосподарчих задач країни. Без повного її вирішення неможливо забезпечити зростаючи потреби країни та світового ринку в продовольчому зерні.

У збільшенні виробництва зерна основна роль належить озимим зерновим культурам. Крім того, що південь України є однією з важливих зон у виробництві зерна, він ще й займає провідне місце у вирощуванні найбільш цінної зернової культури – пшениці озимої.

Відомо, що осінній період для виробництва зерна як для пшениці озимої, так і для інших озимих зернових культур завжди є відповідальним, оскільки безпосередньо в цей період закладаються основи майбутнього врожаю.

Однак характерною кліматичною особливістю зони Південного Степу є посушливість, часті роки з недостатньою кількістю опадів. Спостерігаються тривалі періоди ґрунтових і повітряних посух, що не дозволяють отримувати своєчасні і повноцінні сходи та нормальний розвиток рослин.

А які ж агрометеорологічні умови спостерігались у передпосівний та післяпосівний періоди озимих культур цього року?

У цьому році, як і в попередні роки, на більшій частині території Південного Степу спостерігалися складні погодні умови літнього періоду, особливо другої його половини. Так, у цей період, за даними Херсонського обласного центру з гідрометеорології, спостерігались високі температури повітря до 33–36 °С, а поверхня ґрунту нагрівалась до 59–63 °С тепла, що разом із тривалим періодом без продуктивних опадів призвело до утворення повітряно-ґрунтової посухи та їх поширення і поглиблення.

Тому на початку вересня у господарствах Херсонської області на більшій частині площ після непарових попередників продуктивні запаси вологи в посівному шарі ґрунту (0–10 см) були дуже низькими – 1–7 мм, а в південно-західних та південно-східних районах – вичерпані повністю. Це негативно позначилось на підготовці ґрунту, своєчасній сівбі та отримання сходів. Лише в окремих господарствах півночі та південного сходу області, де локально пройшли дощі, запаси вологи дозволяли отримати сходи.

У цілому агрометеорологічні умови перших двох місяців осені залишались малосприятливими для проведення сівби, а також для початкового росту та розвитку вже посіяних озимих зернових культур. Більшість площ після непарових попередників була засіяна у сухий ґрунт, і насіння в ньому залишалось не пророслим протягом 25–30 діб. Кількість опадів у вересні і жовтні на більшій частині території Херсонської області складала 10–16 та 2–9 мм (29–47 і 7–27% місячної норми), а на південному сході – 59 та 10–14 мм (184 і 34–45% місячної норми). Проте вітряна погода висушувала верхні шари ґрунту, а відсутність продуктивних опадів негативно позначились на його зволоженні. Так, станом на кінець жовтня запаси продуктивної вологи під пшеницею озимою в орному шарі ґрунту (0–20 см) на більшій частині території Херсонської області сформувались на дуже низькому рівні – 2–3 мм, лише у південно-східних районах та на зрошенні відповідали задовільним показникам – 18–22 мм.

Агрометеорологічні умови протягом листопада для осіннього розвитку озимих культур складались задовільно, спостерігався помірно теплий температурний режим, а кількість опадів становила 33–49 мм (83–135% місячної норми).

Порівняно з минулими роками осінній період цього року яким був?

Якщо аналізувати весь осінній період цього року, то виявлено, що середня добова температура повітря знаходилась у межах середньої багаторічної норми, але на 3 °С нижче торішньої. За даними Херсонського обласного центру з гідрометеорології, подібний температурний режим відмічався восени 2013 року, а середня кількість опадів за календарну осінь 2021 року склала 70 мм, що на 33 мм менше середньої багаторічної норми та на 22 мм менше, ніж за осінь 2020 року. Порівняно з попередніми роками кількість вологи в ґрунті у кінці жовтня була меншою, ніж у 2019 і 2020 рр., та близькою – в 2017 та 2018 рр.

Який вплив спричинили такі погодні умови на ростові процеси озимих культур?

Посіви пшениці озимої знаходяться в різновіковому стані розвитку – від формування 2–3 листків до утворення 2–5 пагонів (рис.1-2).

Посіви пшениці озимої залежно від строків сівби, мінерального та вологозабезпечення на більшості площ знаходяться в задовільному та доброму стані. На полях, де з осені не вносили добрива, відмічається пожовтіння листків та відставання в рості, що є ознакою азотного голодування рослин.

Місцями, особливо на ранніх та добре розвинених посівах пшениці озимої, спостерігаються грибні хвороби (кореневі гнилі, септоріоз) та ушкодження злаковими

мухами та іншими сисними комахами і кліщем. На озимині після стерньового попередника відмічається наявність хлібного туруна, а на всіх посівах – мишевидні гризуни.

Рис. 1. Стан розвитку рослин пшениці озимої після ріпаку озимого в неполивних умовах (1-4 рослина з ліва на право) та на зрошенні (5-7 рослина) перед припиненням осінньої вегетації (17.12.2021 р.)

Рис. 2. Стан розвитку рослин пшениці озимої по пару за сівби 1, 10 і 20 жовтня (зліва на право)

Стан посівів ячменю озимого дещо гірший, його рослини менш розвинені, ніж пшениці, що пов'язано з сівбою в пізніші терміни та після гірших попередників. Фази розвитку рослин – від формування 1–3 листків до утворення 2-4 пагонів (рис. 3).

Більшість посівів ячменю озимого мають слабкий та зріджений стан.

Рослини ріпаку озимого сформували розетку з 5–15 листків залежно від строку сівби і волого забезпечення попередників. На полях, де низькі запаси вологи в ґрунті та не вносили мінеральні добрива, рослини мають фіолетове забарвлення та значно відстають у рості. Посіви ріпаку озимого по пару надмірно розвинені і в господарствах для гальмування ростових процесів рослини обприскували інгібіторами росту, а також проводилась боротьба зі шкідниками.

Слід відмітити, що в першій половині третьої декади листопада озимі культури перебували у стані нестійкого зимового спокою, а з 26 листопада, внаслідок підвищеного температурного режиму, відновили ростові процеси. У найхолодніші дні температура ґрунту на глибині залягання вузла кущіння пшениці озимої знижувалась від 0° до 2 ºС морозу, що не завдало шкоди рослинам усіх озимих культур.

Рис. 3. Стан розвитку рослин ячменю озимого по пару за сівби 1, 10 і 20 жовтня (зліва на право)

Проте агрометеорологічні умови листопада і першої половини грудня сприяли ростовим процесам озимих культур, а там, де насіння раніше знаходилось в сухому ґрунті, відбулося його проростанню та поява сходів. Волога та тепла, як для початку календарної зими, погода позитивно впливала на стан рослин, а на посівах пізніх строків сівби спостерігалась зміна фазового розвитку. Проте такі погодні умови не сприяли загартуванню рослин. У середині грудня озимі культури увійшли в стан зимового спокою.

Як оцінити підготовку озимих зернових культур до перезимівлі?

В основі наукових уявлень про природу морозостійкості рослин лежить теорія загартування та накопичення вуглеводів у вузлах кущення рослин озимих зернових культур. Уміст розчинних вуглеводів (цукрів) у тканинах вузла кущення на час припинення осінньої вегетації дає змогу встановити потенційну здатність рослин протистояти несприятливим умовам перезимівлі. За агрометеорологічних умов цього року не відбувалось доброго загартування рослин, на час припинення осінньої вегетації у вузлах кущення пшениці озимої накопичилось в середньому 33,60% цукрів з максимальною їх кількістю 37,54%, що відповідно на 11,51 і 11,78% менше, ніж у минулому році. Значно менше цукрів накопичили рослини ячменю озимого – у середньому 17,62% з максимальним вмістом 22,34%. Восени минулого року їх вміст був значно більшим і складав 38,50–43,52%.

Для нормальної перезимівлі озимих культур у період осіннього загартування рослин вміст цукрів у вузлах кущення повинен становити 32–35%. Такий або близький вміст цукрів накопичили рослини пшениці озимої, а ось рослини ячменю озимого мають понижену стійкість до несприятливих агрометеорологічних умов: низьких від'ємних температур повітря та різких їх коливань, відсутності снігового покриву, відлиг, льодяної кірки, видування, вимокання, випрівання, а також весняних заморозків.

Також слід врахувати те, що в умовах цього року ґрунт на значній частині площ був сухий, мікробіологічні процеси в ньому не відбувалися і доступні форми поживних речовин не утворювалися, а деякі господарства не проводили до та після посівного внесення мінеральних добрив, то слід передбачити підживлення посівів ними рано навесні до відновлення весняної вегетації. За оптимального вологозабезпечення озимих культур таке підживлення азотними добривами підвищує врожайність зерна на 0,9–1,3 т/га та покращує його якість.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

БАЗАЛІЙ Г.Г. 122
БАРКАР В.П. 5
ВОЖЕГОВА Р.А. 115
ВОЖЕГОВ С.Г. 10
ВОРОНЮК З.С. 10
ГАЛИЦЬКА М.А. 23
ГАМАЮНОВА В.В. 97
ГЛЮДЗИК-ШЕМОТА М.Ю. 104
ГРАНОВСЬКА Л.М. 17
ГУРІНЧИК В. Д. 5
ДЕКОВЕЦЬ В.О. 23
ДИМИТРОВ С.Г. 29
ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ А.В. 34
ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ П.А. 34
ДОМАРАЦЬКИЙ Є.О. 34
ЖУЙКОВ О.Г. 42, 46
ЖУПИНА А.Ю. 122
ЗАБАРА П.П. 115
ІЖБОЛДІН О.О. 51
КОВАЛЕНКО О.А. 58
КОЗЛОВА О.П. 34
КУВШИНОВА А.О. 97
КУЛИК М.І. 23
ЛАВРИНЕНКО Ю.О. 122
ЛАВРИСЬ В.Ю. 42
ЛАВРИШИНА О.Є. 34
ЛИЧУК Г.І. 65
ЛУБЯНА Л.М. 5
МАЛЯРЧУК А.С. 17
МАЛЯРЧУК М.П. 17
МАРЧЕНКО Т.Ю. 115, 122
МАТІЄГА О.О. 104
МИШУКОВА Л.С. 17
МОЛЧАНОВА О.Д. 5
МОСТІПАН М.О. 72
РОМЕНСЬКИЙ В.Ю. 10
ПІЛЯРСЬКА О.О. 115
САБЛУК В.Т. 29
САВІНА О.І. 104
СМІРНОВА І.В. 58
СУЧЕК В.М. 79
ТАНЧИК С.П. 29
ТАРАРІКО Ю.О. 65
ТКАЧ М.С. 10
ТКАЧОВА Є.С. 86
ТОМНИЦЬКИЙ А.В. 17
ТРІБУНЦОВА О.Б. 5
УМРИХІН Н.Л. 72
УСИК Л.О. 122
ФЕДОРЧУК М.І. 86
ХОДОС Т.А. 46
ЦЕНТИЛО Л.В. 92
ШЕЙДИК К.А. 104
ШИЛО С.Л. 92

НОТАТКИ

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЗРОШУВАНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України є провідною науково-дослідною установою Півдня України, яка працює над виконанням фундаментальних і прикладних завдань державних науково-технічних програм у галузі зрошуваного та неполивного землеробства, насінництва, рослинництва, захисту рослин, агрохімії, меліорації, механізації та економіки.

СТВОРЮЄМО:

– кращі гібриди кукурудзи, сорти пшениці озимої, сої, помідорів, люцерни та багаторічних трав;
– новітні системи зрошуваного й неполивного землеробства відповідно до спеціалізації господарств;
– елементи раціонального природокористування, збереження родючості ґрунтів і навколишнього середовища за рахунок науково обґрунтованої структури посівних площ, системи сівозмін різної спеціалізації, ґрунтозахисних, енергозберігаючих способів обробітку ґрунту для сільськогосподарських угідь.

ПРОПОНУЄМО:

– широкий асортимент високоякісного насіння сільськогосподарських культур власної селекції та селекції провідних селекційних центрів, адаптованого до умов вирощування на зрошуваних і неполивних землях;
– агрохімічний аналіз ґрунту та технологічні аналізи зерна пшениці, рису, проса, ячменю й інших сільськогосподарських культур (вологість, засміченість, натура, вміст сирої клітковини, хлібопекарські якості борошна, склоподібність, маса 1000 насінин);
– консультації з відбору зразків ґрунту, води, сільськогосподарської продукції для аналізу;
– рекомендації з використання добрив під сільськогосподарські культури;
– консультативно-методичні послуги з питань вирощування основних сільськогосподарських культур.

Запрошуємо всіх бажаючих до співпраці з метою створення міцного науково обґрунтованого фундаменту для розвитку систем зрошуваного й неполивного землеробства у степовій зоні України!

ІНСТИТУТ ЗРОШУВАНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
73483, Україна, м. Херсон, смт Наддніпрянське
Тел./факс: +38(0552) 361-196
e-mail: izz.ua@ukr.net
сайт: izznaan.com.ua
www.facebook.com/izz.herson

Наукове видання

АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

Випуск 10

Відповідальний секретар – Грановська Л.М.

Підписано до друку 28.12.2021 р. Формат 60×84 1/8.
Папір офсетний. Гарнітура Arial. Цифровий друк.
Умовно друк. арк. 15,81. Наклад 300. Зам. № 0222/071
Віддруковано з готового оригінал-макета.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
73034, Україна, м. Херсон, вул. Паровозна, 46-а
Телефон +38 (048) 709 38 69, +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб’єкта видавничої справи
ДК № 6424 від 04.10.2018 р.