

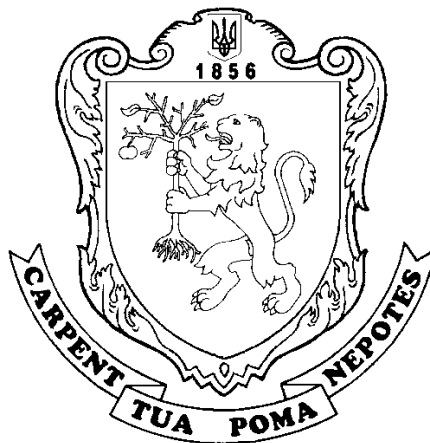
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## ВІСНИК

ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО  
АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

### Агрономія

№ 25



Львів 2021

**Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія. 2021. № 25. 180 с.**

Розглядаються актуальні питання екології, рослинництва, плодовоовочівництва, кормовиробництва і тваринництва, селекції і насінництва, захисту рослин, агрохімії і ґрунтознавства, способи основного обробітку ґрунту й системи удобрення та їх вплив на урожайність сільськогосподарських культур.

Для наукових працівників, викладачів, аспірантів і студентів закладів вищої освіти аграрного профілю, фахівців агропромислового комплексу.

*Рекомендовано до друку  
вченою радою Львівського національного аграрного університету  
(протокол № 8 від 25.06.2021 р.)*

**Редакційна колегія:**

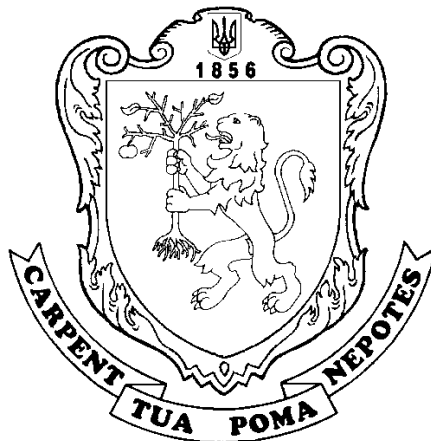
**Капрусь І. Я.**, д. б. н., професор, Львівський національний аграрний університет – головний редактор;  
**Снітинський В. В.**, д. б. н., академік НААНУ, Львівський національний аграрний університет, заступник головного редактора;  
**Бальковський В. В.**, к. с.-г. н., доцент, Львівський національний аграрний університет;  
**Андрейова А.**, д. інж., доцент, Словацький сільськогосподарський університет у Нітрі, Словацька Республіка;  
**Борисюк В. С.**, к. с.-г. н., доцент, Львівський національний аграрний університет;  
**Вовк С. О.**, д. б. н., професор, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН України;  
**Гнатів П. С.**, д. б. н., професор, Львівський національний аграрний університет;  
**Голячук Ю. С.**, к. б. н., доцент, Львівський національний аграрний університет;  
**Гунчак А. В.**, д. с.-г. н., старший науковий співробітник, Інститут біології тварин НААН;  
**Дидів О. Й.**, к. с.-г. н., доцент, Львівський національний аграрний університет;  
**Жиромський А.**, д. габ., професор, Вроцлавський університет природничих наук, Республіка Польща;  
**Забродіна І.В.**, к. с.-г. н., доцент, Харківський державний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва;  
**Завірюха П. Д.**, к. с.-г. н., доцент, Львівський національний аграрний університет;  
**Зансвич-Байковська А.**, д. габ., професор, Природничо-гуманітарний університет в Седльце, Республіка Польща;  
**Квасовський В.**, доктор наук, доцент, Варшавський університет природних наук, Республіка Польща;  
**Косилович Г. О.**, к. б. н., доцент, Львівський національний аграрний університет;  
**Лихочвор В. В.**, д. с.-г. н., професор, член-кореспондент НААНУ, Львівський національний аграрний університет;  
**Мартин В.**, д. габ., професор, Doctor Honoris Causa, Державна вища школа ім. Шимона Шимоновица в м. Замосць, Республіка Польща;  
**Огородник Н. З.**, д. вет. н., с.н.с., Львівський національний аграрний університет;  
**Персікова Т. П.**, д. с.-г. н., професор, Білоруська державна сільськогосподарська академія, Республіка Білорусь;  
**Роса Р.**, д. габ., професор, Природничо-гуманітарний університет в Седльце, Республіка Польща;  
**Рутковська Б.**, д. габ., професор, Варшавський університет природних наук, Республіка Польща;  
**Самборський А.**, д. габ., професор, Державна вища школа ім. Шимона Шимоновица в м. Замосць, Республіка Польща;  
**Спихай-Фабісяк Є.**, д. с.-г. н., професор, Технологічно-природничий університет у Бидгощі, Республіка Польща;  
**Станкевич С. В.**, к. с.-г. н., доцент, Харківський державний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва;  
**Стапай П. В.**, д. с.-г. н., професор, Інститут біології тварин НААН;  
**Франчук Й.**, д. габ., професор, Природничо-гуманітарний університет в Седльце, Республіка Польща;  
**Хірівський П. Р.**, к. б. н., доцент, Львівський національний аграрний університет;  
**Хойніцький Ю.**, д. габ., професор, Варшавський університет природних наук, Республіка Польща;  
**Шувар І. А.**, д. с.-г. н., професор, Львівський національний аграрний університет;  
**Шульц В.**, д. габ., професор, Варшавський університет природних наук, Республіка Польща;  
**Іванків М. Я.**, к. с.-г. н., доцент, Львівський національний аграрний університет – відповідальний секретар.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
LVIV NATIONAL AGRARIAN UNIVERSITY

**JOURNAL**  
Of LVIV NATIONAL  
AGRARIAN UNIVERSITY

**Agronomy**

**№ 25**



Lviv 2021

**Journal of Lviv National Agrarian University: agronomy. 2021. № 25. 180 p.**

The main fields of the research are: ecology, plant cultivation, fruit-and-vegetables farming, fodder production and animal raising, selection and seed-growing, plant protection, Agro-Chemistry and soil study, methods of basic soil cultivation and systems of fertilization and their impact on the agricultural crops.

The edition is for scientists, teachers, students and postgraduate students, specialists of agriculture.

*Recommended for publication  
by the Academic Council of the Lviv National Agrarian University  
(protocol № 8 from 25.06.2021)*

**Editorial board:**

**Kaprus I. Ya.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Lviv National Agrarian University; editor-in-chief;  
**Snityns'kyi V. V.** Doctor of Biological Sciences, Academician of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Lviv National Agrarian University, deputy editor-in-chief;  
**Balkovskiy V. V.**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Lviv National Agrarian University;  
**Andrejiová A.**, Doc. Ing., PhD, docent, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovak Republic;  
**Borysiuk V. S.**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Lviv National Agrarian University;  
**Vovk S. O.**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Institute of Agriculture of the Carpathian Region of Ukraine of NAAS;  
**Hnativ P. S.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Lviv National Agrarian University;  
**Holiachuk Yu. S.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Lviv National Agrarian University;  
**Hunchak A. V.**, Doctor of Agricultural Sciences, Institute of Animal Biology NAAS;  
**Dydiv O. Y.**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Lviv National Agrarian University;  
**Zyromski A.**, Dr. hab. inż., Professor, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Republic of Poland;  
**Zaviriukha P. D.**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Lviv National Agrarian University;  
**Zabrodina I.V.**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaiev;  
**Zaniewicz-Bajkowska A.**, Dr. hab., Professor, Siedlce University of Natural Sciences and Humanities, Republic of Poland;  
**Kwasowski W.**, Dr inż., Adiunkt, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Republic of Poland;  
**Kosylovych H. O.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Lviv National Agrarian University;  
**Lykhochvor V. V.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Agriculture Sciences of Ukraine, Lviv National Agrarian University;  
**Martyn W.**, Dr. hab., Professor, Doctor Honoris Causa, State School of Higher Education in Zamość, Uczelnia Państwowa im. Szymona Szymonowica w Zamościu, Republic of Poland;  
**Ohorodnyk N. Z.**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Lviv National Agrarian University;  
**Persikova T. P.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Belarus Agricultural Academy, Belarus;  
**Rosa R.**, Dr. hab. inż., Professor, Siedlce University of Natural Sciences and Humanities, Republic of Poland;  
**Rutkowska B.**, Dr. hab., Professor, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Republic of Poland;  
**Samborski A.**, Dr. hab., Professor, State School of Higher Education in Zamość, Uczelnia Państwowa im. Szymona Szymonowica w Zamościu, Republic of Poland;  
**Spychaj-Fabisiak E.**, Dr. hab., Profesor nauk rolniczych, Bydgoszcz University of Technology and Life Sciences, Republic of Poland;  
**Stankevych S.V.**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaiev;  
**Stapay P. V.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Animal Biology NAAS;  
**Franczuk J.**, Dr. hab., Professor, Siedlce University of Natural Sciences and Humanities, Republic of Poland;  
**Khirivskiy P. R.**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Lviv National Agrarian University;  
**Chojnicki J.**, Dr. hab., Professor, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Republic of Poland;  
**Shuvar I. A.**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Lviv National Agrarian University;  
**Szulc W.**, Dr. hab., Professor, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Republic of Poland;  
**Ivankiv M.Ya.**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Lviv National Agrarian University, executive secretary of the Journal.

Розділ 1  
ЕКОЛОГІЯ

---

УДК 504.064 (477.83)

**ГІДРОГЕОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ТЕРИТОРІЇ СТЕБНИЦЬКОГО РОДОВИЩА  
КАЛІЙНИХ РУД ДРОГОБИЦЬКОГО РАЙОНУ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**В. Снітинський, д. б. н.**

*ORCID ID: 0000-0001-9633-1004*

**О. Зеліско, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0003-1713-4243*

**П. Хірівський, к. б. н.**

*ORCID ID: 0000-0001-7246-9260*

**О. Мазурак, к. т. н.**

*ORCID ID: 0000-0001-7846-2799*

**Б. Кректун, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-0224-8144*

**Ю. Корінець, к. б. н.**

*ORCID ID: 0000-0001-8920-3186*

*Львівський національний аграрний університет*

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.005>

**Снітинський В., Зеліско О., Хірівський П., Мазурак О., Кректун Б., Корінець Ю. Гідрогеологічний моніторинг території Стебницького родовища калійних руд Дрогобицького району Львівської області**

Проведеними у 2018–2020 роках моніторинговими екологічними дослідженнями гідрогеологічних умов території Стебницького родовища калійних руд Дрогобицького району Львівської області встановлено, що тривала експлуатація калійного рудника Стебницьким державним гірничо-хімічним підприємством «Полімінерал» призвела до утворення під землею (за рахунок просочення поверхневих вод) та накопичення на поверхні (внаслідок їх щорічного відпомповування) великої кількості розсолів (3 млн м<sup>3</sup>), що містять такі елементи, як К, Na, Mg та мікроелементи. Висококонцентровані розсоли, що утворюються в шахті, постійно відкачуються у хвостосховище, звідти можуть потрапляти у поверхневі води.

За результатами хімічного аналізу розсолів до і після контакту з пісковиками продуктивного горизонту можна дійти висновку, що хімічної взаємодії між розсолом і породою практично не відбувається. Деяке зростання вмісту хлоридів відбувається за рахунок залишкових солей пластових вод, які знаходяться в керні, що дає підставу стверджувати про відсутність процесів хімічної кольматації.

Результати досліджень вказують, що велика кількість розсолів спричиняє активізацію карстово-суфозійних процесів і просадочних явищ на території рудника. Потрапляння прісних поверхневих вод у підземні виробітки, пов'язане з розгерметизацією поверхні землі над шахтними полями, сприяє розчиненню породи та створює потенційну небезпеку виникнення провалів техногенного походження.

Розвиток карсту формує зональну водопровідність водоносного комплексу. Поблизу області живлення гіпсоангідрити повністю розчинені і вищезалігаючі слабопроникливі глини, й пісковики, опущені на поверхню вапняків, частково кольматуючи тріщини.

**Ключові слова:** моніторинг, родовище калійних солей, антропогенно-порушені землі, гідрогеологічні умови, поверхневі і підземні води.

**Snitynskiy V., Zelisko O., Khirivskiy P., Mazurak O., Krektun B., Korinec Yu. Hydrogeological monitoring of the Stebnyk potash ore deposit in Drohobych district in Lviv region**

The monitoring of hydrogeological conditions on the territory of Stebnyk potash ore deposit in Drohobych district of Lviv region was carried out in 2018–2020 within the framework of ecological researches. The long-term operation of the potassium mine by the Stebnyk State Mining and Chemical Enterprise «Polyminerals» has resulted in formation in the depth of ground (due to surface water impregnation) and accumulation on the surface (due to their annual pumping) of the large amount of brine (3 million m<sup>3</sup>) containing K, Na, Mg and trace elements. The highly concentrated brines are constantly pumped out into the tailings pond. There is a risk of brine licking into surface waters.

According to the results of the chemical analysis of brines, which took place before as well as after contact with sandstones of the productive horizon, the weak chemical interaction between brine and rock was concluded. A certain

increase of chloride concentration occurs due to residual salts of formation waters, which are included in the core samples. Such situation evidences the absence of chemical clogging processes.

It was demonstrated that a large amount of brine causes activation of karst-suffusion processes and subsidence phenomena in the mine area. As a result of the permeation of fresh surface water into underground cavities, the depressurization of the earth's surface above the mine fields takes place. Such hydrological conditions cause the dissolution of the rock and create a potential technogenic risk of chasms formation.

The development of karsts affects the zonal water conductivity of the aquifer complex. Near the feeding area, gypsum anhydrites are completely dissolved and above located poorly permeable clays and sandstones are brought down to the surface of the limestones, partially clogging the cracks.

**Key words:** monitoring, deposit of potassium salts, anthropogenically disturbed lands, hydrogeological conditions, surface and groundwater.

**Постановка проблеми.** Одна з основних проблем, що зумовлюють погіршення екологічної ситуації під час розробки родовищ калійних солей – скиди у поверхневі річкові води стоків дренажних вод із суттєво перевищеним вмістом солей з водозбірників і шламосховищ.

Екологічна небезпека пов'язана також із наявністю накопичувальних басейнів, які містять концентровані розсоли. При розробці родовищ калійних руд розсоли фільтруються через тіло дамби накопичувального басейну без відповідного їх збору і наступного відкачування. Потрапляння прісних поверхневих вод у підземні виробітки пов'язане з розгерметизацією поверхні землі над шахтними полями та сприяє розчиненню породи і створює потенційну небезпеку виникнення провалів техногенного походження [5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За різними даними, виходи гірських порід, що карстуються, займають до 50 млн км<sup>2</sup>, тобто приблизно третину площі суші. Водночас карст істотно впливає на ландшафтні особливості території та формування рельєфу, на поверхневі стоки, режим підземних вод, річки і озера, ґрунтово-рослинний покрив, господарську діяльність населення тощо. Проблеми, пов'язані з карстом, зумовлюють величезні щорічні затрати, які зростають через недостатнє розуміння суб'єктом господарської діяльності окремих складових та закономірностей не тільки природного, а й техногенного активізованого його розвитку. Осібно посеред різних типів слід виділити сольовий карст, найменш вивчений та найбільш складний за умовами виникнення та проходження екзогенний процес.

Здебільшого обставини, які зумовили негативні явища, пов'язані з активізацією карстових процесів, були наслідком розкриття підземними виробками гіпергенно-змінених ділянок та зон, причиною чого була недостатня вивченість геологічних та гідрогеологічних умов на цих ділянках [2–4].

Наприкінці ХХ ст. ситуація ускладнилася через суттєве зменшення, а іноді й цілковиту відсутність фінансування та втрату інтересу до об'єктів солевидобутку з боку держави, унаслідок чого активізація екзогенних процесів у межах поширення техногенно-порушених солевмісних відкладів стала повністю неконтрольованою. Саме тому сьогодні гостро назріло питання переоцінки набутого досвіду, з урахуванням помилок, досягнень та практики минулих дослідників не тільки Передкарпаття, а й інших соленосних провінцій України і світу.

**Постановка завдання.** Геологічне середовище Стебницького родовища калійних руд має складну будову. Контакт соляних відкладів з надсольовими породами переважно обводнений, причому розсоли й води верхніх горизонтів гідравлічно пов'язані між собою. Гірничі виробки розташовані одна над одною; карстові форми зосереджені в межах площі відробки солей.

Пониження гірничими виробками місцевого базису дренажу, формування депресійних лійок посилює динамічність надсольових вод і призвело до порушення протикарстової рівноваги копальні [1].

Контроль за просуванням розсолів у поглинальному горизонті та санітарним станом водонесних горизонтів є однією з надзвичайно важливих проблем, які виникають у процесі підземного захоронення промислових відходів.

Для вивчення впливу рідких відходів видобування калійної руди на Стебницькому родовищі на екологічний стан поверхневих і підземних вод у 2018–2020 роках проведені екологічні дослідження.

**Виклад основного матеріалу.** Стебницьке родовище калійних солей Дрогобицького району Львівської області відкрите 1834 року. Площа 30 км<sup>2</sup>. Солі переважно каїніто-лангбейнітові та лангбейнітові (K<sub>2</sub>Mg<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>), залягають у вигляді ліنز потужністю кілька десятків метрів на глибині

90–1000 м. За хімічним складом належать до солей сульфатного типу. Для них характерний дуже складний і своєрідний комплекс соляних мінералів і винятково великий вміст глинистого матеріалу. Серед калійно-магнієвих солей найбільше поширені каїніт і лангбейніт, підпорядковане значення мають сильвін і карналіт. Значно менше поширені полігаліт, шеніт, леоніт, епсоміт, кізерит, ангідрит, астраханіт, зрідка трапляються вантгофіт, левеїт, сингеніт та ін. Невід’ємною складовою всіх калійних соляних порід є галіт.

Небезпечним є хвостосховище, яке містить 22 млн т відходів – твердої фази – соляно-глинистих відходів флотаційного збагачення, утворених унаслідок збагачення мінеральної сировини, питання утилізації яких не вирішене. Хвостосховище складається з двох секцій загальною площею близько 125 га. Площа першої секції – 69 га. Друга секція заповнена ропою і розділена перемичкою на дві ділянки – південну та північну, площею відповідно 28,9 та 26,9 га.

На всю площу хвостосховища щорічно випадає в середньому 1612 тис. м<sup>3</sup> атмосферних опадів, а випаровується з неї близько 572 тис. м<sup>3</sup>, тобто надлишок води становить 1 040 тис. м<sup>3</sup> за

рік. Загальний об’єм відходів разом з атмосферними опадами зростає у хвостосховищі в середньому на 1368 тис. м<sup>3</sup> за рік.

Проведеними дослідженнями встановлено, що тривала експлуатація калійного рудника Стебницьким державним гірничо-хімічним підприємством «Полімінерал» призвела до утворення під землею (за рахунок просочення поверхневих вод) та накопичення на поверхні (внаслідок їх щорічного відпомповування) великої кількості розсолів (3 млн м<sup>3</sup>), що містять такі елементи, як К, Na, Mg, та мікроелементи (табл. 1).

За результатами хімічного аналізу розсолів до і після контакту з пісковицями продуктивного горизонту можна дійти висновку, що хімічної взаємодії між розсолом і породою практично не відбувається. Дещо зростає вміст хлоридів за рахунок залишкових солей пластових вод, які знаходяться в керні, що дає підставу стверджувати про відсутність процесів хімічної кольматації.

У результаті проведених досліджень встановлено хімічний склад підземних вод водоносного горизонту на Стебницькому родовищі калійних солей, який наведено в табл. 2.

Таблиця 1

**Хімічний склад розсолів Стебницького ДГХП «Полімінерал»  
до і після контакту з породою**

Досліджувана речовина	Час контакту	Температура контактування	Густина, кг/м <sup>3</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> , г/л	Ca <sup>2+</sup> , г/л	Mg <sup>2+</sup> , г/л	Cl <sup>-</sup> , г/л	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , г/л
Хімічний склад розсолу до контакту з породою								
Високомінералізований розсіл		75 <sup>0</sup> С	1237	104,50	0,01	22,03	177,12	46,44
Хімічний склад розсолу після контакту з породою								
Високомінералізований розсіл	24 год.	75 <sup>0</sup> С	1237	104,58	0,01	22,03	177,12	46,44

Таблиця 2

**Хімічний склад підземних вод водоносного горизонту  
на Стебницькому родовищі калійних солей, мг/л**

Cl	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	K+Na	Ca	Mg	H <sub>2</sub> S+HS	Сума
30	308	1393	66	582	33	9	2421

**Екологічний стан річки Солониці в зоні діяльності  
Стебницького ДГХП «Полімінерал»**

рН	Густина, кг/м <sup>3</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> , г/л	Ca <sup>2+</sup> , г/л	Mg <sup>2+</sup> , г/л	Cl, г/л	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , г/л	Загальна мінералізація, г/л
7,85	1000	0,019	0,01	0,032	0,056	0,094	0,211

Висококонтровані розсоли, що утворюються в шахті, постійно відкачуються у хвостосховище, звідки можуть потрапляти у поверхневі води.

З огляду на це досліджено якість води у річці Солониці в зоні діяльності Стебницького ДГХП «Полімінерал», результати яких подано у табл. 3.

Як бачимо (див. табл. 3), екологічний стан річки Солониці в зоні діяльності Стебницького ДГХП «Полімінерал» задовільний. Помітного впливу відходів підприємства на якість води в річці не відзначено.

**Висновки.** У результаті експлуатації родовища калійних руд м. Стебник Дрогобицького району Львівської області гідрогеологічні умови району суттєво змінилися. Розвиток карсту формує зональну водопровідність водоносного комплексу. Поблизу області живлення гіпсоангідрити повністю розчинені, і вищезалігаючі слабопроникливі глини, й пісковики, опущені на поверхню вапняків, частково кольматуючи тріщини.

Останніми роками Стебницьке ДГХП «Полімінерал» перебуває в аварійній ситуації, де з огляду на переповнення акумулюючих зумпфів стався перетік шахтних вод з IV горизонту на V і, як результат, підтоплення V горизонту, виникла загроза затоплення соляної шахти. Надходження води в шахтні виробки становить 960–1000 м<sup>3</sup>/добу. При загальному об'ємі виробленого простору, що становить 33 млн м<sup>3</sup>, руйнування соляних міжкамерних ціликів може призвести до техногенної катастрофи в регіоні.

У зоні впливу підприємства розташовані житлові будинки м. Стебника, с. Станілі, районний водогін, залізнична колія державного значення Трускавець – Київ, шосейні магістралі, каналізаційний колектор, лінії високовольтних передач, річки басейну Дністер, санітарна зона курорту Трускавець.

**Бібліографічний список**

1. Снітинський В., Зеліско О., Хірівський П., Бучко А., Корінець Ю. Моніторинг антропогенно порушених земель Львівського полігону твердих побутових відходів. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2018. № 22 (2). С. 5–8.
2. Снітинський В., Зеліско О., Хірівський П., Корінець Ю., Кректун Б. Екологічний моніторинг гідрогеологічних умов Язівського сірчаного рудника Львівської області. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2019. № 23. С. 19–22.
3. Снітинський В., Зеліско О., Хірівський П., Мазурак О., Бучко А., Корінець Ю. Екологічна оцінка стану поверхневих вод території видобування сірки Яворівським ДГХП «Сірка» Львівської області. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2017. № 21. С. 3–5.
4. Снітинський В., Зеліско О., Хірівський П., Корінець Ю., Кректун Б. Екологічна оцінка стану антропогенно-порушених земель Подороженського сірчаного родовища Жидачівського району Львівської області. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2020. № 24. С. 12–16.
5. Снітинський В. В., Баб'як Н. М. Забруднення важкими металами дерново-підзолистих ґрунтів території, прилеглої до законсервованого Луцького звалища твердих побутових відходів. *Вісник Львівського державного аграрного університету: агрономія*. 2003. № 7. С. 3–5.

*Стаття надійшла 03.03.2021*



УДК 504.064:635.112/631.8:631.465

## ВПЛИВ КАДМІЮ НА БІОЛОГІЧНУ ТА ФЕРМЕНТАТИВНУ АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКА СТОЛОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ ТА МЕЛІОРАНТІВ

**В. Снітинський, д. б. н.**

ORCID ID: 0000-0001-9633-1004

**А. Дидів, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0002-4436-9008

**Н. Качмар, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0003-4471-5895

**Т. Дацко, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0002-2957-1822

**М. Іванків, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0002-4911-2877

Львівський національний аграрний університет

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.009>

**Снітинський В., Дидів А., Качмар Н., Дацко Т., Іванків М. Вплив кадмію на біологічну та ферментативну активність ґрунту за вирощування буряка столового залежно від застосування добрив та меліорантів**

У потоці життя ґрунтів мікроорганізми виконують багато важливих функцій. Проте через значне забруднення агробіоценозів важкими металами відбуваються незворотні зміни у структурі та функціях екосистеми ґрунту. Особливо істотних змін під впливом рухомих форм кадмію, свинцю, ртуті, цинку, міді зазнає ґрунтова біота, внаслідок чого виникають порушення у процесах ґрунтоутворення, що відображається у зменшенні чисельності та біомасі мікроорганізмів, зниженні рівня ферментативної активності та інтенсивності виділення діоксиду вуглецю з ґрунту. За токсичної дії важких металів на мікроорганізми ґрунту посилюються прояви ґрунтової та втрати родючості ґрунту, внаслідок чого спостерігається зниження врожайності та найважливіше – якості рослинницької продукції. Тому для підвищення біологічної активності ґрунту вносять органічні й бактеріальні добрива, використовують сидерати, правильно чергують культури у сівозміні, а також застосовують кальцієві меліоранти для підтримання сприятливих фізико-хімічних властивостей ґрунту, підвищення його родючості та стійкості до забруднення важкими металами.

Дослідженнями встановлено, що за внесення органічної та органо-мінеральної систем удобрення у поєднанні з вапнуванням ґрунту в нормі Біогумус 4 т/га + CaCO<sub>3</sub> 5 т/га та N<sub>34</sub>P<sub>34</sub>K<sub>34</sub> + Біогумус 2 т/га + CaCO<sub>3</sub> 5 т/га за вирощування буряка столового інтенсивність виділення діоксиду вуглецю з ґрунту була найбільшою, відповідно 18,9 та 17,3 мг CO<sub>2</sub>/100 г ґрунту за добу за ймовірної різниці до контролю (без добрив) –  $p < 0,01$ . Із збільшенням градації змодельованого забруднення ґрунту кадмієм біологічна активність зменшувалась у всіх варіантах досліду.

Внесені добрива та меліоранти сприяли зменшенню рухомості йонів Cd<sup>2+</sup> у ґрунті і тим самим знижували їхню інгібуючу дію на ґрунтові ферменти, внаслідок чого спостерігали підвищення їхньої активності. Визначено, що за внесення Біогумусу 4 т/га + 5 т/га CaCO<sub>3</sub> спостерігали найбільшу ферментативну активність пероксидази у ґрунті, відповідно 130,2 мг пурпургаліну на 100 г ґрунту, що більше за контроль (без добрив) на 42,9 мг пурпургаліну на 100 г ґрунту, або 32,9 % ( $p < 0,01$ ). Застосування органічних та мінеральних добрив у поєднанні з вапнуванням ґрунту сприяло підвищенню ферментативної активності пероксидази у ґрунті на 5,8–57,2 % за вірогідної різниці до контролю  $p < 0,05–0,01$ . Виявлено сильну кореляційну залежність ( $r = 0,89–0,98$ ) між інтенсивністю виділення CO<sub>2</sub> з ґрунту, ферментативною активністю пероксидази, концентрацією кадмію в коренеплодах буряка столового та концентрацією рухомих форм Cd<sup>2+</sup> у ґрунті.

Рациональне застосування органічних та мінеральних добрив у поєднанні з кальцієвими меліорантами у нормі Біогумус 4 т/га + CaCO<sub>3</sub> 5 т/га та N<sub>34</sub>P<sub>34</sub>K<sub>34</sub> + Біогумус 2 т/га + CaCO<sub>3</sub> 5 т/га за вирощування буряка столового значно зменшило рухомість катіонів Cd<sup>2+</sup> у ґрунті, знизило їхню токсичну дію на мікробіоту ґрунту, а також зменшило транслокацію кадмію в рослини *Beta vulgaris* L.

**Ключові слова:** біологічна та ферментативна активність ґрунту, буряк столовий, пероксидаза, діоксид вуглецю, йони кадмію, меліоранти, органічні та мінеральні добрива.

**Snitynskyi V., Dydiv A., Kachmar N., Datsko T., Ivankiv M. Influence of cadmium on biological and enzymatic activity of soil while growing of beetroot depending on the used fertilizers and ameliorants**

In the flow of soil life, microorganisms perform many important functions. However, due to significant contamination of agrobiocenoses with heavy metals, irreversible changes in the structure and functions of the soil

ecosystem occur. Soil biota undergoes especially significant changes under the influence of mobile forms of cadmium, lead, mercury, zinc, as a result, there are disturbances in the processes of soil formation, which are reflected in reduction of the number and biomass of microorganisms, reducing the level of enzymatic activity and the intensity of the release of carbon dioxide from the soil. The toxic effects of heavy metals on soil microorganisms increase the manifestations of soil fatigue and loss of soil fertility, resulting in a decrease in yield and, most importantly, the quality of crop products. Therefore, to increase the biological activity of the soil, organic and bacterial fertilizers are applied, green manures are used, crop rotation is alternated, and calcium ameliorants are used to maintain favorable physical and chemical properties of the soil, to increase its fertility and resistance to heavy metal pollution.

The research has established, that the intensity of carbon dioxide from the soil was the highest with that application of organic and organic-mineral fertilizer system in combination with soil liming at the norm Biohumus 4 t/ha + CaCO<sub>3</sub> 5 t/ha and N<sub>34</sub>P<sub>34</sub>K<sub>34</sub> + Biohumus 2 t/ha + CaCO<sub>3</sub> 5 t/ha at growing table beets, 18.9 and 17.3 mg CO<sub>2</sub>/100 g of soil per day respectively with a probable difference to the control (without fertilizers) –  $p < 0.01$ . As the gradation of the simulated soil cadmium contamination increased, the biological activity decreased in all variants of the experiment.

The applied fertilizers and ameliorants helped to reduce the mobility of Cd<sup>2+</sup> ions in the soil and thus reduced their inhibitory effect on soil enzymes, resulting in an increase in their activity. It was determined, that application of Biohumus 4 t/ha + 5 t/ha of CaCO<sub>3</sub> showed the highest enzymatic activity of peroxidase in the soil, 130.2 mg of purpurgalin per 100 g of soil respectively, which is more than the control (without fertilizers) of 42.9 mg of purpurgalin per 100 g of soil, or 32.9 % ( $p < 0.01$ ). The application of organic and mineral fertilizers in combination with soil liming contributed to an increase in the enzymatic activity of peroxidase in the soil by 5.8–57.2 % with a probable difference to the control of  $p < 0.05–0.01$ . The research confirmed a strong correlation dependence ( $r = 0.89–0.98$ ), established between the intensity of CO<sub>2</sub> release from the soil, enzymatic activity of peroxidase, cadmium concentration in table beet roots and concentration of mobile forms of Cd<sup>2+</sup> in the soil.

Rational application of organic and mineral fertilizers in combination with calcium ameliorants in the norm Biohumus 4 t/ha + CaCO<sub>3</sub> 5 t/ha and N<sub>34</sub>P<sub>34</sub>K<sub>34</sub> + Biohumus 2 t/ha + CaCO<sub>3</sub> 5 t/ha at the growing table beets significantly reduced the mobility of Cd<sub>2</sub> + cations in the soil, reduced their toxic effect on the soil microbiota, and also ceased the translocation of cadmium in plants of *Beta vulgaris L.*

**Key words:** biological and enzymatic activity of soil, beetroot, peroxidase, carbon dioxide, cadmium ions, ameliorants, organic and mineral fertilizers.

**Постановка проблеми.** В умовах постійного антропогенного навантаження на агро-екосистеми різноманітними забруднювачами на особливу увагу заслуговує контроль у ґрунті за важкими металами, такими як миш'як, кадмій, ртуть, свинець, селен, фтор, котрі належать до першого класу небезпеки хімічних речовин [17]. Забруднення агробіоценозів важкими металами негативно впливає на екологічні функції ґрунту, а відтак змінює його фізико-хімічні властивості та пригнічує мікробіологічні процеси, погіршуючи тим самим родючість, що загалом зумовлює зниження врожайності та якості продукції рослинництва [14].

Одними з найбільш інформативних та чутливих показників біологічної активності ґрунту є активність ферментів та чисельність мікроорганізмів. Антропогенний вплив, зумовлений хімічним забрудненням, змінює активність ферментативного комплексу ґрунтів, якісний склад та чисельність ґрунтових мікроорганізмів [6; 12].

Відомо, що активність ґрунтових ферментів – ще чутливіший показник біогенності ґрунту до токсичної дії важких металів порівняно з інтенсивністю мікробіологічних процесів, продукуванням CO<sub>2</sub>, кількістю і складом мікрофлори та фауни. Високі концентрації важких металів знижують ферментативну активність ґрунту як

прямим інгібуванням каталітичної активності ферментів, так і затримкою їх синтезу мікроорганізмами, пригнічуючи ріст останніх [2].

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Одним із важливих інтегральних індикаторів біологічної активності ґрунтової мікробіоти є виділення CO<sub>2</sub> з ґрунту. Процес виділення діоксиду вуглецю та споживання кисню ґрунтом називають «ґрунтовим диханням». Ґрунтове дихання – комплексна функціональна характеристика інтенсивності продукційних і деструкційних процесів у наземних екосистемах [8; 15]. Діоксид вуглецю утворюється у ґрунті меншою мірою при диханні коріння та переважно у результаті діяльності мікроорганізмів, які, розкладаючи органічні рештки, виділяють CO<sub>2</sub> [6; 19].

Розчиняючись у воді, вуглекислий газ збільшує доступність елементів живлення у ґрунті, зокрема фосфатів, які при цьому краще використовуються рослинами. Виділення CO<sub>2</sub> з ґрунту посилює фотосинтез, сприяє додатковому засвоєванню карбону рослинами з приземного шару повітря, що загалом підвищує врожайність і якість агрокультур [9].

Значний вплив на біологічну активність ґрунту має антропогенне навантаження, одним із аспектів якого є забруднення агроценозів важкими

металами, зокрема кадмієм [7; 24]. Ґрунтові мікроорганізми стрімко накопичують кадмій. Найбільш стійкими є мікроміцети і бацити, чутливими – стрептоміцети й бактерії, які асимілюють органічний азот. За токсичного впливу йонів важких металів інгібують процеси, що відбуваються за участі ДНК, перешкоджають симбіозу мікроорганізмів і рослин, обмежують ензимну активність мікробіоти, що затримує розклад органічної речовини, пригнічуючи біологічне відновлення азоту та інших необхідних елементів живлення [7; 14; 23].

Отже, важкі метали мають токсичний вплив на мікрофлору ґрунту, що проявляється у пригніченні діяльності мікроорганізмів та ферментативної активності, особливо чутливих інвертази, пероксидази та дегідрогенази. За зміною активності пероксидази оцінюють абіотичні стреси в агроєкосистемах, які зазнають промислового забруднення [5; 8; 10].

В Україні з-поміж коренеплідних овочевих рослин буряк столовий (*Beta vulgaris* L.) посідає вагоме місце. Однак біологічна стійкість цієї рослини до токсичної дії йонів важких металів незначна, що зумовлено генетично. Так, підвищені рівні рухомих форм  $Cd^{2+}$  у ґрунті здатні нагромаджуватись у коренеплодах у надмірній кількості, знижувати врожайність та якість продукції [18; 22].

Одним із найкращих вітчизняних органічних добрив є Біогумус (продукт вермікультури), застосування якого стимулює мікробіологічну і ферментативну активність ґрунту, оптимізує його фізико-хімічний стан та підвищує буферну стійкість, а також сприяє надходженню легкодоступних елементів живлення для рослин, підвищуючи родючість ґрунту, що загалом дає змогу отримати високий урожай належної якості [6; 21].

Із забрудненням агрофітоценозів важкими металами сьогодні важливі розробка та впровадження у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах ефективної та безпечної системи удобрення у поєднанні з кальцієвими меліорантами, завдяки якій відбувається швидкодіюча детоксикація ґрунту з відновленням його біологічної активності та підвищенням родючості. Заходи з детоксикації забезпечують зниження рухомості важких металів у ґрунті, зменшують їх нагромадження у ґрунтовій біоті та рослинах, що загалом сприяє одержанню екологічно безпечної овочевої продукції [20]. Особливо вагомим є встановлення екологічної оцінки стану ґрунту за токсичної дії йонів важких металів методом біотестування, що базується на спостереженні за активністю

ґрунтових ензимів та біологічною активністю ґрунту [6; 8].

**Постановка завдання.** Наше завдання – дослідити вплив кадмію на біологічну та ферментативну активність темно-сірого ґрунту за вирощування *Beta vulgaris* L. за використання добрив та кальцієвих меліорантів як індикатора стернових станів ґрунтової біоти до токсичної дії йонів  $Cd^{2+}$ . Проведений аналіз дав змогу встановити кореляційну залежність між інтенсивністю виділення діоксиду вуглецю з ґрунту, активністю пероксидази, концентрацією рухомих форм  $Cd^{2+}$  у ґрунті та концентрацією кадмію в рослинах буряка столового за різних рівнів змодельованого забруднення ґрунту кадмієм.

**Виклад основного матеріалу.** В умовах Західного Лісостепу України досліджували біологічну та ферментативну активність темно-сірого опідзоленого ґрунту як індикатора стресових станів агроєкосистеми до токсичної дії йонів  $Cd^{2+}$  за внесення добрив та меліорантів за вирощування *Beta vulgaris* L. Буряк столовий (сорт Бордо Харківський) висівали у II декаді травня в попередньо забруднений ґрунт важкими металами. Як забруднювачі використовували сіль  $CdCl_2$ , яку вносили водним розчином за змодельованих рівнів забруднення 1; 3; 5 ГДК (валових форм) окремо восени, а через два тижні вносили меліорант (вапнякове борошно)  $CaCO_3$  у нормі 5 т/га (за гідролітичною кислотністю) згідно зі схемою досліду [14]. При цьому виходили з даних [16; 20], що ГДК валових форм для Cd становить 3 мг/кг ґрунту. У контрольному варіанті солі кадмію не вносили. Навесні під культивування застосовували мінеральне добриво нітроамофоску марки 16:16:16 та органічне добриво Біогумус (продукт вермікультури) згідно зі схемою досліду, які занесені до Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні.

Схема мікроділянкового двофакторного досліду за вирощування буряка столового мала такі варіанти: 1) Контроль (без добрив); 2)  $N_{68}P_{68}K_{68}$ ; 3) Біогумус 4 т/га; 4)  $N_{34}P_{34}K_{34}$  + Біогумус 2 т/га; 5)  $N_{68}P_{68}K_{68}$  +  $CaCO_3$  5 т/га; 6) Біогумус 4 т/га +  $CaCO_3$  5 т/га; 7)  $N_{34}P_{34}K_{34}$  + Біогумус 4 т/га +  $CaCO_3$  5 т/га.

Облікова площа однієї мікроділянки – 2 м<sup>2</sup>. Повторність досліду п'ятиразова, розміщення варіантів систематичне [1]. Ґрунт дослідного поля, темно-сірий опідзолений легкосуглинковий в орному горизонті (0–20 см), характеризувався такими агрохімічними показниками: рН<sub>сол.</sub> – 5,4–

5,6, гідролітична кислотність – 3,49–3,62 мг-екв./100 г ґрунту, сума увібраних основ – 11,0–12,2 ммоль/100 г ґрунту, вміст гумусу – 2,29–2,32%, забезпеченість легкогідролізованим азотом – 118–124 мг/кг, рухомим фосфором – 97–110 мг/кг, обмінним калієм – 88–95 мг/кг. Технологія вирощування буряка столового загальноприйнята для умов Західного Лісостепу України.

Загальну біологічну активність ґрунтових мікроорганізмів, а саме інтенсивність виділення ними CO<sub>2</sub>, визначали за методом А. Ш. Галстяна [4; 8]. Відбирали ґрунтові зразки з глибини 15 см у I декаді серпня у фенофазі змикання рядків буряка столового. Суть методу ґрунтується на інтенсивності «дихання ґрунту» з урахуванням кількісних змін діоксиду вуглецю в атмосфері ґрунту за допомогою широкошийкових конічних колб із використанням трубок з натронним вапном. За різницею між даними титруванням контрольного та дослідного ґрунту визначали інтенсивність виділення CO<sub>2</sub>, що вимірювався в міліграмах за добу на 100 г ґрунту.

Ферментативну активність пероксидази ґрунту визначали в серпні за методом А. Ш. Галстяна [3]. Ґрунтові зразки для мікробіологічного аналізу готували за методом Д. Г. Звягінцева [13].

Концентрацію кадмію в рослинних та ґрунтових зразках визначали методом атомно-адсорб-

ційної спектрофотометрії на приладі С115М за атестованими і стандартизованими методиками [11].

За результатами трирічних досліджень встановлено, що ферментативна активність пероксидази та інтенсивність виділення діоксиду вуглецю з ґрунту й за вирощування буряка столового залежала від ґрунтово-кліматичних умов року, внесених норм органічних і мінеральних добрив, меліорантів, а також від змодельованих рівнів забруднення ґрунту кадмієм (табл. 1).

Дані табл. 1 підтверджують, що із збільшенням рівнів змодельованого забруднення ґрунту кадмієм від 1 до 5 ГДК біологічна активність ґрунтових мікроорганізмів зменшувалася, що позначилося на меншій інтенсивності виділення CO<sub>2</sub> з ґрунту в усіх варіантах дослідження вирощування буряка столового. Проте закономірність емісії діоксиду карбону між варіантами збереглася за різних рівнів змодельованого забруднення ґрунту кадмієм, на що мали великий вплив внесені добрива та кальцієві меліоранти.

Так, найменшу кількість виділеного діоксиду вуглецю з ґрунту, 12,7 мг/100 г ґрунту, за добу відзначали на контролі – без добрив. Із збільшенням рівня забруднення ґрунту Cd до 5 ГДК інтенсивність виділення діоксиду вуглецю в цьому варіанті знизилася до 10,2 мг/100 г ґрунту за добу, або на 19,6% ( $p < 0,05$ ).

Таблиця 1

**Вплив кадмію на інтенсивність виділення діоксиду вуглецю з ґрунту за вирощування буряка столового, мг CO<sub>2</sub>/100 г ґрунту за добу**

Варіант	Фон (контроль)	Рівні змодельованого забруднення ґрунту (Cd 2+)		
		1 ГДК	3 ГДК	5 ГДК
1) Контроль (без добрив)	12,7	12,0	11,7	10,2 <sup>+</sup>
2) N <sub>68</sub> P <sub>68</sub> K <sub>68</sub>	14,2*	13,4*	13,1*	12,0* <sup>+</sup>
3) Біогумус 4 т/га	15,5*	14,7*	14,3*	13,1* <sup>+</sup>
4) N <sub>34</sub> P <sub>34</sub> K <sub>34</sub> <sup>+</sup> Біогумус 2 т/га	14,8*	14,0*	13,6*	12,5* <sup>+</sup>
5) N <sub>68</sub> P <sub>68</sub> K <sub>68</sub> + CaCO <sub>3</sub> 5 т/га	16,6**	15,7**	15,3**	14,0** <sup>+</sup>
6) Біогумус 4 т/га + CaCO <sub>3</sub> 5 т/га	18,9**	17,9**	17,4**	15,8** <sup>+</sup>
7) N <sub>34</sub> P <sub>34</sub> K <sub>34</sub> <sup>+</sup> Біогумус 2 т/га + CaCO <sub>3</sub> 5 т/га	17,3**	16,4**	15,9**	14,6** <sup>+</sup>

Примітки: 1. Різниця вірогідна порівняно до контролю – без добрив: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; 2. Різниця вірогідна між показниками на змодельованих рівнях забруднення ґрунту кадмієм порівняно з фоном: <sup>+</sup> –  $p < 0,05$ .

Встановлено, що за використання органічних і мінеральних добрив, а також кальцієвих меліорантів, зростала інтенсивність виділення діоксиду вуглецю з ґрунту в усіх варіантах, порівняно з контролем – без добрив. Однак добрива та меліоранти по-різному впливали на біологічну активність, а саме інтенсивність виділення CO<sub>2</sub> з ґрунту. Так, на контрольному фоні високу інтенсивність виділення діоксиду вуглецю з ґрунту (15,5 мг/100 г) спостерігали за використання повністю органічних добрив Біогумус 4 т/га, дещо меншу (14,8 мг/100 г) за спільного внесення органічних і мінеральних добрив у половину норми N<sub>34</sub>P<sub>34</sub>K<sub>34</sub> + Біогумус 2 т/га, а найменшу інтенсивність (14,2 мг/100 г) виділення CO<sub>2</sub> з ґрунту, порівняно з вищезгаданими варіантами, спостерігали за внесення тільки мінеральних добрив у повній нормі N<sub>68</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub>.

Як свідчать результати досліджень, застосування органічних і мінеральних добрив у поєднанні з кальцієвими меліорантами (вар. 5–7), сприяло істотному підвищенню інтенсивності виділення CO<sub>2</sub> з ґрунту до 16,6–18,9 мг/100 г ґрунту за вірогідної різниці до контролю (без добрив) –  $p < 0,01$ . За внесення Біогумусу 2 т/га + 5 т/га CaCO<sub>3</sub> за рівня забруднення ґрунту кадмієм 5 ГДК інтенсивність емісії CO<sub>2</sub> з ґрунту зменшилася до фону на 3,1 мг/100 г ґрунту за добу, або 16,4% за вірогідної різниці  $p < 0,05$ .

Зазначимо, що пероксидаза з-поміж інших ґрунтових ферментів має підвищену чутливість до токсичної дії низки важких металів, зокрема кадмію. Тому активність пероксидази ми розглядали як маркер стресових станів загальної ферментативної активності ґрунту під впливом інгібувальної дії іонів Cd<sup>2+</sup> за вирощування буряка столового (рис. 1).

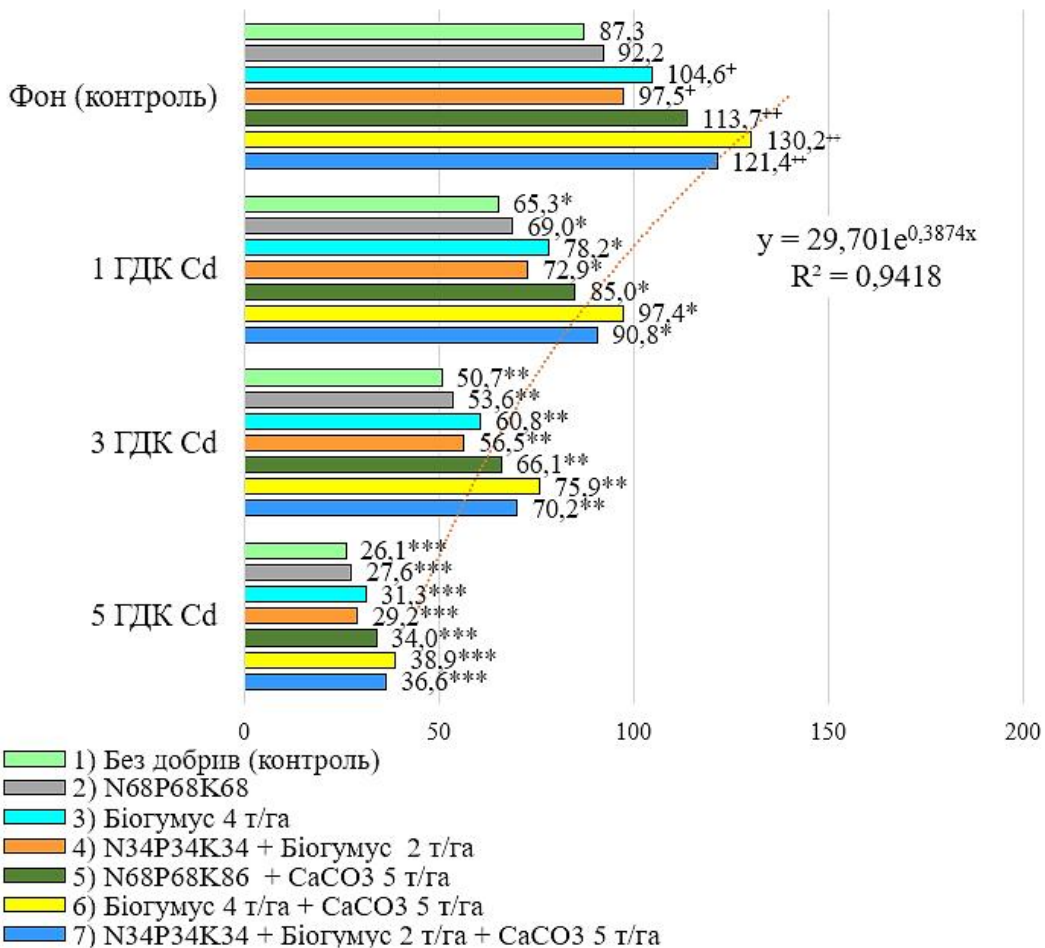


Рис. 1. Ферментативна активність пероксидази за вирощування буряка столового за різних рівнів змодельованого забруднення ґрунту кадмієм, мг пурпургаліну на 100 г ґрунту.

Примітки: 1. + –  $p < 0,05$ ; ++ –  $p < 0,01$ , різниця вірогідна між показниками на фоні порівняно до контролю – без добрив; 2. \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ , різниця вірогідна між показниками на змодельованих рівнях забруднення ґрунту кадмієм порівняно з фоном.

Привертає увагу той факт, що найменшу ферментативну активність пероксидази (87,6 мг пурпургаліну на 100 г ґрунту) відзначали на контролі – без добрив. Із збільшенням рівня забруднення ґрунту кадмієм до 5 ГДК активність пероксидази знизилась на 70,4 % і становила 26,1 мг пурпургаліну на 100 г ґрунту, за вірогідної різниці до фону  $p < 0,001$ . Однак за внесення органічних добрив та меліорантів у нормі Біогумус 4 т/га + 5 т/га  $\text{CaCO}_3$ , на тому самому рівні забруднення ґрунту, активність пероксидази зросла до 38,9 мг пурпургаліну на 100 г ґрунту, що більше за фон на 12,8 мг пурпургаліну на 100 г ґрунту, або на 49% ( $p < 0,001$ ).

Застосування органічних та мінеральних добрив, а також кальцієвих меліорантів, сприяло зростанню ферментативної активності пероксидази на 5,8–57,2 % за вірогідної різниці до контролю – без добрив  $p < 0,05$ –0,01. Внесені добрива та меліоранти, залежно від своєї природи, сприяли зменшенню рухомості  $\text{Cd}^{2+}$  у ґрунті і тим самим знижували їх інгібувальну дію на ґрунтові ферменти, внаслідок чого спостерігали зростання їхньої активності. Крім того, спостерігали зростання ферментативної активності реакцією на зниження кислотності ґрунту, що зумовлено післядією кальцієвих меліорантів.

Встановлено, що зі збільшенням рівнів забруднення ґрунту кадмієм від 1 до 5 ГДК зростала

концентрація його рухомих форм у ґрунті, внаслідок чого посилилось біологічне поглинання йонів металу рослинами буряка столового. Проте значний вплив на рухомість йонів  $\text{Cd}^{2+}$  у ґрунті та їх транслокацію в рослини *Beta vulgaris* L. мали внесені добрива й меліоранти (табл. 2).

Найменшу концентрацію рухомих форм кадмію у ґрунті, а відповідно й низький його вміст у рослинах буряка столового на всіх рівнях змодельованого забруднення, спостерігали за внесення добрив та меліорантів у нормі Біогумус 4 т/га + 5 т/га  $\text{CaCO}_3$  та  $\text{N}_{34}\text{P}_{34}\text{K}_{34}$  + Біогумус 2 т/га +  $\text{CaCO}_3$  5 т/га. Так, у шостому варіанті за рівня змодельованого забруднення ґрунту 5 ГДК концентрація рухомих форм кадмію становила 0,743 мг/кг сухого ґрунту, що менше порівняно до контролю (без добрив) на 0,559 мг/кг, або 42,3 %. При цьому вміст кадмію в коренеплодах буряка столового зменшився порівняно до контролю на 0,072 мг/кг маси сирової речовини, або 73,4 % ( $p < 0,001$ ).

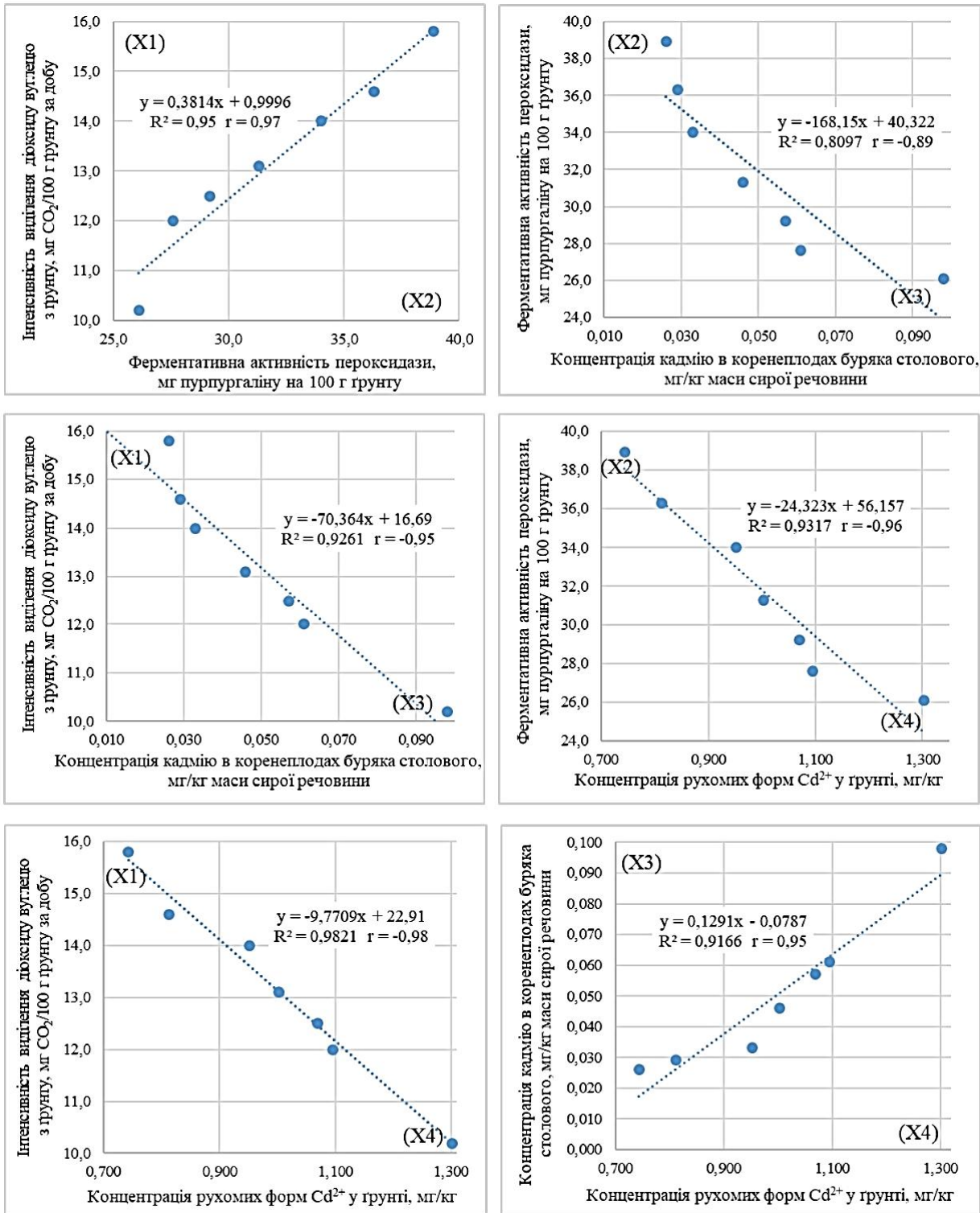
На основі експериментальних даних здійснено кореляційний аналіз між інтенсивністю виділення  $\text{CO}_2$  з ґрунту, ферментативною активністю пероксидази, концентрацією кадмію в коренеплодах буряка столового та концентрацією рухомих формами  $\text{Cd}^{2+}$  у ґрунті. Виявлено, що ці показники тісно корелювали між собою, що бачимо з матриці кореляційного аналізу (рис. 2).

Таблиця 2

### Концентрація рухомих форм кадмію у ґрунті та його вміст у коренеплодах буряка столового за використання добрив і меліорантів

Варіант	Фон (контроль)	Рівні змодельованого забруднення ґрунту ( $\text{Cd}^{2+}$ )		
		1 ГДК	3 ГДК	5 ГДК
1) Контроль (без добрив)	<u>0,169</u> 0,027	<u>0,038</u> 0,383	<u>0,814</u> 0,062	<u>1,302</u> 0,098
2) $\text{N}_{68}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$	<u>0,131</u> 0,019*	<u>0,305</u> 0,023**	<u>0,663</u> 0,033**	<u>1,095</u> 0,061**
3) Біогумус, 4 т/га	<u>0,120</u> 0,014**	<u>0,278</u> 0,019**	<u>0,602</u> 0,027**	<u>1,003</u> 0,046**
4) $\text{N}_{34}\text{P}_{34}\text{K}_{34}^+$ Біогумус, 2 т/га	<u>0,123</u> 0,016**	<u>0,293</u> 0,022**	<u>0,649</u> 0,029**	<u>1,070</u> 0,057**
5) $\text{N}_{68}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ + $\text{CaCO}_3$ , 5 т/га	<u>0,111</u> 0,012**	<u>0,259</u> 0,017**	<u>0,571</u> 0,025**	<u>0,952</u> 0,033***
6) Біогумус, 4 т/га + $\text{CaCO}_3$ , 5 т/га	<u>0,087</u> 0,006**	<u>0,204</u> 0,010***	<u>0,449</u> 0,018***	<u>0,743</u> 0,026***
7) $\text{N}_{34}\text{P}_{34}\text{K}_{34}$ + Біогумус, 2 т/га + $\text{CaCO}_3$ 5 т/га	<u>0,104</u> 0,010**	<u>0,226</u> 0,014***	<u>0,496</u> 0,021***	<u>0,812</u> 0,029***

Примітки: 1. над ризикою – концентрація рухомих форм  $\text{Cd}^{2+}$ , у ґрунті, мг/кг сухого ґрунту; 2. під ризикою – концентрація кадмію в коренеплодах буряка столового, мг/кг маси сирової речовини; 3. \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ , різниця вірогідна порівняно до контролю (без добрив).



		(X1)	(X2)	(X3)	(X4)
Інтенсивність виділення CO <sub>2</sub> з ґрунту	(X1)				
Ферментативна активність пероксидази	(X2)	0,97			
Концентрація кадмію в коренеплодах	(X3)	-0,95	-0,89		
Концентрація рухомих форм Cd <sup>2+</sup> у ґрунті	(X4)	-0,98	-0,96	0,95	

Рис. 2. Матриця кореляційного аналізу між досліджуваними показниками за змодельованого рівня забруднення ґрунту кадмієм 5 ГДК.

За результатами кореляційного аналізу встановлено сильну кореляційну залежність ( $r = 0,97$  за коефіцієнта детермінації  $R^2 = 0,95$ ) між інтенсивністю виділення  $\text{CO}_2$  з ґрунту та ферментативною активністю пероксидази, а також пряму кореляційну залежність ( $r = 0,95$  при  $R^2 = 0,916$ ) між концентрацією рухомих форм  $\text{Cd}^{2+}$  у ґрунті та концентрацією кадмію у коренеплодах буряка столового. Також виявлено від'ємний тісний лінійний зв'язок між концентрацією кадмію у коренеплодах буряка столового та ферментативною активністю пероксидази ( $r = -0,89$  при  $R^2 = 0,807$ ), інтенсивністю виділення  $\text{CO}_2$  з ґрунту та концентрацією кадмію у коренеплодах буряка столового ( $r = -0,95$  при  $R^2 = 0,926$ ), ферментативною активністю пероксидази та концентрацією рухомих форм  $\text{Cd}^{2+}$  у ґрунті ( $r = -0,96$  при  $R^2 = 0,931$ ), концентрацією рухомих форм  $\text{Cd}^{2+}$  у ґрунті та інтенсивністю виділення  $\text{CO}_2$  з ґрунту ( $r = -0,98$  при  $R^2 = 0,982$ ). За величиною коефіцієнта кореляції встановлено сильну кореляційну залежність між усіма досліджуваними показниками (рис. 2).

**Висновки.** Встановлено, що застосування органічної та органо-мінеральної систем удобрення у поєднанні з вапнуванням ґрунту в нормі Біогумус 4 т/га +  $\text{CaCO}_3$  5 т/га та  $\text{N}_{34}\text{P}_{34}\text{K}_{34}$  + Біогумус 2 т/га +  $\text{CaCO}_3$  5 т/га сприяло зростанню інтенсивності виділення діоксиду карбону з ґрунту, активізувало мікробіологічну та ферментативну активність ґрунту, а загалом зменшило токсичний вплив йонів  $\text{Cd}^{2+}$  на мікробіоту ґрунту. До того ж, за внесення зазначених норм добрив та меліорантів спостерігали найменшу концентрацію рухомих форм  $\text{Cd}^{2+}$  у ґрунті, а відповідно, мінімальне нагромадження йонів кадмію в рослинах *Beta vulgaris* L. на всіх рівнях змодельованого забруднення. Виявлено сильну за силою кореляційну залежність ( $r = 0,89-98$  при коефіцієнті детермінації  $R^2 = 0,80-98$ ) між інтенсивністю виділення  $\text{CO}_2$  з ґрунту, ферментативною активністю пероксидази, концентрацією кадмію в коренеплодах буряка столового та концентрацією рухомих форм  $\text{Cd}^{2+}$  у ґрунті.

Залежно від зміни біологічної та ферментативної активності можна дізнатись про екологічний стан ґрунту до токсичної дії йонів  $\text{Cd}^{2+}$ , а також перевірити ефективність вжитих заходів з хімічної детоксикації ґрунту, забрудненого важкими металами.

#### Бібліографічний список

1. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків:

Основа, 2001. 370 с.

2. Галиулін Р. В. Индикация загрязнения почв тяжелыми металлами путем определения активности почвенных ферментов. *Агрохимия*. 1989. № 11. С. 133–141.

3. Галстян А. Ш. Унификация методов определения активности ферментов почв. *Почвоведение*. 1978. № 2. С. 107–122.

4. Галстян А. Ш. Ферментативная активность почв Армении. Ереван: Айастан, 1974. 185 с.

5. Гуральчук Ж. З. Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії. Київ: Логос, 2006. 208 с.

6. Іутинська Г. О. Ґрунтова мікробіологія: навч. посіб. Київ: Арістей, 2006. 284 с.

7. Іутинська Г. І., Петруша З. В. Резистентність ґрунтових мікроорганізмів до забруднення ґрунтів важкими металами. *Мікробіологічний журнал*. 1999. Т. 61. № 5. С. 72–77.

8. Казеев К. Ш., Колесников С. И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2012. 260 с.

9. Коць С. Я., Петерсон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин: навч. посіб. Київ: Логос, 2005. 150 с.

10. Кушкевич І., Гнатуш С., Гудзь С. Вплив важких металів на клітини мікроорганізмів. *Вісник Львівського університету: серія біологічна*. 2007. Вип. 45. С. 3–28.

11. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. Москва: Гидрометеоиздат, ЦИНАО, 1992. 61 с.

12. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. Москва: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.

13. Методы почвенной микробиологии и биохимии: справочник / под ред. Д. К. Звягинцева. Москва: Изд-во МГУ, 1991. 303 с.

14. Надточій П. П., Мислива Т. М., Вольвач Ф. В. Екологія ґрунту: монографія. Житомир: Видавництво «ПП Рута», 2010. 473 с.

15. Наумов А. В. Дыхание почвы: составляющие, экологические функции, географические закономерности. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 208 с.

16. Патика В. П., Тараріко О. Г. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. Київ: Фітосоціоцентр, 2002. 296 с.

17. Рідей Н. М., Строкаль В. П., Рибалко Ю. В. Екологічна оцінка агробіоценозів: теорія, методика, практика. Херсон: Видавництво Олді-плюс, 2011. 258 с.

18. Снітінський В. В., Дидів А. І., Качмар Н. В., Багдай Т. В. Вплив йонів кадмію на фенологічну динаміку активності пероксидази у листках *Beta vulgaris* L. за використання добрив та меліорантів. *Вісник Уманського національного університету садівництва: Серія екологія*. 2019. № 19 (2). С. 69–74.

19. Тихоненко Д. Г., Горін М. О., Лактіонова М. І. Ґрунтознавство: підручник / за ред. Д. Г. Тихоненка. Київ: Вища освіта, 2005. 703 с.



20. Фатєєв А. І., Самохвалова В. Л. Детоксикація важких металів у ґрунтовій системі: методичні рекомендації. Харків: КП «Міськдрук», 2012. 70 с.

21. Шувар І. А., Бунчак О. М., Сендецький В. М. Виробництво та використання органічних добрив: монографія / за ред. І. А. Шувара. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. 596 с.

22. Dydiv A., Dydiv O., Dydiv I. Reduction mobility of cadmium ions in soil and decrease of their translocation in beetroot plants by applying of fertilizers and ameliorants. *Le tendenze e modelli di sviluppo della ricerche scientifici*: Raccolta di articoli scientifici

«ΛΟΓΟΣ» con gli atti della Conferenza scientifica e pratica internazionale (13 marzo 2020. Roma, Italia) «Piattaforma scientifica europea», Roma, 2020. T. 1. P. 60–62.

23. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. 4th Edition. Boca Raton, FL: Crc Press, 2011. 505 p.

24. Snitynskyi V., Dydiv A. The mobility of cadmium and lead in soil and their impact on the quality of beetroot (*Beta vulgaris* L.) with different systems of fertilization. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu (seria Rolnictwo)*. Wrocław, 2017. CXXII (625). P. 87–98.

*Стаття надійшла 17.03.2021*

УДК 502/504:[595.7:581.524.2:582.475](477.83-21-751.2)

## ЗМІНИ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ УГРУПОВАННЯ КОЛЕМБОЛ ГРАБОВОЇ БУЧИНИ ПІД ВПЛИВОМ ІНВАЗІЇ СОСНИ ЧОРНОЇ НА ТЕРИТОРІЇ ВИННИКІВСЬКОГО ЛІСОПАРКУ

**О. Химин, аспірант<sup>1</sup>**

ORCID ID: 0000-0002-3138-3994<sup>1</sup>

Львівський національний університет імені Івана Франка

**І. Капрусь, д. б. н.<sup>1,2</sup>**

ORCID ID: 0000-0002-3163-4482

Львівський національний аграрний університет

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.018>

**Химин О., Капрусь І. Зміни екологічної структури угруповання колембол грабової бучини під впливом інвазії сосни чорної на території Винниківського лісопарку**

Ключовим фактором трансформації природних екосистем визнано біологічні інвазії. Високоінвазійні види рослин активно проникають в екотопи, змінюючи межі біогеографічних областей, та призводять до порушення регуляторних процесів у екосистемах.

Для оцінки впливу зміни корінного едифікатора деревостану на інвазійний обрано угруповання ґрунтових колембол, які характеризуються великим таксономічним і морфологічним розмаїттям, є важливим чинником ґрунтоутворних процесів та надзвичайно інформативним об'єктом для зооіндикації.

Проведено порівняльний аналіз структури угруповань колембол у корінному фітоценозі грабової бучини (*Carpineto-Fagetum caricosum (pilosae)*) та інвазійному сосняку (*Pinus nigra*) на території Винниківського лісопарку. Описано таксономічні та екологічні структури населення колембол грабової бучини під впливом інвазії сосни чорної, яка є високоінвазивним видом рослин на дослідженій території.

У результаті проведених досліджень виявлено 58 видів колембол, які належать до 13 родин і 34 родів. Відмінності таксономічного складу угруповань колембол в обох лісових фітоценозах не були катастрофічними. В інвазійному сосняку видове розмаїття колембол в 1,4 раза більше, ніж у грабовій бучині, тоді як густина населення цих педобіонтів у корінному фітоценозі демонструє дещо вищі показники. Спостерігаються невеликі зміни співвідношення життєвих форм колембол та спектра видів за польовим гігропреферендумом. Встановлено, що незначні зміни синекологічної структури угруповань колембол, які відбулися внаслідок впливу інвазійної сосни чорної на колембол грабової бучини, пов'язані з особливостями ґрунтового середовища, яке послаблює вплив зовнішніх екологічних факторів на ґрунтову біоту, та з недостатнім часовим періодом для зміни едафічних умов унаслідок заміни едифікатора деревостану.

**Ключові слова:** біотичне розмаїття, біоінвазії, зооіндикація, Collembola.

**Khymyn O., Kaprus I. Changes in the ecological structure of the Collembola community of hornbeam-beech forest under the influence of the black pine invasion on the territory of Vynnyky Forest Park**

Biological invasions are recognized as a key factor in transformation of the natural ecosystems. Highly invasive plant species actively penetrate ecotopes, changing the boundaries of biogeographical areas, and lead to disruption of regulatory processes in the ecosystems.

To assess the impact of changes in the root edifier of the stand on the invasive one, a community of soil Collembola is selected, which is characterized by a great taxonomic and morphological diversity, is an important factor in soil-forming processes and an extremely informative object for zooinidication.

A comparative analysis of the structure of Collembola community in the root phytocenosis of hornbeam-beech forest (*Carpineto-Fagetum caricosum (pilosae)*) and invasive pine (*Pinus nigra*) on the territory of Vynnyky forest park was carried out. The taxonomic and ecological structures of the Collembola hornbeam-beech population under the influence of the black pine invasion, which is highly invasive species of plants on the study area, are described.

As a result of the research, 58 species of Collembola were found, which belong to 13 families and 34 genera. The differences in the taxonomic composition of the Collembola community in both forest phytocenoses were not crucial. In invasive pine species, Collembola has 1.4 times more diversity than in hornbeam, while the population density of these pedobionts in the root phytocenosis shows slightly higher rates. There are small changes in the ratio of life forms of Collembola and the spectrum of species by field hygropreference. It was found that minor changes in the synecological structure of Collembola community, which occurred due to the influence of invasive black pine on Collembola hornbeam, due to soil conditions, which weakens the impact of external environmental factors on soil biota, and insufficient time to change edaphic conditions due to replacement of the edifier of the stand.

**Key words:** biodiversity, bioinvasions, zooinidication, springtail communities.

**Постановка проблеми.** Однією з основних проблем сучасності є зменшення біотичного розмаїття під впливом біоінвазій. Біоінвазіями називають випадки свідомого чи несвідомого перенесення живих організмів у місцевість, для якої вони раніше не були характерними [24]. Унаслідок інтенсивного розвитку промисловості, сільського господарства та економічних відносин біологічні інвазії спричинили зміни меж біогеографічних областей, а також стали ключовим фактором трансформації природних екосистем. З метою зменшення шкідливого впливу біоінвазій, біомоніторингу та контролю за змінами у природному середовищі 1992 року прийняли міжнародну угоду «Конвенція про охорону біологічного розмаїття», згідно з якою інвазії чужинних видів визнані такими, що загрожують екосистемам, оселищам, угрупованням або окремим видам живих організмів [14].

Найбільшу небезпеку становлять високоінвазійні види рослин, які активно захоплюють і трансформують екотопи. Деякі адвентивні види рослин і навіть тварин схрещуються з аборигенними видами та утворюють гібриди, які здатні до вторинної інвазії. На території України налічується 830 чужорідних видів організмів, серед яких зареєстровано 95 видів рослин, з них 66 – кенофіти, 29 – археофіти. Провідне місце серед усіх займають кенофіти північноамериканського походження [20; 23]. Проте причини, механізми й наслідки як процесів інтродукції, так і біоінвазій, на сьогодні недостатньо вивчені. Неспроможність запобігти проблемі біоінвазій у майбутньому може призвести до порушення регуляторних процесів в екосистемах. Тому для оцінки екологічної якості природного середовища слід активно використовувати методи біоіндикації, зокрема з використанням ґрунтових тварин [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для вивчення особливостей впливу інвазійних видів деревних рослин на едафотоп інформативними є угруповання ґрунтових колембол (*Collembola*), як об'єкт синекологічних досліджень. Вони характерні великим таксономічним і екологічним розмаїттям, трапляються повсюдно у природі. Крім того, більшість видів стійка до антропогенного порушення середовища. Колемболи – клас ґрунтових членистоногих тварин, які є важливим чинником ґрунтоутворних процесів. Вони беруть участь у деструкції відмерлих органічних решток у наземних екосистемах, пришвидшуючи їхню гуміфікацію, а також посилюють мікробіологічну активність ґрунтів [12].

Ця група безхребетних тварин високочутлива до зміни екологічного режиму ґрунтового середовища через недостатньо розвинуті міжвидові зв'язки та фізіологічну вразливість до сухості середовища. Крім того, висока густина їхніх популяцій у природі робить цю групу безхребетних зручним модельним об'єктом для ґрунтово-зоологічних досліджень [25].

Встановлення наслідків впливу високоінвазійних видів деревних рослин, які характерні великим едифікаторним впливом на едафотоп, має важливе значення для розуміння екосистемних процесів у лісах. Сосна чорна (*Pinus nigra*) є одним із таких видів деревних рослин, який активно проникає у природні екосистеми, швидко змінюючи едафотопи.

Варто зазначити, що подібні дослідження на території України досі не проводили. Схожі проблеми досліджували в Португалії М. М. да Гама та інші науковці [28; 30; 35]. Власне, вони одні з перших порушили питання неконтрольованого захоплення екзотичними породами дерев автохтонних лісів Португалії, досліджуючи їхній вплив на популяції ґрунтових колембол.

Упродовж багатьох років ці вчені досліджували територію, де домінували інтродуковані види евкаліпта (*Eucalyptus globulus*), який є головним фактором порушення екосистеми корінних лісів Португалії, та акації (*Acacia dealbata*). Вони оцінювали вплив інтродукованих популяцій цих рослин на аборигенні угруповання колембол, які сформовані в місцевих фітоценозах тополі (*Populus nigra*) та вільхи (*Alnus glutinosa*). Однак відповідно до проведених досліджень автори встановили, що істотних відмінностей в угрупованнях колембол, які сформовані в інвазивних біотопах, порівняно з корінними, не виявлено. Вони припустили, що основна причина незначних змін фауни та населення колембол – просторова мінливість синекологічної структури їхніх угруповань. За результатами проведених досліджень, вплив інтродукованих видів деревних рослин дослідженого регіону малоістотний для колембол.

**Постановка завдання.** Наше завдання – виявлення змін основних параметрів екологічної структури угруповання колембол дослідженої грабової бучини під впливом інвазії сосни чорної, яка є високоінвазійним видом рослин у зоні широколистяних лісів України.

Актуальність дослідження зумовлена недостатнім вивченням особливостей впливу інвазійних видів деревних рослин на едафотопи, основні параметри розмаїття ґрунтової біоти, а також

необхідністю розроблення методів зооіндикації таких антропогенних процесів.

*Методологія досліджень.* Територія Винниківського лісу – це зручний модельний регіон площею близько 2,8 тис га для вивчення впливу фітоінвазій на угруповання ґрунтових колембол. У ландшафтному плані Винниківський лісопарк розташований на пагорбах Давидівського пасма і межує на півночі з Малим Поліссям, а на півдні – з Львівським Опіллям. Койнов М. М. [18] ідентифікує цю територію як окремий індивідуальний ландшафт Винниківського лісу в межах Львівського плато. Основними лісотворними породами тут є бук звичайний, дуб звичайний, граб звичайний, сосна звичайна, модрина європейська та береза повисла. Відносно недавно великі території лісу захопила сосна чорна, яка для цих територій є адвентивним високоінвазійним видом рослин. Швидке розширення її ареалу занепокоїло науковців, оскільки швидкість її поширення та захоплення нових територій, викорінюючи місцеві види деревних рослин, стрімка.

У дослідженні проаналізовано дані, зібрані у весняний та осінній періоди 2020 року на території Винниківського лісопарку поблизу Чортових скель стандартними ґрунтово-зоологічними методами досліджень [13; 21]. У двох лісових фітоценозах (корінному – грабовій бучині осоково-волосистій – *Carpineto-Fagetum caricosum (pilosae)* [19] та інвазійному – сосні чорній – *Pinus nigra*) відібрано по десять кількісних ґрунтових проб (підстилка + ґрунт) у травні та вересні, обсягом 250 см<sup>3</sup> (5×5×10 см) кожна. Всього зібрано 40 кількісних проб, по 20 у кожному типі лісових фітоценозів. Колембол було визначено за допомогою сучасної мікроскопічної техніки і найновіших ідентифікаційних ключів. У результаті проведеної роботи ідентифіковано 1811 особин колембол.

Категорії інвентаризаційного та диференційованого розмаїття прийняті за Р. Уїттекером [27; 37]. Зокрема, точкове альфа-розмаїття ( $\alpha_a$ ) оцінювали як середнє видове багатство на одну ґрунтову пробу, центичне альфа-розмаїття ( $\alpha_b$ ) – як видове розмаїття у серії з 20 ґрунтових проб відповідного розміру, відібраних у певному типі фітоценозів (центична фауна). Оцінку внутрішньоценотичного бета-розмаїття ( $\beta_a$ ) проводили за такою формулою:  $\beta_a = S / \alpha_a - 1$ , де  $S$  – видове багатство центичної фауни,  $\alpha_a$  – середній рівень точкового альфа-розмаїття [22]. Систему таксонів класу колембол прийнято за інформацією на спеціальному вебсайті [29]. Структуру домінування угруповань колембол визначали за підходом Г. Штекера і А. Бергмана [36]. Спектри життєвих форм оцінювали за

класифікацією С. К. Стебаєвої [26]. Біотопні (екологічні) групи колембол виділяли за підходом І. Я. Капруса [11]. Специалізованість угруповань колембол визначено за критеріями Н. О. Кузнецової [15; 17].

Статистичне опрацювання матеріалів здійснювали за допомогою програм *Excel* та *Past*. Для аналізу структури населення колембол використовували стандартизовані синекологічні показники та методи кількісного аналізу. Зокрема для вимірювання різноманітності досліджених лісових угруповань колембол використовували метод  $Q$ -статистики [34].

**Виклад основного матеріалу.** У результаті проведених досліджень на території Винниківського лісопарку було виявлено 58 видів колембол, які належать до 13 родин і 34 родів (табл. 1). Так, у буковому лісі, який є корінним на цій території, виявлено 43 види, а на ділянках, захоплених інвазійною чорною сосною, – 46 видів. У досліджених ценозах представлені практично всі основні групи життєвих форм колембол. Однак їхня представленість у складі досліджених угруповань різна.

*Таксономічна структура.* Дослідження *Collembola* корінної грабової бучини (фітоценоз К) дали змогу виявити сумарно 43 види у двох серіях із двадцяти ґрунтових проб (табл. 2,  $\alpha_b$  розмаїття).

Натомість, за показником відносної чисельності родин їхня якісна ієрархія дещо інша. Першість утримує *Isotomidae* (36,4% від загальної кількості особин з двох серій проб), друге – *Entomobryidae* (26,6%), третє – *Hypogastruridae* (22,7%), а четверте місце відповідно *Onychiuridae* (8,7%). Найбагатшими за кількістю видів родами колембол є *Folsomia* та *Pseudosinella* (по 4 види), а також *Mesaphorura* та *Protaphorura* (по 3 види). Інші роди представлені всього 1–2 видами кожен.

У різні сезони року видовий склад колембол різко змінюється. Так, у першій серії проб виявлено 33 види, у другій в 1,3 раза менше, за густоти 19,4 тис.ос./м<sup>2</sup>. Різним є також співвідношення родин за показником відносного видового багатства родин колембол. Зокрема навесні домінує *Hypogastruridae* (42,6% від загальної кількості угруповання), друге місце посідає *Isotomidae* (24,8%), третє – *Entomobryidae* (18%), а четверте відповідно *Onychiuridae* (6,6%). Найбагатшими за кількістю видів родами колембол були *Folsomia* (4 види), а також *Mesaphorura* (3 види). Натомість восени співвідношення родин колембол за цим показником було іншим: *Isotomidae* (48,6%), на другому місці *Entomobryidae*

(35,7%), і *Onychiuridae* (10,8%). Частка видового багатства *Hypogastruridae* – 1,6%. Найбагатшими за кількістю видів родами колембол були

*Folsomia*, *Pseudosinella*, *Protaphorura* (кожен по 3 види). Спільними для обох серій проб грабової бучини було 15 видів.

Таблиця 1

**Видовий склад, відносна чисельність (% від загальної густоти населення) і екологічна характеристика колембол досліджених лісових ценозів**

Екологічна група Лісові фітоценози	Екологічна група	K 1	K 2	i1	i2	ΣK	Σi
Родина, рід і вид колембол							
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>HYPOGASTRURIDAE Börner, 1906</b>							
<i>Ceratophysella armata</i> (Nicolet, 1841)	Млс(вп)	1,2	0,6	3,7	0	0,9	1,5
<i>C. luteospina</i> Stach, 1920	Млс(вп)	0	0	1,4	0	0	0,6
<i>C. silvatica</i> Rusek, 1964	Млс(вп)	41	0,8	10	0,6	21,5	4,5
<i>Willemia denisi</i> Mills, 1932	Млс(гг)	0,2	0	0	0	0,1	0
<i>Microgastrura duodecimoculata</i> Stach, 1922	Г- Млс(нп)	0,2	0	0	0	0,1	0
<i>Xenylla brevisimilis brevisimilis</i> Stach, 1949 sensu Gama, 1964	Клс(к)	0	0,2	0	0	0,1	0
<b>ODONTELLIDAE Massoud, 1967</b>							
<i>Superodontella rotunda</i> Kaprus', 2009	Млс(нп)	0,2	0	0	0	0,1	0
<b>NEANURIDAE Börner, 1901</b>							
<i>Neanura minuta</i> Gisin, 1963	Клс(к)	0	0,4	0,3	0	0,2	0,1
<i>Neanura muscorum</i> (Templeton, 1835)	Еє(пг)	0	0	0	2,2	0	1,3
<i>Pseudachorutes parvulus</i> Börner, 1901	Млс(вп)	0	0	0,3	0,6	0	0,5
<i>P. subcrassus</i> Tullberg, 1871	Млс(вп)	0	0	0	0,2	0	0,1
<i>P. dubius</i> Krausbauer, 1898	Млс(вп)	0	0,8	0	1,4	0,4	0,8
<b>ONYCHIURIDAE Börner, 1909</b>							
<i>Tetodontophora bielanensis</i> (Waga, 1842)	Млс(нп)	0,6	0	0,3	0,8	0,3	0,6
<i>Oligaphorura absoloni</i> Börner, 1901	Млс(гг)	0,6	0	0,3	0	0,3	0,1
<i>Protaphorura armata</i> (Tullberg, 1869)	Г- Млс(вг)	4,6	3	0,6	0,6	3,8	0,6
<i>P. pannonica</i> (Haybach, 1960)	Клс(вг)	0	3,8	0,3	0,2	1,9	0,2
<i>P. subarmata</i> (Gisin, 1957)	Г- Млс(вг)	0,8	4	4,6	0	2,4	1,9
<i>Hymenaphorura dentifera</i> (Stach, 1934)	Млс(вг)	0	0	0	0,8	0	0,5
<i>H. polonica</i> Pomorski, 1990	Млс(вг)	0	0	0	1,8	0	1,1
<b>TULLBERGIIDAE Bagnall, 1935</b>							
<i>Mesaphorura delamarei</i> Weiner, 1991	Г- Млс(гг)	0,4	0	0	0	0,2	0
<i>Mesaphorura macrochaeta</i> Rusek, 1976	Еє(гг)	1,6	0,6	2	0	1,1	0,8
<i>Mesaphorura sp.</i>	?	0,6	0	0,3	0,2	0,3	0,2
<i>Stenaphorurella quadrispina</i> (Börner, 1901)	Глс(вп)	0,8	0	0	0,2	0,4	0,1
<b>ISOTOMIDAE Schäffer, 1896</b>							
<i>Folsomia candida</i> Willem, 1902	Млч(вг)	0,2	0	0	0	0,1	0
<i>Folsomia manolachei</i> Bagnal, 1939	Еє(пг)	12,2	20,6	14,8	21	16,3	18,4
<i>Folsomia penicula</i> Bagnal, 1939	Млс(пг)	0,2	14	13,7	1	6,9	6,3
<i>Folsomia quadrioculata</i> (Tullberg, 1871)	Еє(пг)	1	1,3	1,4	0,4	1,1	0,8
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer, 1895)	Г- Млл(вг)	9	0,6	10,3	1,4	5	5,1
<i>Parisotoma notabilis</i> (Schäffer, 1896)	Еє(нп)	2,2	12,1	4,6	22,2	7	14,8
<i>Desoria tigrina</i> Nicolet, 1842	Млл(вп)	0	0	0,6	0	0	0,2
<b>TOMOCERIDAE Schäffer, 1896</b>							
<i>Tomocerus vulgaris</i> (Tullberg, 1871)	Млс(нп)	0	0	0,6	0,2	0	0,4

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Tomocerus minor</i> (Lubbock, 1862)	К-Млл(нп)	<b>1</b>	<b>0,2</b>	0	<b>1</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>
<i>Pogonognathellus flavescens</i> (Tullberg, 1871)	Г-Млл(нп)	0	<b>0,2</b>	<b>0,6</b>	<b>1,2</b>	<b>0,1</b>	<b>1</b>
ENTOMOBRYIDAE Schött, 1891							
<i>Entomobrya corticalis</i> (Nicolet, 1841)	Клс(к)	0	0	0	<b>0,6</b>	0	<b>0,4</b>
<i>E. muscorum</i> (Nicolet, 1841)	Млс(а)	0	0	0	<b>0,2</b>	0	<b>0,1</b>
<i>Entomobrya sp.</i>	?	<b>0,8</b>	0	<b>0,6</b>	0	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>
<i>Willowsia buski</i> (Lubbock, 1869)	Клс(к)	0	0	<b>0,6</b>	0	0	<b>0,2</b>
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (Gmelin, 1788)	Ее(вп)	<b>1</b>	0	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>
<i>Lepidocyrtus lignorum</i> (Fabricius, 1775)	Ее(вп)	<b>8</b>	<b>14,2</b>	<b>11,1</b>	<b>18,3</b>	<b>11</b>	<b>15,3</b>
<i>Pseudosinella horaki</i> Rusek, 1986	К-Млл(нп)	<b>8</b>	<b>17,8</b>	<b>14,2</b>	<b>13</b>	<b>12,8</b>	<b>13,5</b>
<i>Pseudosinella alba</i> (Packard, 1873)	Млс(пг)	0	<b>0,8</b>	0	0	<b>0,4</b>	0
<i>P. sexoculata</i> Schöt, 1902	Ее(нп)	0	<b>0,2</b>	0	0	<b>0,1</b>	0
<i>Pseudosinella sp.</i>	?	<b>0,2</b>	0	<b>0,3</b>	0	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
<i>Orchesella bifasciata</i> Nicolet, 1842	Клс(вп)	0	<b>0,2</b>	0	<b>1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,6</b>
<i>O. pseudobifasciata</i> Stach, 1960	Млс(а)	0	<b>2,3</b>	0	<b>4,3</b>	<b>1,1</b>	<b>2,5</b>
<i>Heteromurus nitidus</i> (Templeton, 1835)	К-Млс(пг)	0	<b>0,2</b>	0	<b>0,6</b>	<b>0,1</b>	<b>0,4</b>
ARRHOPALITIDAE Richards, 1968							
<i>Arrhopalites secundarius</i> Gisin, 1958	Млс(пг)	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>1,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,8</b>
<i>Arrhopalites sericus</i> Gisin, 1947	Г-Млс(пг)	0	0	0	<b>0,2</b>	0	<b>0,1</b>
<i>Arrhopalites sp.</i>	?	0	0	0	<b>0,4</b>	0	<b>0,2</b>
<i>Pygmarrhopalites pygmaeus</i> (Wankel, 1860)	Млс(пг)	<b>1,2</b>	0	0	0	<b>0,6</b>	0
KATIANNIDAE Börner, 1913							
<i>Sminthurinus alpinus</i> Gisin, 1953	Ее(вп)	<b>0,8</b>	0	<b>0,3</b>	0	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>
<i>S. aureus</i> (Lubbock, 1862)	Ее(вп)	<b>0,2</b>	0	0	0	<b>0,1</b>	0
DICYRTOMIDAE Börner, 1906							
<i>Dicyrtomina minuta</i> (Fabricius, 1783)	Г-Млл(а)	<b>0,2</b>	0	0	0	<b>0,1</b>	0
NEELIDAE Folsom, 1896							
<i>Megalothorax minimus</i> Willem, 1900	Г-Млс(гг)	<b>0,2</b>	0	0	0	<b>0,1</b>	0
SMINTHURIDAE Lubbock, 1862							
<i>Allacma fusca</i> (Linnaeus, 1758)	Г- Млл(а)	0	0	<b>0,3</b>	0	0	<b>0,1</b>
<i>Caprainea marginata</i> (Schött, 1893)	Глл(вп)	<b>0,2</b>	0	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>
<i>Lipothrix lubbocki</i> (Tullberg, 1872)	Млс(вп)	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>1,1</b>	<b>0,8</b>	<b>0,2</b>	<b>1</b>
SMINTHURIDIDAE Börner, 1906							
<i>Sphaeridia pumilis</i> (Krausbauer, 1898)	Клчс(вп)	0	0	0	<b>0,2</b>	0	<b>0,1</b>
<i>S</i>		33	25	31	34	<b>43</b>	<b>46</b>
<i>N</i>		498	471	351	491	<b>969</b>	<b>842</b>

Примітка. Фітоценози: K1, K2 – корінна грабова бучина осоково-волосиста (K1 – травень і K2 – вересень), i1, i2 – інвазійний сосняк (i1 – травень, i2 – вересень; S – сумарна кількість видів; N – сумарна кількість особин. Екологічні групи: комплекси гідрофільних (Г), гігрomezофільних (Г-М), ксерорезистентних (К) і еврибіонтних (Е) видів; групи лісових (лс), лучних (лч), лісо-лучних (лл), лучно-степових (лчс), евритопних (е) видів; підгрупи атмобіонтної (а), нейстонної (н), кортицикольної (к), синекоморфної (с), верхньопідстилкової (вп), нижньопідстилкової (нп), підстилково-грунтової (пг), верхньогрунтової (вг), глибокогрунтової (гг) біоморф.

За своїм обсягом вивчена фауна відповідає рівню видового розмаїття цих безхребетних тварин в інших варіантах букових лісів Заходу України [3; 7], а також інших варіантах широколистяних лісів Українських Карпат [11]. У середньому в одній стандартній ґрунтовій пробі виявлено 2,2 види. Значення  $\beta$ -різноманіття *Collembola* становить 18,5 одиниць і вказує на незначну контрастність внутрішньоценотичних умов заданого лісового фітоценозу.

Загалом у досліджуваному фітоценозі грабової бучини за показником сумарного видового багатства домінує родина *Entomobryidae*, бо охоплює десять видів (див. табл. 1). Інші родини *Isotomidae*, *Hypogastruridae*, *Onychiuridae* мають також відносно велике видове багатство (6, 5, 5 видів відповідно) і відіграють помітну роль у дослідженій фауні. Решта родин представлені від 1 до 4 видів.

**Вплив інвазії сосни чорної на параметри розмаїття угруповання колембол  
грабової бучини**

<b>Показник</b>	<b>Фітоценоз</b>					
	<b>K1</b>	<b>i1</b>	<b>K2</b>	<b>i2</b>	<b>K</b>	<b>i</b>
Густота, тис. екз./м <sup>2</sup>	19,9	14	18,8	19,6	19,4	16,8
Індекс Бергера-Паркера_(d)	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Індекс Сімпсона_1-D	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Індекс Шеннона_(H')	2,2	2,6	2,3	2,4	2,5	2,7
Вирівняність_(e^H/S)	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
Індекс Брілліуна (IB)	2,1	2,5	2,2	2,3	2,5	2,6
Індекс Менхініка (IMe)	1,5	1,6	1,1	1,5	1,4	1,6
Індекс Маргалефа (IMa)	5,2	6,8	3,9	5,3	6,1	6,7
Вирівняність_(J)	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7
$\alpha$ Фішера	7,9	8,2	5,6	8,3	9,2	10,5
Точкове альфа-різноманіття ( <b>aa</b> )	3,3	3,1	2,5	3,4	2,2	2,3
Ценотичне альфа-різноманіття ( <b>ab</b> )	33	31	25	34	43	46
Внутрішньоценотичне бета-розмаїття ( <b><math>\beta a</math></b> )	9	9	9	9	18,5	19

Примітка. K1, K2, i1, i2, як у табл. 1. K – узагальнені дані для грабової бучини за весь період досліджень; i – узагальнені дані для сосняку за весь період досліджень.

Специфіка дослідженої фауни колембол за весь період досліджень полягає у наявності в її складі типово лісових видів: *Lipothrix lubbocki*, *Pseudosinella horaki*, *Tomocerus minor*, *Superodontella rotunda*, *Ceratophysella silvatica* та багатьох інших. Унікальними представниками дослідженої ценотичної фауни є такі рідкісні види, як *Willemia denisi*, *Microgastrura duodecimoculata*, *Superodontella rotunda*, *Tetradontophora bielensis* (занесений до Червоної книги України), а також *Mesaphorura delamarei*.

В інвазійному сосняку сумарно виявлено 46 видів колембол за даними обох серій ґрунтових проб (табл. 2, показник ценотичного альфа-розмаїття).

В обидва досліджені сезони року домінуючою у сосняку за кількістю видів є родина *Entomobryidae* i1–8 видів, i2–6 видів. Сумарне видове багатство двох інших домінуючих родин *Isotomidae* та *Onychiuridae* у досліджені сезони не відрізняється (кожна з них має по 5 видів відповідно).

Показники відносної чисельності домінуючих родин також є подібними в досліджені сезони: родина *Isotomidae* (i1–45,4 %, i2–46 %), *Entomobryidae* (i1–27,1 %, i2–38,4 %). Представленість родин *Hypogastruridae* і *Onychiuridae* за цим показником значно менша.

За узагальненими даними щодо двох періодів збирання матеріалу в інвазійному сосняку, за видовим багатством домінує родина *Entomobryidae*, яка сумарно охоплює 11 видів (див. табл. 1). Значно менше видове багатство мають родини *Onychiuridae* (7 видів), *Isotomidae* (6 видів) та *Neanuridae* (5 видів). Ще менше насичені видами родини *Hypogastruridae*, *Sminthuridae*, *Tullbergiidae* та *Tomoceridae* (по 3–4 види кожна). Решта родин представлені від 2 до 1 виду.

Натомість, за показником відносної чисельності видів ієрархія родин змінюється. Першість утримує родина *Isotomidae* (45,6 %), друге місце займає *Entomobryidae* (33,7 %), третє – *Hypogastruridae* (6,6 %), а четверте місце відповідно *Onychiuridae* (5 %). Найбагатшими за кількістю видів родами колембол є *Folsomia*, *Ceratophysella*, *Pseudachorutes*, *Entomobrya*, *Protaphorura* і *Arrhopalites*, які містять по три види. Інші роди представлені меншим числом видів (1–2 кожен). Специфіка фауни колембол сосняка, як і грабової бучини, полягає в переважанні в її складі типово лісових політопних видів: *Allacma fusca*, *Lipothrix lubbocki*, *Pseudosinella horaki*, *Ceratophysella silvatica*, *Tomocera minuta*, *Neanura minuta* та багатьох інших. Тобто, незважаючи на зміну корінного едифікатора деревостану на інвазійний,

фауна колембол зберігає свої особливості. Унікальними представниками дослідженої ценотичної фауни є деякі рідкісні види, зокрема *Ceratophylla luteospina*, *Tetrodontophora bielansensis*, *Neanura minuta*, а також *Pygmarrhopalites pygmaeus*.

Подібні результати отримали і словацькі вчені Л. Ковач, Н. Костурова, Д. Міклісова [33], їхні дослідження на території південного схилу Словацького Карсту та на суміжних ділянках корінних лісів дуба субсередземноморського, які широко заліснені інтродукованою сосною чорною, не виявили значних відмінностей середньої чисельності та видового багатства колембол. Серед домінуючих видів колембол, більшість була характерною для лісових угруповань досліджуваного регіону.

Португальські вчені порівняли популяції колембол у лісах сосни приморської (*Pinus pinaster Aiton*) та плантаціях інвазійного евкالیпта (*Eucalyptus globulus Labill*) на території муніципалітету Север-ду-Вога в Португалії. У результаті проведених досліджень не виявлено помітних змін екологічної структури угруповань колембол унаслідок зміни корінного едифікатора деревостану на інвазійний. Спільними для обох фітоценозів були понад 53 % видів. Проте в евкالیптовому лісі, порівняно з корінним сосняком, видовий склад є дещо іншим, а загальне видове багатство колемболофауни багатше. Отримані результати досліджень, на думку вчених, можуть бути пов'язані зі зниженням антропогенного впливу на плантації евкالیпта (зменшенням або відсутністю звичних процедур експлуатації), що призвело до нагромадження великих запасів органічних решток, які, ймовірно, забезпечили сприятливіші екологічні умови для розвитку популяції колембол (особливо наявність відмерлої органічної речовини та специфічних мікрооселищ) [31; 32].

*Екологічна структура.* Угруповання колембол дослідженої грабової бучини характерне відносно високим рівнем густоти, який загалом притаманний більшості лісів помірної поясу Європи (див. табл. 2). Така густота дослідженого угруповання зумовлена сприятливими екологічними умовами у верхньому шарі ґрунту і підстилці, тобто добрим їхнім зволоженням і достатніми запасами відмерлої органічної речовини.

У результаті проведених досліджень встановлено, що у грабовій бучині до домінантів (масових форм), тобто так званих еудомінантів, домінантів і субдомінантів, входить загалом вісім видів *Collembola*, що становить усього 18,6 % цієї лісової фауни (див. табл. 1).

Результати проб, зібраних у різні сезони року, дещо різняться від узагальнених даних. У весняній серії проб виявлено 6 видів домінантів: 1 еудомінант, 1 домінант та 4 субдомінанти. Проте в осінній серії еудомінанти відсутні, налічується 5 домінантів та 2 субдомінанти.

За узагальненими даними з двох сезонів збирання матеріалу в угрупованні колембол грабової бучини виявлено 4 домінантних і 4 субдомінантних види, частка чисельності яких становить 84,3 % від загальної чисельності для всього лісового угруповання. Решта 35 видів є малочисленими, або рецедентними та субрецедентними. Більшість із них є еврибіонтними видами, які можуть населяти не тільки різні варіанти лісових ценозів, а й інших (лучних, лучно-степових, болотних, урбогенних та ін.), а також мають великі ареали поширення. Серед домінантів частина є політопними лісовими формами, які домінують в інших типах лісових біотопів, як гірських, так і рівнинних [2].

Таке співвідношення чисельності масових видів описують статистичною моделлю, близькою до лог-нормального розподілу [4; 5]. Воно загалом характерне для природних багатовидових угруповань ґрунтових організмів, в яких природні ресурси захоплені невеликою кількістю видів, а більшість видів отримує невелику їхню кількість. Інакше кажучи, такий розподіл дає змогу характеризувати середовище, в якому екоумови визначаються незначною кількістю природних факторів як лімітуючих.

Специфічних домінантів *Collembola* для заданого лісового фітоценозу не виявлено. Усі вони є типовими домінантами для лісів, що підтверджує припущення фахівців про подібність синекологічної структури лісового угруповання в різних біотопах. Отже, політопність і низька ценотична вибірковість масових видів колембол – характерні ознаки населення цієї групи педобіонтів у лісових екосистемах.

На частку рецедентних і субрецедентних видів припадає всього 15,4 % загальної чисельності дослідженого угруповання, яка розподілена між 25 видами.

Аналіз показників організації угруповання колембол грабової бучини показує, що воно складне та добре структуроване. Значення індекса Бергера-Паркера в 0,2 одиниці вказує на відносно малий рівень домінування найчисленнішим видом.

Крім того, індекси розмаїття Шеннона та Сімпсона для угруповання колембол у цьому фітоценозі мають середні значення, що зумовлено показниками загального видового багатства і



сумарної чисельності угруповання. Вирівняність населення колембол за цими показниками є малою і коливається в межах 0,3–0,6 (див. табл. 2), що є скорельовано з рівнем домінування найчисленніших видів. Тобто що менша вирівняність населення, то вищий рівень домінування наймасовіших видів.

У дослідженому фітоценозі за загальною кількістю видів та відносною чисельністю у спектрі життєвих форм *Collembola* переважають верхньопідстилкові, нижньопідстилкові та підстилково-грунтові біоморфи. Натомість, досить мала частка представників глибокогрунтової життєвої форми колембол. Група спеціалізованих життєвих форм колембол, яка має певні морфоадаптації до життя у специфічних умовах середовища (печери, мурашники, на поверхні водойм), практично не представлена в цьому лісовому фітоценозі (див. рис. 2).

У складі цього угруповання *Collembola* виявлено представників 5 комплексів видів за польовим гігропреферендумом (зокрема, еврибіонтів, гігрофілів, гігромезофілів, мезофілів, ксеромезофілів та ксерофілів). Крім того, представлено 5 біотопних груп видів (див. табл. 1). Найбільша частка еврибіонтів (37,8 % від загальної чисельності угруповання). Крім того, виявлено велику частку мезофільних (33,3 %), гігромезофільних і ксеромезофільних видів, які сумарно становлять 25,3 % від загальної чисельності всього угруповання (див. рис. 1). Серед біотопних груп видів за показником видового багатства переважають лісові (40,8 % усіх видів колембол), евритопні (37,8 %) та лісо-лучні форми (13,6 %), але за відносною чисельністю перевага на користь евритопних видів *Collembola* (див. рис. 3).

За критерієм спеціалізованості угруповань *Collembola*, який запропоновано Н. Кузнецовою [15; 17], досліджене угруповання можна віднести до спеціалізованого типу, тому що частка представленості лісових і лісо-лучних видів сумарно досягають у ньому 54,4 % від загальної чисельності всього угруповання.

Вивчена фауна монодомінантного сосняку за своїм обсягом приблизно відповідає рівню видового багатства цих безхребетних тварин у корінному грабово-буковому фітоценозі, на місці якого він утворився. Ємність середовища для колембол у цьому фітоценозі на рівні точкового альфа-розмаїття становить 2,3 виду. Значення  $\beta$ -розмаїття *Collembola* становить 19 одиниць, що свідчить про відносно більшу контрастність внутрішньоценотичних умов заданого лісового фітоценозу, ніж у бучині.

У дослідженому інвазійному сосняку до числа групи домінантів входить загалом сім видів *Collembola*, що становить 15,2 % видового багатства цієї фауни.

Отримані результати в сосняку навесні і восени (див. табл. 1) виявили подібність більшості показників розмаїття колембол, а також густоти населення, за винятком ценотичного альфарозмаїття і відповідно індексу Маргалефа. Останні два показники є значно більшими в осінній період збирання матеріалу порівняно з весняними.

Порівнюючи дані, зібрані за два сезони, бачимо, що навесні (фітоценоз *i1*) масовими є 9 видів, серед яких: еудомінантів не виявлено, але встановлено 5 домінантів і 4 субдомінанти. В осінній серії проб (фітоценоз *i2*) масовими є 5 видів: 4 домінанти, 1 – субдомінант. Специфічних домінантів серед *Collembola* в цьому лісовому фітоценозі не виявлено. Усі вони є еврибіонтними або політопними лісовими видами [8]. Решта 37 видів є малочисленими (рецентними та субрецентними).

Спільними для грабово-букового та соснового фітоценозів виявилось всього 7 видів домінантів. Більшість із них також є еврибіонтними видами, як і в корінній грабовій бучині. На частку рецентних і субрецентних видів припадає всього 21,9 % загальної чисельності дослідженого угруповання.

Встановлено, що в угрупованні колембол інвазійного сосняку різко зростає частка домінантів-ізотомід *Parisotoma notabilis* і *Folsomia manolachei*. За літературними даними [9; 10], це індикаторні види угруповань колембол, які свідчать про порушеність синекологічної структури колембол. Тобто можна припустити, що, незважаючи на подібність синекологічної структури угруповань колембол в обох досліджених варіантах лісів, угруповання колембол сосняку має ознаки порушеності, які можуть наростати в часі та призвести до його зміни або навіть деградації.

Угруповання колембол дослідженого інвазійного сосняку характерне відносно високим показником густоти, притаманним для більшості лісових фітоценозів Заходу України (табл. 2).

Аналіз індексу Бергера-Паркера в цьому фітоценозі показав, що для нього характерний низький рівень домінування найчисленнішого виду. Зокрема, на частку домінантного виду *Folsomia manolachei* припадає близько 18,4 % чисельності всього ценотичного угруповання колембол.

Крім того, індекси розмаїття Шеннона та Сімпсона в цьому фітоценозі та в корінній грабовій бучині мають приблизно однакове значення, що зумовлено як показником видового

багатства, так і сумарної чисельності цього угруповання. Вирівняність населення за цими показниками коливається в межах 0,3–0,7 (див. табл. 2), що є скорельовано з рівнями домінування масових видів в угрупованнях і сезонами року.

У дослідженому сосняку, як і грабовій бучині, за загальною кількістю видів та відносною чисельністю у спектрі життєвих форм *Collembola* переважають також нижньопідстилкові, підстилково-грунтові та верхньо-підстилкові біоморфи (див. рис. 2).

У складі цього угруповання *Collembola* виявлено також представників 5 комплексів видів за польовим гігропреферendumом (зокрема, еврибіонтів, гігрофілів, гігромезофілів, мезофілів,

ксеромезофілів та ксерофілів) (див. рис. 1). Крім того, у ньому також представлено 5 біотопних груп видів. Найбільшу частку чисельності мають еврибіонти (51,2 %). Крім того, велика частка ксеромезофільних, гігромезофільних і мезофільних видів, які сумарно становлять 38,6 % від загальної чисельності всього угруповання. Серед біотопних груп видів за показником відносного видового багатства переважають евритопні (52 %), лісові (25,8 %) та лісо-лучні (15,9 %) форми (див. рис. 3).

За критерієм спеціалізованості угруповань *Collembola*, досліджене угруповання також можна віднести до спеціалізованого типу, тому що група лісових і лісо-лучних видів сумарно досягає в ньому 41,7 % від загальної чисельності всього угруповання.

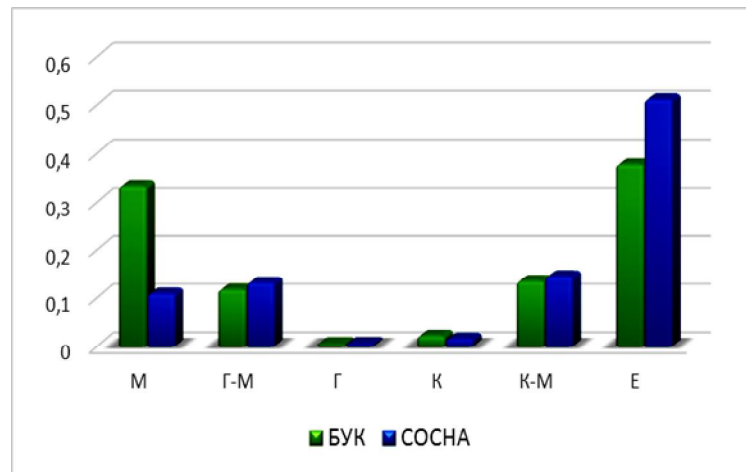


Рис. 1. Співвідношення комплексів видів колембол за польовим гігропреферendumом у досліджених угрупованнях.

Примітка: комплекси мезофільних (М), гігромезофільних (Г-М), гігрофільних (Г), ксерорезистентних (К), ксеромезофільних (К-М) і еврибіонтних (Е) видів.

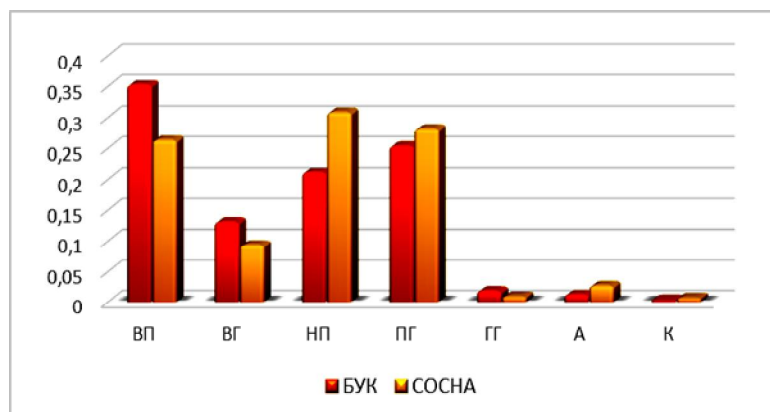


Рис. 2. Співвідношення спектрів життєвих форм досліджених угруповань колембол.

Примітка: підгрупи атмобіонтної (а), нейстонної (н), кортицикольної (к), синекорморфної (с), верхньопідстилкової (вп), нижньопідстилкової (нп), підстилково-грунтової (пг), верхньогрунтової (вг), глибокогрунтової (гг) біоморф.

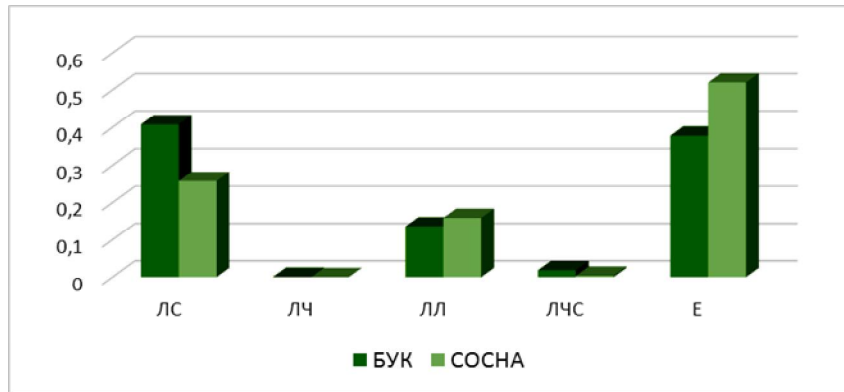


Рис. 3. Спектр біотопних груп досліджених угруповань колембол.

Примітка: групи лісових (лс), лучних (лч), лісо-лучних (лл), лучно-степових (лчс) і евритопних (е) видів.

Для порівняльного аналізу досліджених лісових угруповань колембол ми застосували метод  $Q$ -статистики, зручний для формалізації даних щодо біорозмаїття. Важливо, що він малочутливий до обсягу зібраного матеріалу. Індекс  $Q$  відображає величину нахилу прямої лінії до осі абсцис і не надає статистичної переваги ні домінуючим, ні малочисленным видам у побудованій моделі розмаїття. Що більше значення  $Q$ , то вищий рівень ценотичного розмаїття колембол [6]. Цей метод оцінки біорозмаїття досить інформативний, оскільки ілюструє перебудови у структурі домінування угруповань, які скорельовані зі змінами видового багатства.

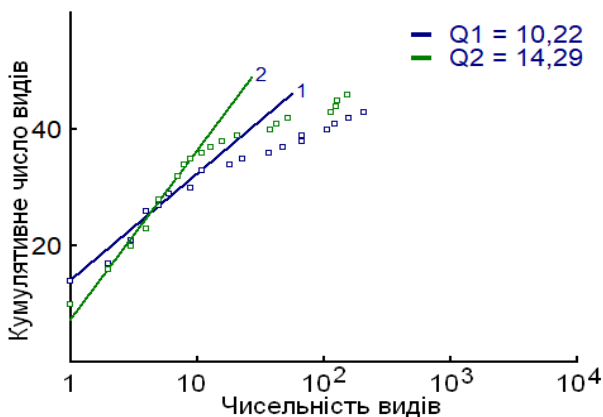


Рис. 4. Моделі розмаїття угруповань колембол досліджених лісових фітоценозів, формалізовані методом  $Q$ -статистики.

Примітка: по осі абсцис відкладено відносну чисельність видів у логарифмічному масштабі ( $\log_{10}$ ). Назви ценозів: 1 – грабова бучина; 2 – інвазійний сосняк.

Як показує рис. 4, найбільшим є розмаїття угруповання колембол інвазійного сосняку. Відповідно до літературних даних [17], збільшення біорозмаїття у вторинних, змінених екосистемах, порівняно з корінними, не є ознакою їхньої стабільності та унікальності. Навпаки, воно пов'язано зі збільшенням гетерогенності середовища, характерної для порушених екосистем, і, як правило, призводить за певний час до деградації корінних біоценозів. Тому збільшення розмаїття угруповань колембол у вторинному сосняку можна розглядати як біоіндикатор майбутніх змін корінного лісового угруповання колембол.

**Висновки.** На основі проведених досліджень впливу інвазії сосни чорної на угруповання колембол грабової бучини дослідженого регіону можна дійти висновку про незначні та некатастрофічні зміни таксономічного складу та синекологічної структури угруповання цієї групи педобіонтів. Зокрема видовий склад і загальне видове багатство досліджених угруповань є подібними в обох варіантах лісових фітоценозів (виявлено 31 спільний вид для обох варіантів лісів і сумарно 43 види в грабовій бучині і 46 видів у сосняку). Це може бути пов'язано як з особливостями ґрунтового середовища, яке пом'якшує вплив зовнішніх екологічних факторів на ґрунтову біоту, так і з недостатнім часовим періодом для зміни едафічних умов корінної грабової бучини під едифікаторним впливом соснового деревостану.

Незначні відмінності досліджених угруповань пов'язані насамперед із синекологічною структурою. Встановлено, що зміни корінної грабової бучини на інвазійний сосняк спричинюють:

1) зменшення густоти населення колембол з 19,4 тис. ос./м<sup>2</sup> у грабовій бучині до – 16,8 тис. ос./м<sup>2</sup> у сосняку;

2) незначну зміну співвідношення видового багатства: у грабовій бучині, як і в сосняку, домінує родина *Entomobryidae* (10–11 видів відповідно), родини *Isotomidae* та *Onychiuridae* (у середньому по 6 видів), а також відносної чисельності родин *Isotomidae* (у грабовій бучині 36,4 %, у інвазійному сосняку 45,6 % від загальної кількості особин). Друге місце посідає *Entomobryidae* (26,6 % і 33,7 % відповідно), третє – *Hypogastruridae* (22,7 %, 6,6 % відповідно), а четверте місце відповідно *Onychiuridae* (8,7 % і 5 % відповідно);

3) збільшення видового розмаїття (індекс розмаїття  $Q$  в сосняку в 1,4 раза більший, ніж у грабовій бучині);

4) незначні зміни якісного складу та кількісної ієрархії масових видів колембол, у грабовій бучині виявлено такий склад і кількісну ієрархію домінантів у порядку зменшення відносної чисельності: *C. silvatica*, *F. manolachei*, *P. horaki*, *L. Lignorum*, *P. notabilis*, *F. penicula*, *I. minor*, *P. armata*, а в інвазійному сосняку: *F. manolachei*, *L. lignorum*, *P. notabilis*, *P. horaki*, *F. penicula*, *I. minor*, *C. silvatica*;

5) зміни співвідношення життєвих форм колембол у грабовій бучині: 35,3 % вп, 25,4 % пг, 21,2 % нп, а в інвазійному сосняку: 30,9 % нп, 28,1 % пг і 26,4 % вп;

6) зміни спектра видів за польовим гірпропреферендумом (еврибіонтів у грабовій бучині – 37,8 %, а в сосняку – 51,2 %, мезофільних – 33,3 % і 10,9 % відповідно, ксеромезофільних та гіромезофільних – 25,3 % і 27,7 % відповідно), а також спектру біотопних груп колембол (евритопних у грабовій бучині – 37,8 %, у сосняку – 52 %, лісових – 40,8 % і 25,8 % відповідно і лісо-лучних – 13,6 % та 15,9 % відповідно).

Висловлено припущення, що встановлені у процесі дослідження зміни синекологічної структури угруповань колембол можуть бути зооіндикатором майбутньої деградації спеціалізованого типу угруповання грабово-букового лісу та перетворення його в еврибіонтний тип за класифікацією Н. О. Кузнецової.

### Бібліографічний список

1. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / ред. Р. Шуберт; пер. с нем. Москва: Мир, 1988. 350 с.
2. Биологический энциклопедический словарь / гл. ред. М. С. Гиляров. 2-е изд., исправл. Москва: Сов. энциклопедия, 1986. 864 с.
3. Бондаренко И. В. Коллемболы байрачных дубрав юго-восточной Украины. *Известия Харьковского этомологического общества*. 1998. Т. 6, вып. 2. С. 74–78.
4. Гиляров М. С. Коллемболы, их место в системе, особенности и значение. *Фауна и экология ногохвосток*. Москва: Наука, 1984. С. 3–11.
5. Гиляров М. С. Почвенные беспозвоночные как индикаторы почвенного режима и его изменений под влиянием антропогенных факторов. *Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосковья*. Москва: Наука, 1982. С. 8–12.
6. Гоблик К. М. Біотопа диференціація та індикаторне значення населення колембол Закарпатської низовини: дис. ... канд. біол. наук. Львів, 2015. 211 с.
7. Гоблик К. М. Сучасний стан вивченості різноманіття колембол (*Collembola*) Закарпатської низовини. *Матеріали наукової конференції, присвяченої 100-річчю від дня народження професора В. І. Здуна (12–13 лютого 2008 р.)*. Львів, 2008. С. 23–27.
8. Давидович С. І. Видовий склад колембол (*Collembola*) урболандшафту м. Ужгорода. *Ужгородський науковий вісник*. 2001. № 9. С. 233–237.
9. Дідух Я. П. Етюди фітоєкології. Київ: Арістей, 2008. 268 с.
10. Добролюбова Т. В. Особенности населения коллембол горных сосновых лесов Теберды. *Экология микроартропод лесных почв*. Москва: Наука, 1988. С. 60–65.
11. Капрусь І. Я. Хорологія різноманіття колембол (філогенетичний, типологічний і фауністичний аспекти): автореф. дис. ... д-ра біол. наук. Київ, 2013. 41 с.
12. Капрусь І. Я., Гоблик К. М. Екологічна та соціологічна оцінка ґрунтів Закарпатської низовини за угрупованнями колембол. *Наукові записки державного природознавчого музею*. Львів, 2015. Вип. 31. С. 45–58.
13. Количественные методы в почвенной зоологии / Ю. Б. Бызова и др.; под. ред. М. С. Гилярова. Москва: Наука, 1987. 287 с.
14. Конвенція про біологічне різноманіття. Київ: [б. в.], 1996. 15 с.
15. Кузнецова Н. А. Биотопические группы коллембол (*Collembola*) в подзоне широколиственно-хвойных лесов Восточной Европы. *Зоологический журнал*. 2002. Т. 81, № 3. С. 306–315.
16. Кузнецова Н. А. Влажность и распределение коллембол. *Зоологический журнал*. 2003. Т. 82, № 2. С. 239–247.
17. Кузнецова Н. А. Организация сообществ почвообитающих коллембол. Москва: ГНО Прометей, 2005. 244 с.
18. Кучерявий В. П. Сади і парки Львова. Львів: Світ, 2008. 300 с.
19. Кучерявий С. В. Едифікатори, субедифікатори та асесектатори еталонних паркових фітоценозів м. Львова. *Науковий вісник Українського державного лісотехнічного університету*. 2004. Вип. 14.8. С. 297–301.

20. Малиновський А. К. Основні напрями та результати досліджень фітоінвазій. *Наукові записки державного природознавчого музею*. Львів, 2018. Вип. 34. С. 55–68.
21. Методы почвенно-зоологических исследований / под общ. ред. М. С. Гилярова. Москва: Наука, 1975. 277 с.
22. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. Москва: Мир, 1992. 181 с.
23. Протопопова В. В., Мосякін С. Л., Шевера М. В. Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан і завдання на майбутнє. Київ: Ін-т ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, 2002. 32 с.
24. Реймерс Н. Ф. Основные биологические понятия и термины. Книга для учителя. Москва: Просвещение, 1988. 319 с.
25. Соколовская Е. Л. Представители сообществ Collembola как биоиндикаторы степени уплотнения почвенного. *Наука о Земле*. 2017. С. 235–238.
26. Стебаева С. К. Жизненные формы ногохвосток (Collembola). *Зоологический журнал*. 1970. Т. 44, № 10. С. 1437–1454.
27. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. Москва: Прогресс, 1980. 327 с.
28. Barrocas H. M., da Gama M. M., Sousa J. P., Ferreira C. S., 1998. Impact of reafforestation with *Eucalyptus globulus* Labill. on the edaphic collembolan fauna of Serra de Monchique (Algarve, Portugal). *Misc. Zool.*, 1998. 2 1.2, P. 9–23.
29. Bellinger P. F., Christiansen K. A., Janssens F. 1996–2013. Checklist of the Collembola of the World. URL:<http://www.collembola.org> (Last accessed: 15.02.2021).
30. da Gama M. M., Sousa J. P., Vasconcelos T. M. et al. Changes in biodiversity patterns of soil Collembola caused by eucalyptus plantations in Portugal: a synthesis. *Acta Entomologica Iberica e Macaronesica*. 2003. 1. P. 11–22.
31. da Gama M. M., Vasconcelos T. M., Sousa J. P. Collembola diversity in Portuguese autochthonous and allochthonous forests. *VII International Colloquium on Apterygota, Helsinki, Finland, 17–19 August, 1992*. Vol. 195. P. 44–46.
32. Ferreira C. S., da Gama M. M., Sousa J. P., Vasconcelos T. M. Comparative study of the collembolan populations from a *Pinus pinaster* aiton forest and a *Eucalyptus globulus* Labbil. *Cienc. Biol. Ecol. Syst. Portugal*. 1994. 14 (1/2). P. 19–34.
33. Kovac L., Kosturova N., Miklisova D. Comparison of collembolan assemblages (Hexapoda? Collembola) of thermophilous oak woods and *Pinus nigra* plantations in the Slovak Karst (Slovakia). *Pedobiologia*. 2005. 49. P. 29–40.
34. Magurran A. E. Measuring Biological diversity. Blackwell Publishing company, 2004. 256 p.
35. Pinto C., Sousa J. P., Graca M.A.S., da Gama M. M. Forest Soil Collembola. Do tree introductions make a difference? *Proceedings of international colloquium on Apterygota. Dublin, 1996. Pedobiologia* 41. P. 131–138.
36. Stöcker G., Bergmann A. Ein Modell der Dominanzstruktur und seine Anwendung. 1. Modellbildung, Modellrealisierung, Dominanzklassen. *Arch. Naturschutz u. Landschaftsforschung*. 1977. Vol. 17, № 1. P. 1–26.
37. Whittaker R. H. Evolution of species diversity in land communities. *Evolutionary Biology*. 1977. Vol. 10. P. 1–67.

Стаття надійшла 17.03.2021

УДК 504.453:550.46

## ПРОЦЕСИ САМООЧИЩЕННЯ ЗА ВПЛИВУ УРБАНІЗАЦІЇ ТЕРИТОРІЙ НА ПЕРЕДГІРСЬКІЙ ТА РІВНИННІЙ ДІЛЯНКАХ Р. СТРИЙ

**В. Снітинський, д. б. н.***ORCID ID: 0000-0001-9633-1004***П. Хірівський, к. б. н.***ORCID ID: 0000-0001-7246-9260***І. Гнатів, аспірант***ORCID ID: 0000-0002-2987-1673**Львівський національний аграрний університет*<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.030>

### **Снітинський В., Хірівський П., Гнатів І. Процеси самоочищення за впливу урбанізації територій на передгірській та рівнинній ділянках р. Стрий**

На основі аналізу наукових публікацій встановлено, що зростання кількості населення, обсягів промислового виробництва та темпів урбанізації призводить до інтенсивнішого антропогенного навантаження на водні об'єкти. Зниження якості поверхневих вод у басейнах річок України спричинене скидом недостатньо очищених стічних вод промисловими підприємствами з різним вмістом органічних, бактеріальних та хімічних забруднень. Ці речовини впливають на органолептичні властивості води в річках та біохімічні процеси, сповільнюючи або повністю пригнічуючи природний процес самоочищення. Щорічно в басейни наших річок скидають близько 9,6 млрд м<sup>3</sup> недостатньо очищених стічних вод, з них 2,9–4,0 млрд м<sup>3</sup> забруднених.

На сьогодні в річках є забруднення як природного, так і антропогенного характеру. Природний хімічний склад і властивості води поверхневих водойм формуються залежно від гідрологічних, ґрунтових, кліматичних та інших особливостей. Негативний вплив на поверхневі та підземні води мають звалища побутових твердих відходів, змиви добрив та отрутохімікатів з полів, зливові стоки з міських і промислових територій, атмосферні опади, забруднені шкідливими викидами, зростаюча кількість рекреаційних зон тощо.

Враховуючи значний об'єм скидів стічних вод промисловими підприємствами та недостатню їх очистку на очисних спорудах м. Стрия і м. Сколе, можна прогнозувати значний вплив цих урбанізованих територій на якість річкової води. Метою роботи є оцінка впливу урбанізації території Стрийського району Львівщини на процеси самоочищення р. Стрий. У роботі використані результати лабораторних досліджень води за санітарно-хімічними показниками. Проведено оцінку екологічно-гігієнічного стану якості річкових вод річок Стрий та Опір і визначення складу забруднень, що спричинені впливом урбанізованої території.

**Ключові слова:** урбанізовані території, антропогенний вплив, показники якості води, водні об'єкти.

### **Snitynskyi V., Khirivskyi P., Hnativ I. Processes of self-purification under the influence of territory urbanization on the foothills and plain areas of the Stryi River**

Based on the analysis of scientific publications, it was found that population growth, industrial production and urbanization have caused more intense anthropogenic pressure on water bodies. The decrease in surface water quality in the river basins of Ukraine is caused by the discharge of insufficiently treated wastewater by industrial enterprises with different content of organic, bacterial and chemical pollutants. These substances affect the organoleptic properties of water in rivers and biochemical processes, slowing down or completely suppressing the natural process of self-purification. Annually, about 9.6 billion m<sup>3</sup> of insufficiently treated wastewater is discharged into the basins of our rivers, of which 2.9–4.0 billion m<sup>3</sup> is polluted.

Today, there is pollution of both natural and anthropogenic nature in the rivers. The natural chemical composition and properties of surface water are formed depending on hydrological, soil, climatic and other features. Landfills of household solid waste, flushing of fertilizers and pesticides from fields, stormwater runoff from urban and industrial areas, precipitation polluted by harmful emissions, a growing number of recreational areas, etc. have a negative impact on the surface and groundwater.

Given the significant amount of wastewater discharges by existing industrial enterprises and their insufficient treatment at the treatment facilities in Stryi and Skole, it is possible to predict a significant impact of these urban areas on river water quality. The aim of the work is to assess the impact of urbanization of Stryi district of Lviv region on the processes of self-cleaning of the Stryi River. The results of laboratory research on the sanitary-chemical indicators are used in the work. An assessment of the ecological and hygienic conditions of the river water quality of the rivers of Stryi and Opir and determination of the composition of pollution caused by the impact of the urban area are provided.

**Key words:** urbanized areas, anthropogenic impact, water quality indicators, water bodies.

**Постановка проблеми.** Зниження якості поверхневих вод у басейнах річок України спричинене скидом недостатньо очищених стічних вод промисловими підприємствами з різним вмістом органічних, бактеріальних та хімічних забруднень. Ці речовини впливають на органолептичні властивості води в річках та біохімічні процеси, сповільнюючи або повністю пригнічуючи природний процес самоочищення [2]. Щорічно в басейні наших річок скидають близько 9,6 млрд м<sup>3</sup> недостатньо очищених стічних вод, з них 2,9–4,0 млрд м<sup>3</sup> забруднених [3].

Негативний вплив на поверхневі та підземні води мають звалища побутових твердих відходів, змиви добрив та отрутохімікатів із полів, зливові стоки з міських і промислових територій, атмосферні опади, забруднені шкідливими викидами, зростаюча кількість рекреаційних зон тощо [5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Процеси природного самоочищення відбуваються дуже повільно та на значних ділянках від місця скидання стічних вод. Невеликі, а особливо непроточні, водойми мають незначну здатність до самоочищення. Тривале та надмірне надходження неочищених або недостатньо очищених стічних вод неминуче спричинює вичерпування здатності водойми до самоочищення, що може призвести до негативних наслідків для здоров'я людей [2]. Дослідженню фізичних, хімічних та біологічних процесів у водних екосистемах присвячено науковій праці [4; 9–12].

Природне самоочищення річок відбувається під впливом чинників, що діють одночасно за різного поєднання. Розведення і змішування забруднень з основною масою води враховуються гідравлічними, а осаджування завислих частинок – механічними чинниками. На самоочищення впливають сонячна радіація та температура, рослинність і тваринні організми, а також хімічні чинники впливу на окислювання органічних і мінеральних забруднень.

Швидкість процесів самоочищення природних водойм залежить від кількості, складу та властивостей забруднювальних речовин. За скидання у річку незначної кількості неочищених чи недостатньо очищених стічних вод, починаючи від місця їх випуску, органічні речовини проходять біохімічне розщеплення. Невеликі річки майже по всій довжині, а великі на відстані до 60 км, практично виконують функцію очисної споруди.

Процес самоочищення водойми від забруднень поділяють на дві стадії. Це розбавлення внаслідок перемішування забрудненого потоку об'ємом води та безпосередньо самоочищення. За

течією річки розрізняють такі ділянки: випуску стічних вод; практично повного їх змішування з потоком води; найбільшого забруднення; відновлення, на якій завершується самоочищення. Інтенсивність цього процесу залежить від місця розташування природних водотоків та їх морфометричних характеристик, гідрологічного режиму, кліматичних умов, стану ґрунтів і рослинності, а також антропогенного впливу [9].

**Постановка завдання.** На основі аналізу наукових публікацій було обґрунтовано мету роботи та поставлено завдання для подальших досліджень. Наше завдання – оцінка впливу урбанізації території Стрийського району Львівської області на процеси, які сприяють самоочищенню р. Стрий. Використано результати лабораторних досліджень за санітарно-хімічними показниками.

**Виклад основного матеріалу.** Є велика кількість критеріїв та систем показників, які математично характеризують стадію або ступінь самоочищення водного об'єкта. Доцільно розділити їх на дві основні групи (див. табл.) [8]:

- вхідні, які керують процесами, пришвидшуючи або сповільнюючи їх;
- вихідні, що використовують для оцінки самоочищення у складі тих чи інших критеріїв.

Ступінь самоочищення водойми визначають за окисненням органічної речовини у біохімічних процесах – БСК (біологічне споживання кисню), величину якого характеризує перманганатна окислюваність. У незабруднених водах БСК<sub>повне</sub> становить 0,5–1,0 мг мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, а у місцях органічного забруднення – БСК<sub>повне</sub> сягає 40 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> і більше [1].

За антропогенного забруднення у водоймах завжди є хімічні речовини, які важко піддаються окисненню. Тому поряд з БСК визначають і ХСК (хімічне споживання кисню), пов'язане з біхроматною окислюваністю. Інтенсивність самоочищення можна розрахувати на одиницю об'єму, одиницю площі акваторії або одиницю біомаси.

Найефективніший аеробний шлях самоочищення, що призводить у результаті до розпаду органічної речовини до вуглекислоти і води. При анаеробному розпаді трансформація речовин іде не до кінця, з утворенням маси проміжних продуктів розпаду, які самі можуть бути небезпечними забруднювачами (аміак, фенол та ін.). Найповніше вивчений процес аеробної трансформації. За аеробного циклу розпаду речовини працює більшість установок біологічної очистки стічних вод, де проходять практично ті самі процеси, що й у природі, тільки значно ефективніше.

## Класифікація факторів і процесів самоочищення

Чинники впливу (вхідні)		Чинники характеризування (вихідні)	
Абіотичні чинники	Довжина водотоку, швидкість течії, похил русла річки, шорсткість дна, озерність і заболоченість, наявність порогів, типи ґрунтів басейну, клімат, гідрологічний режим території	Фізичні та хімічні характеристики	Прозорість, каламутність, температура води; концентрація кисню, органічної речовини, біогенних елементів, металів, специфічних забруднювальних речовин
Біотичні чинники	Видове різноманіття гідробіонтів, площа лісу на території	Жива речовина	Біомаса (фітопланктону, зоопланктону); видовий склад живих організмів; продукція екосистеми (продукція фітопланктону за рік / за добу, чиста первинна продукція); концентрація хлорофілу; швидкість фотосинтезу.
Антропогенні чинники	Зарегульованість стоку, об'єми скидання стічних вод, склад стічних вод, підвищення температури води	Антропогенні чинники	Морфологічні параметри русла, наноси

За великих об'ємів скидів стічних вод підприємствами та недостатньої їх очистки на очисних спорудах м. Стрия і м. Сколе постала необхідність прогнозування впливу цих урбанізованих територій на якість річкової води [7]. Дослідження, проведені на р. Опір [6] у 2012 році, показали значний вплив антропогенних чинників територій Сколівського району на якість води річки. Оскільки р. Опір є правою притокою р. Стрий, ми провели дослідження антропогенного впливу у 2012 та 2020 рр. на якість води середньої та нижньої ділянок за течією річки Стрий.

Спостереження на річці Опір, які проводили у чотирьох точках, засвідчили перевищення ГДК в один-п'ять разів за БСК<sub>5</sub> та в один-три рази за хімічною окисністю. Негативний вплив міста Сколе на якість води річки Опір за цими показниками значний, але не критичний [6].

Аналіз сезонної зміни фізико-хімічних показників та концентрацій хімічних компонентів показав, що сезонний розподіл залежить від впливу природних чинників та активності господарської діяльності. Природні чинники більше впливають на формування сезонної динаміки мінералізації, головних іонів, спричинюють високу концентрацію окремих складових за повені і дощових паводків. Господарські чинники зумовлюють надходження забруднювальних речовин у р. Опір і формують підвищені концентрації певних поллютантів.

Відбір проб води на річці Стрий проводили в місцях імовірного надходження зосереджених забруднень від промислових та побутових підприємств, а також скиду дощових потоків прилеглої території (рис. 1). Аналіз відібраних проб води проводили в лабораторіях дослідження питної води та аналізу стоків очисних споруд КП «Стрийводоканал» на основі відповідних чинних в Україні нормативних документів [6].

Результати натурних досліджень записували в табличній формі із вказуванням місця відбору проб та особливих природних і гідрологічних умов. Зміна концентрації компонентів уздовж середньої ділянки течії показує негативний вплив на показники річкової води м. Стрий та прилеглих територій. Як бачимо з відбору проб на 6-тій та 7-мій ділянках, спостерігається зміна низки показників у декілька разів. На основі аналізу натурних досліджень отримано залежності, показані на рис. 2 і 3.

Порівняльний аналіз результатів досліджень БСК<sub>5</sub> за 2012 та 2020 роки показав зростання сезонних показників та зменшення впливу урбанізованої території м. Стрия. Основні показники відновлюють початкові значення у місці впадіння в р. Дністер, що підтверджує наше припущення про задовільну здатність басейну р. Стрий до самоочищення (див. рис. 3).



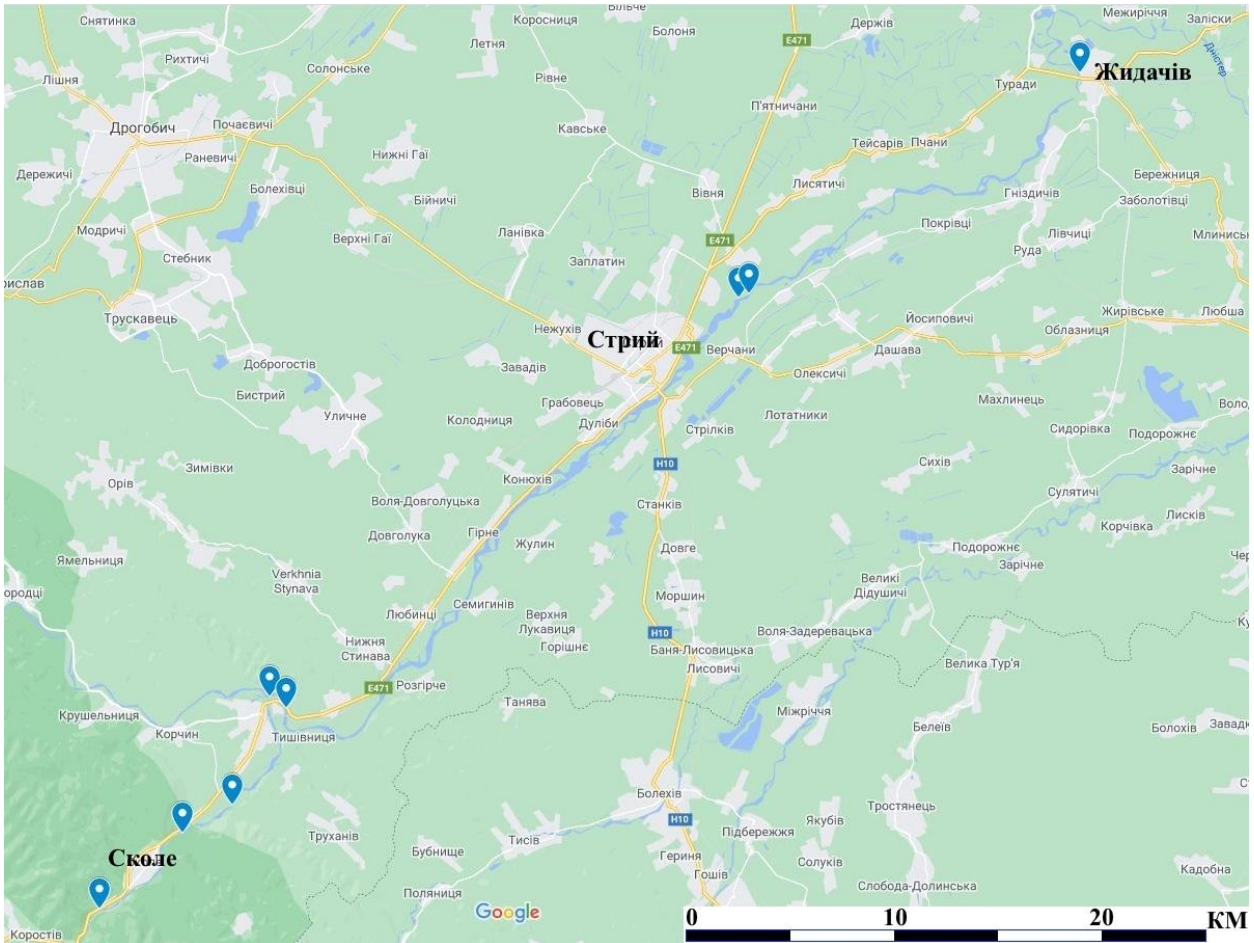


Рис. 1. Точки відбору проб на р. Стрий і р. Опір із даними їх геолокації.

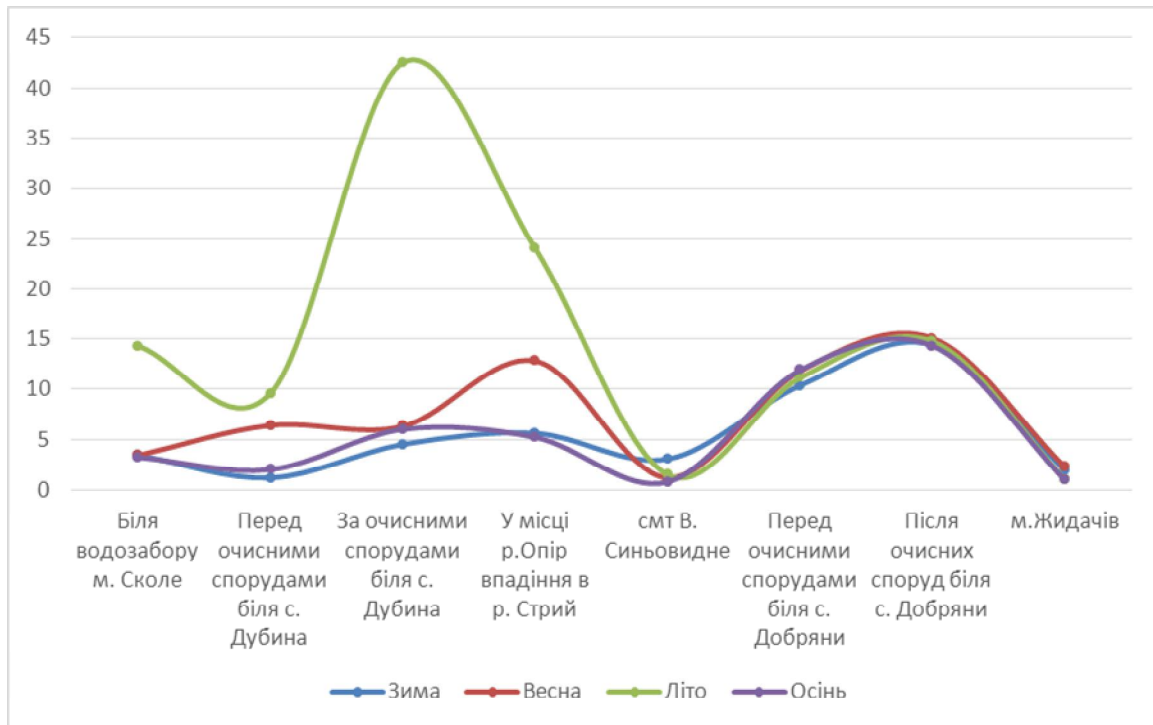


Рис. 2. Зміна середніх сезонних значень БСК<sub>5</sub>, мг/дм<sup>3</sup>, за 2012 р.\*

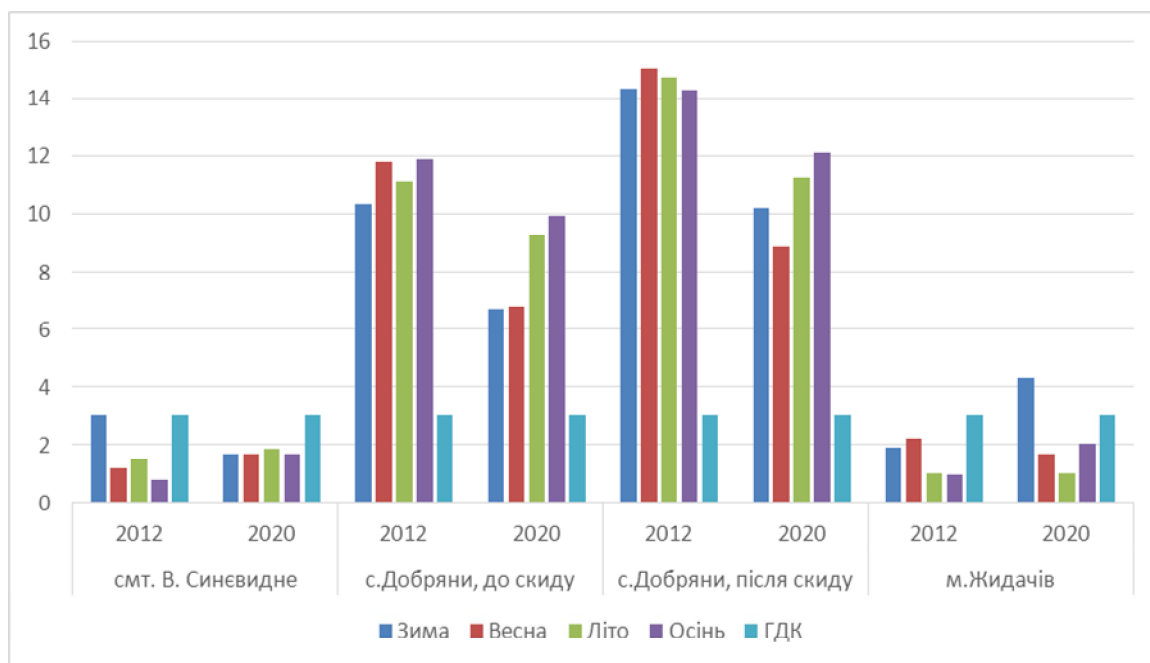


Рис. 3. Аналіз зміни середніх сезонних значень БСК<sub>5</sub>, мг/дм<sup>3</sup>, за 2012 і 2020р.\*  
(\* – достовірність даних).

**Висновки.** Проведені дослідження дають підстави для таких висновків:

1. Врахування впливу урбанізованих територій на процеси формування хімічного складу та якості води є актуальною екологічною проблемою.

2. Зафіксовано відхилення показників якості води в межах територій міст Сколе і Стрия порівняно з ділянками, розташованими вище за течією.

3. Основні об'єми забруднення річкової води спричинюють недостатня очистка стоків на очисних спорудах, дощові стоки з території промислових площ, які не очищаються, змив з водозбірних територій внесених у ґрунт добрив та отрутохімікатів, стихійні звалища побутових відходів у руслі річок, а також несанкціоновані кар'єрні розробки, що погіршують гідрологічний режим і процеси природного очищення води.

#### Бібліографічний список

1. Алексєвнина М. С., Поздєєв І. В. Санитарная гидробиология с основами водной токсикологии: учеб. пособие. Пермь, 2016. 205 с.
2. Гринюк В. І. Дослідження процесів самоочищення правих приток річки Свічі басейну Дністра. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28, № 3. С. 77–82.
3. Екологічна безпека гідросфери регіону, очищення стічних вод та утилізація шламів водоочищення / О. М. Адаменко та ін. *Екотехнології та ресурсосбереження*. 2007. № 5. С. 68–73.
4. Ошуркевич-Панківська О. Є., Панківський Ю. І. Способи визначення розрахункової витрати води у водних об'єктах при розрахунку гранично допустимого скиду

забруднювальних речовин зі зворотними водами. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.8. С. 205–210.

5. Самоочищення Дніпровського водосховища як провідний чинник формування екологічно безпечного середовища існування риб / А. І. Дворецький та ін. *Рибогосподарська наука України*. 2014. № 4. С. 26–36.

6. Снітинський В. В., Гнатів П. С., Лопотич Н. Я. Екобезпека і захист природного довкілля Східних Бескид: монографія. Львів: Камула, 2018. 180 с.

7. Снітинський В. В., Хірівський П. Р., Гнатів І. Р. Вплив урбанізованої території м. Стрий на якість річкової води. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2020. № 24. С. 17–22.

8. Спицына Т. П., Тасейко О. В. Комплексные критерии самоочищения водотоков. *Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология»*. 2018. № 2. С. 248–262.

9. Karpets K. M. Design factor relief-dependence self-cleaning permanent watercourses city of Kharkov. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2014. № 3–4. Р. 52–56.

10. Korchemlyuk M. V., Arkhypova L. M. Estimation of key pressures on Prut river basin in Ukraine. *Екологічна безпека*. 2015. Вип. 1. С. 41–45. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekbez\\_2015\\_1\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekbez_2015_1_10) (дата звернення: 29.03.2021).

11. Salla M. R. Importance of calibration for mathematical modeling of self-purification of lotic environments. *Acta Limnol. Bras.* 2016. Vol. 28. Rio Claro 2016 Epub Dec 19, 2016.

12. Zaharia Ca. Decentralized wastewater treatment systems: Efficiency and its estimated impact against onsite natural water pollution status. A Romanian case study. *Process Safety and Environmental Protection*. 2017. Vol. 108. P. 74–88.

Стаття надійшла 05.04.2021

## ІНТЕНСИВНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ТРАНСФОРМАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ КСЕНОБІОТИКІВ У ҐРУНТІ

**М. Іванків, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-4911-2877*

**Н. Качмар, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0003-4471-5895*

**Т. Дацко, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-2957-1822*

**А. Дидів, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-4436-9008*

**С. Павкович, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-0844-3071*

**В. Бальковський, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-3995-1909*

*Львівський національний аграрний університет*

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.034>

**Іванків М., Качмар Н., Дацко Т., Дидів А., Павкович С., Бальковський В. Інтенсивність процесів трансформації органічних ксенобіотиків у ґрунті**

Застосування різноманітних агрохімікатів у сільському господарстві – невід’ємна складова сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Тому багаторічне їх використання на величезних територіях призвело до масштабного забруднення навколишнього середовища.

Результати наших досліджень показали, що у ґрунтах обстежених полів на модельних ділянках містяться пестициди в різній кількості, створюючи певний фон забруднення. Проте у більшості досліджуваних зразків рівень їхнього вмісту не перевищує гранично допустиму концентрацію. При віддаленні від складського приміщення простежуємо поступове зменшення вмісту пестицидів, і на віддалі 50 м від складу в орному шарі ґрунту перевишень ГДК у досліджуваних точках та горизонтів ґрунту не спостерігаємо.

Забруднення довкілля стійкими пестицидами та їхніми метаболітами є одним із найнегативніших факторів, що впливають на якість ґрунтів. Локально забруднені ділянки, прилеглі до санітарно-захисних зон складів отрутохімікатів, є територіями з окремими площами високої концентрації речовин, що погіршують якість ґрунту.

Для того, щоб отримати достовірні дані щодо закономірності розподілу та особливостей міграції хлорорганічних пестицидів та їх ізомерів у ґрунтах, необхідно вивчати і досліджувати природне середовище цілісно, на всіх рівнях організації. Стає абсолютно зрозумілим завдання термінової організації ведення агроекологічного моніторингу на ділянках, що досягли критичного стану. Отже, для виявлення хімічно деградованих та забруднених ґрунтів проводили агроекологічну оцінку забруднення ґрунту залишковими кількостями хлорорганічних пестицидів, а саме ГХЦГ і його ізомерів ( $\alpha$ -ГХЦГ;  $\beta$ -ГХЦГ;  $\gamma$ -ГХЦГ) у межах санітарної зони недіючого складу агрохімікатів.

Дослідженнями на темно-сірому опідзоленому ґрунті в умовах Західного Лісостепу України, у межах санітарно-захисної зони недіючих складів агрохімікатів с. Глинсько та с. В’язова Жовківського району Львівської області встановлено, що активно відбувається процес ГХЦГ та самоочищення ґрунтів від ксенобіотика. Виявлено, що забруднення має плямистий характер, що зумовлено особливостями експлуатації досліджуваної території в минулому.

**Ключові слова:** хлорорганічні пестициди, темно-сірий опідзолений ґрунт, акумуляція, трансформація, забруднення ґрунту.

**Ivankiv M., Kachmar N., Datsko T., Dydiv A., Pavkovych S., Balkovskiy V. Intensity of the processes of the organic xenobiotics transformation in soil**

The use of various agrochemicals in agriculture is an integral part of modern technologies for growing crops. Therefore, their long-term use in vast areas has led to large-scale pollution.

The results of our research show that the soils of the surveyed fields in the model areas contain pesticides in different amounts and create a certain background of pollution. However, in the vast majority of the studied samples, the level of their content does not exceed the maximum allowable concentration. At a distance from the warehouse, we observe a gradual decrease in the content of pesticides, and at a distance of 50 m from the warehouse in the arable soil layer exceedances of the MPC at the studied points and soil, horizons are not observed.

Environmental pollution by persistent pesticides and their metabolites is one of the most negative factors affecting soil quality. Locally contaminated areas adjacent to the sanitary protection zones of pesticides are the territories with certain areas of high concentration of substances that degrade soil quality.

To obtain reliable data on the regularity of distribution and peculiarities of migration of organochlorine pesticides and their isomers in soils, it is necessary to study the natural environment as a whole, at all levels of the organization. The task of the urgent organization of agri-environmental monitoring in the areas that have reached a critical state becomes clear. Therefore, to detect chemically degraded and contaminated soils, an agroecological assessment of soil contamination with residual amounts of organochlorine pesticides, namely HCH and its isomers ( $\alpha$ -HCH;  $\beta$ -HCH;  $\gamma$ -HCH) was performed within the sanitary zone.

Studies on dark gray podzolic soil in the Western Forest-Steppe of Ukraine, within the sanitary protection zone of inactive warehouses of agrochemicals in the village of Hlynsko and the village of Viazova, Zhovkva district, Lviv region, it has been established that the process of HCH and self-purification of soils from xenobiotics is active. It was found that the pollution is spotty, due to the peculiarities of the operation of the studied area in the past.

**Key word:** organochlorine pesticides, dark gray podzolized soils, accumulation, transformation, pollution soil.

**Постановка проблеми.** Дослідження екологічних проблем, зокрема щодо забруднення ґрунту стійкими органічними забруднювачами в місцях розташування старих складів з непридатними до застосування агрохімікатами, шляхів міграції екоотоксикантів у агроєкосистемах, є надзвичайно важливими для розуміння небезпеки як для біоти довкілля, так і для людини [1; 7; 11–13]. Важливим завданням є вивчення процесів детоксикації та міграції органічних ксенобіотиків у компонентах агроєкосистем для розробки безпечних і економічно виправданих способів ремедіації забруднених пестицидами територій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасні дослідники наводять дані, що свідчать про актуальність проблеми забруднення довкілля похідними ГХЦГ [2; 9; 10; 12–15] на рівні з ізомерами та метаболітами ДДТ. Учені Л. І. Моклячук, О. І. Фурдичко, О. А. Никитюк, І. М. Городиська, А. М. Ліщук, В. Й. Лоханська, О. А. Слободенюк, Г. О. Іутинська, В. М. Караульна, Н. Л. Колесник зазначають, що на поведінку пестицидів у ґрунтовому покриві впливає комплекс абіотичних та біотичних чинників, і виокремити переважаючий вплив одного або кількох з них практично неможливо. Ґрунтові процеси відіграють провідну роль у розкладанні пестицидів і у водному середовищі.

Дослідження останніх років показали, що ГХЦГ може мігрувати у нижні горизонти ґрунту за рахунок комплексоутворення у ґрунтових розчинах [2; 3; 10].

Гексахлорциклогексан (ГХЦГ) є сумішшю чотирьох оптичних ізомерів ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  та  $\delta$ ), які відрізняються між собою фізико-хімічними властивостями [2; 3], та має широкий спектр інсектицидної дії. З огляду на це він є найпоширенішим серед препаратів свого класу. Молекула ГХЦГ існує у вигляді восьми стереоізомерів залежно від

просторової орієнтації атомів хлору [9; 10; 12; 14–16]. Найбільш стійким є  $\beta$ -ізомер, що зумовлено розміщенням атомів хлору в екваторіальній конформації. Проте залишки ізомерів ГХЦГ забруднюють довкілля донині, що засвідчують численні публікації науковців.

За даними літературних джерел процес деструкції ізомерів ГХЦГ може відбуватися в аеробних і в анаеробних умовах. Учені зазначають, що завдяки різній просторовій орієнтації атомів хлору в молекулах (аксіальній і екваторіальній) ізомери ГХЦГ відрізняються за фізичними властивостями та персистентністю, тому по-різному піддаються мікробній деградації. Розкладанню ГХЦГ сприяє лужна реакція ґрунтового розчину [2; 3; 16], діяльність мікроорганізмів.

На сьогодні відомо, що механізм токсичної дії ізомерів ГХЦГ полягає в індукції оксидативного стресу в живій клітині завдяки запуску вільнорадикального окиснення біополімерів за участю супероксид-аніонів. Токсичність ГХЦГ також пов'язана із зміною проникності фосфоліпідних мембран для іонів  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ , що зумовлює порушення генерації трансмембранного потенціалу і, як наслідок, АТФ-азної й фосфокиназної активностей, що спричинює енергетичне виснаження клітини.

Рівень забруднення ґрунтів ГХЦГ залежить від ґрунтових умов трансформації й міграції основного продукту та його метаболітів, що визначають здатність ґрунту до самоочищення.

**Постановка завдання.** З огляду на необхідність забезпечення зниження екологічного навантаження на довкілля, дослідження міграції та акумуляції залишкових кількостей стійких органічних ксенобіотиків у навколишньому природному середовищі та пошук шляхів зниження їх негативного впливу на довкілля є актуальними і становлять значний науковий та практичний інтерес.

Завдання нашого дослідження – з’ясувати особливості процесів просторової міграції та трансформації залишкових кількостей хлорорганічних пестицидів у ґрунті.

**Виклад основного матеріалу.** Під дією пестицидного забруднення токсикантами виникає хімічна деградація ґрунтів, що призводить до зміни функцій ґрунту, як елемента природного середовища, кількісного та якісного погіршення його властивостей і режимів та зниження природно-господарського значення земель [1; 7; 11; 13].

З метою дослідження міграції, інтенсивності процесів трансформації хлорорганічних пестицидів та визначення ступеня хімічної деградації ґрунтів у контексті сталого розвитку агроєко-систем відібрано зразки темно-сірого опідзоленого ґрунту санітарно-захисної зони недіючого складу отрутохімікатів с. Глинсько та с. В’язова Жовківського району з шару 0–20 см методом румбічної сітки за рекомендованою методикою [5; 8], способом одинарного конверта в чотирьох напрямках (північному, південному, західному та східному). Контрольним зразком слугував ґрунт перелогу. Повторність контрольного та дослідних варіантів – триразова.

Аналіз ґрунтових зразків проводили у Львівському обласному державному проектно-

технологічному центрі охорони родючості ґрунтів і якості продукції «Облдержродючість». Дослідження виконували відповідно до чинних нормативних актів та «Методичних вказівок з визначення мікрокількостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі» [4; 6]. Вміст залишків хлорорганічних пестицидів визначали методом газорідинної хроматографії за затвердженою Міністерством охорони здоров’я методикою на газовому хроматографі «Кристалл-2000» [4–6; 8].

Результати досліджень щодо вмісту залишкових кількостей хлорорганічних пестицидів ГХЦГ та його ізомерів  $\alpha$ -ГХЦГ,  $\beta$ -ГХЦГ,  $\gamma$ -ГХЦГ у ґрунті санітарних зон недіючого складу агрохімікатів у с. Глинсько Жовківського району Львівської області наведені у таблиці.

Відповідно до проведених досліджень виявлено незначне перевищення забруднення ґрунту залишковими кількостями хлорорганічних пестицидів. Вміст суми ізомерів ГХЦГ у зразках ґрунту (шар 0–20 см), відібраних із санітарно-захисної зони складу отрутохімікатів с. Глинсько лише на відстані 2 м у західному напрямку від складу, перевищував встановлені нормативи у 1,3 рази – 13,1 ГДК (131,1 мкг/кг), тоді як на відстані 50 м в усіх напрямках від складу залишків ГХЦГ не виявлено (див. табл.).

Таблиця

**Концентрація залишкових кількостей ГХЦГ та його ізомерів у ґрунті на глибині 0–20 см (с. Глинсько), мкг/кг**

Відстань від джерела забруднення	$\alpha$ -ГХЦГ	$\beta$ -ГХЦГ	$\gamma$ -ГХЦГ	$\Sigma \alpha\text{-ГХЦГ} + \gamma\text{-ГХЦГ} + \beta\text{-ГХЦГ}$
Північний напрям				
2 м	н.в.	48,0±1,0	0,2±0,1	48,2±1,0
5 м	н.в.	0,5±0,1	н.в.	0,5±0,1
10 м	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.
50 м	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.
Західний напрям				
2 м	3,1±0,1	128,0±1,0	н.в.	131,1±1,0
5 м	3,2±0,1	34,7±0,2	0,5±0,03	38,4±0,2
10 м	н.в.	50,2±0,2	0,5±0,01	50,7±0,2
50 м	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.
Південний напрям				
2 м	н.в.	0,5±0,02	н.в.	0,5±0,1
5 м	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.
10 м	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.
50 м	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.
Східний напрям				
2 м	н.в.	3,5±0,2	н.в.	3,5±0,2
5 м	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.
10 м	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.
50 м	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.
ГДК, мкг/кг	100			

Примітка: н.в. – не виявлено на рівні чутливості методу.

Проте вміст гексахлорциклогексана у ґрунті на відстані 5–10 м на рівні 38,4–50,7 мкг/кг значно вищий від фонового забруднення сільськогосподарських угідь залишками ГХЦГ та може свідчити про факт зберігання цього пестициду на цьому складі в минулому. Незначне забруднення ґрунту ізомерами ГХЦГ можна пояснити меншою стійкістю токсиканта в об'єктах довкілля та його значною леткістю.

ГХЦГ у ґрунті розкладається під дією мікроорганізмів (рис. 1, 2). Перша стадія процесу – відщеплення НСІ, відбувається в анаеробних умовах. Наступна стадія деструкції відбувається повільно за збереження анаеробних умов та швидко в аеробних умовах.

Виявлення у ґрунтах сільськогосподарських угідь або багаторічних насаджень відносно високого вмісту  $\alpha$ - або  $\gamma$ -ізомера відносно  $\beta$ -ізомера може свідчити про нещодавнє забруднення середовища відповідно технічним препаратом ГХЦГ та слабковиражену його трансформацію, головно під впливом мікроорганізмів. Виявлення у ґрунтах відносно високого вмісту  $\beta$ -ГХЦГ щодо інших ізомерів може свідчити про давнє забруднення технічним препаратом ГХЦГ та виражену його трансформацію. Відомо, що  $\beta$ -ГХЦГ – найстабільніший серед ізомерів ГХЦГ [2; 3; 9; 10; 16].

Ґрунтуючись на отриманих даних, розраховано процентне співвідношення ізомерів ГХЦГ ( $\alpha$ -ГХЦГ;  $\beta$ -ГХЦГ;  $\gamma$ -ГХЦГ) у ґрунті санітарної зони недіючого складу агрохімікатів с. В'язова та с. Глинсько Жовківського району, що дало змогу оцінити ступінь трансформації ГХЦГ. Як бачимо із рис. 1, найбільшу частку становить сума  $\alpha$ - і  $\gamma$ -ізомерів ГХЦГ (61 %), на частку  $\beta$ -ГХЦГ припадає 39 % від загальної кількості пестициду. Таке співвідношення може свідчити про слабковиражену мікробіологічну трансформацію цього ксенобіотика.

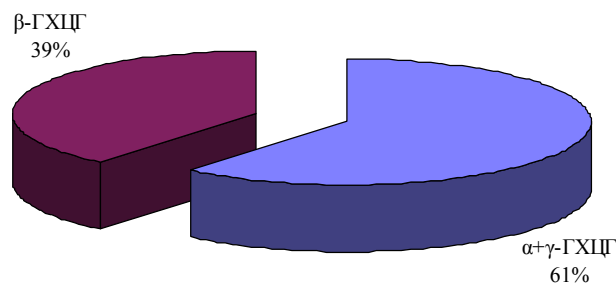


Рис. 1. Співвідношення ізомерів ГХЦГ у ґрунті санітарної зони недіючого складу агрохімікатів (с. В'язова Жовківського району).

Окрім того, розраховано процентне співвідношення ізомерів ГХЦГ ( $\alpha$ -ГХЦГ;  $\beta$ -ГХЦГ;  $\gamma$ -

ГХЦГ) у ґрунті санітарної зони недіючого складу агрохімікатів у с. Глинсько Жовківського району (рис. 2). Як бачимо, більшу частку (68 %) утворює  $\beta$ -ізомер ГХЦГ, на частку  $\alpha$ + $\gamma$ -ГХЦГ припадає 32 % від загальної кількості пестициду. Таке співвідношення свідчить про давнє забруднення інсектицидом та значну його трансформацію.

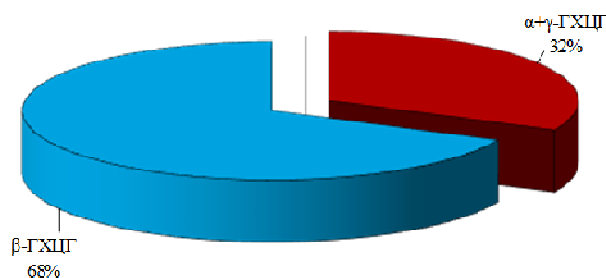


Рис. 2. Співвідношення ізомерів ГХЦГ у ґрунті санітарної зони недіючого складу агрохімікатів (с. Глинсько Жовківського району).

Отже, у зразках ґрунту 96–100 % від сумарної кількості ГХЦГ становив  $\beta$ -ізомер, що свідчить про давнє забруднення інсектицидом та майже повну його трансформацію до найбільш стійкого у довкіллі ізомера.

Згідно з наявними агроекологічними нормативними показниками хімічної деградації сільськогосподарських ґрунтів за вмістом суми ізомерів ГХЦГ, територія санітарно-захисної зони складу отрутохімікатів с. Глинсько, відповідає:

- катастрофічним – розташована безпосередньо біля будівлі в західному напрямі (2 м);
- передкризовим – у тому самому напрямі на відстані 5–10 м та в північному напрямі – на відстані 2 м.

В інших точках відбору ґрунти мали нормальний та задовільний стан за показниками забруднення залишками ГХЦГ.

**Висновки.** Результати досліджень вказують на те, що ґрунтовий покрив залишається забрудненим залишковими кількостями стійких органічних ксенобіотиків, а міграція хлороорганічних пестицидів залежить від фізико-хімічних властивостей генетичних горизонтів ґрунту. За результатами аналітичних досліджень визначено ступінь хімічної деградації ґрунтів за вмістом хлороорганічних пестицидів (ізомерів ГХЦГ ( $\alpha$ -ГХЦГ;  $\beta$ -ГХЦГ;  $\gamma$ -ГХЦГ)) та встановлено, що досліджувані ґрунти в місцях максимального забруднення характерні як дуже деградовані, а території відповідають катастрофічному стану. Загалом же

результати досліджень показують, що забруднення біля складу отрутохімікатів має плямистий характер.

Аналіз отриманих даних вказує на наявність двох рівнів забрудненості ґрунтів залишковими кількостями пестицидів: фонового, якщо їх вміст був на рівні ГДК, та локального забруднення, якщо він значно перевищував ГДК. Тобто стійкі хлороорганічні пестициди та їх метаболіти перебувають у ґрунті в лабільному стані з усіма трьома його фазами та підлягають просторовому перерозподілу в горизонтальному й вертикальному напрямках. Оскільки міграція у ґрунті складається з процесів сорбції, коли відбувається випаровування ґрунтової вологи, в результаті чого пестицид підіймається у верхні шари ґрунту і протидіючої десорбції.

Дослідження показали, що на деяких територіях небезпека забруднення ґрунтів, внаслідок хімізації землеробства, накопичення пестицидів у ґрунті після функціонального застосування за призначенням, взаємодія їх із ґрунтовою мікрофлорою можуть бути вищими, ніж забруднення за рахунок викидів промислових підприємств. Охорона ґрунтів, їх раціональне використання, розробка та впровадження новітніх технологій очищення та відновлення забруднених ксенобіотиками ґрунтів надзвичайно важливі для економічного й соціального розвитку країни.

### Бібліографічний список

1. Войціховська А. С., Шибанова А. М., Чаповська Р. Б., Мальований М. Р. Використання екологічно безпечних пестицидів у сільському господарстві. *Цукор України*. 2017. № 8 (140). С. 45–48. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cu\\_2017\\_8\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cu_2017_8_6) (Дата звернення 10.03.2021).
2. Іутинська Г. О., Ямборко Н. А., Піндрус А. А. Дослідження мутагенної активності гексахлорциклогексану та продуктів його мікробної деградації. *Мікробіологічний журнал*. 2010. Т. 72, № 6. С. 18–22. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/MicroBiol\\_2010\\_72\\_6\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/MicroBiol_2010_72_6_4) (Дата звернення 10.03.2021).
3. Мікробна деструкція похідних циклічних вуглеводнів ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -гексахлорциклогексанів) у ґрунті / Г. О. Іутинська та ін. *Наукові доповіді Національного аграрного університету: агрономія*. 2007. № 1 (6). URL: <https://nd.pubip.edu.ua/2007-1/07igoits.pdf> (Дата звернення 11.03.2021).
4. Методичні вказівки з визначення мікробних кількостей пестицидів у харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі. Офіц. вид. Київ, 2005. 246 с.
5. Методичні рекомендації з комплексної оцінки ступеня хімічної деградації ґрунтів / О. І. Фурдичко та ін. Київ: Мінагрополітики, 2010. 35 с.
6. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: справочник. Т. 1–2 / сост. М. А. Клисенко и др. Москва: Колос, 1992. С. 11.
7. Моклячук Л. І., Лішук А. М., Городиська І. М. Забруднення стійкими пестицидами ґрунтів та їх ремедіація. Проблема хімічної деградації ґрунтів у контексті сталого розвитку агроєкосистем. *Посібник українського хлібороба*. 2011. С. 105–112.
8. Систематичний аналіз полікомпонентного пестицидного забруднення основних типів ґрунтів України: методичні рекомендації / О. І. Фурдичко та ін. Київ: Мінагрополітики, 2010. 30 с.
9. Сухопарова В. П., Стрекозов Б. П., Перфилова Н. В. Деградация и формы распределения ГХЦГ и ариламидных пестицидов в трех типах почв. *Агрехимия*. 1990. № 3. С. 107–113.
10. Chemical oxidation and reduction of hexachlorocyclohexanes : Waclawek S. et al. *A review Water Research*. 2019. № 162. P. 302–319. URL: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.06.072> (Accessed: 10.03.2021).
11. Muhammad Zaffar H., Vivek K., Ajit V. Xenobiotics in the Soil Environment: Monitoring, Toxicity and Management. Cham, Switzerland: Springer, 2017. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-47744-2> (Accessed: 10.03.2021).
12. Persistent Organic Pollutants in Food: Contamination Sources, Health Effects and Detection Methods / Guo W. et al. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2019. 16(22). P. 4361.
13. Reductive dechlorination of hexachlorocyclohexane (HCH) isomers in soil under anaerobic conditions / P. J. M. Middeldorp et al. *Biodegradation*. 2005 Jun;16(3). P. 283–290.
14. Remediation of soil contaminated by lindane wastes using alkaline activated persulfate: Kinetic model. Garcia-Cervilla R. et al. *Chemical Engineering Journal*. 2020, 393. P. 124–646. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.124646> (Accessed: 10.03.2021).
15. Santos López A., Dominguez Torre C.-M. and David Lorenzo Fernandez HCH-Contaminated Soils and Remediation Technologies. August, 2020.
16. Silvani L., Cornelissen G., Hale S.-E. Sorption of  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - and  $\delta$ -hexachlorocyclohexane isomers to three widely different biochars: Sorption mechanisms and application. *Chemosphere*. Vol. 219, March 2019, P. 1044–1051. URL: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.12.070> (Accessed: 10.03.2021).

Стаття надійшла 15.03.2021

УДК 502.33.22

## СТАН І ТЕНДЕНЦІЇ ВТРАТИ ЛІСОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ГІРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ ЛЬВІВЩИНИ

**Н. Лопотич, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-3319-0723*

**П. Гнатів, д. б. н.**

*ORCID ID: 0000-0003-2519-3235*

**М. Онисковець, к. б. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-4566-1000*

**Н. Панас, к. б. н.**

*ORCID ID: 0000-0003-3737-6338*

*Львівський національний аграрний університет*

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.040>

### **Лопотич Н., Гнатів П., Онисковець М., Панас Н. Стан і тенденції втрати лісоресурсного потенціалу гірських екосистем Львівщини**

Проведено аналіз сучасного стану лісових ресурсів для сталого розвитку гірської частини Львівщини. Проаналізовано роль лісових ресурсів в екобезпечному розвитку соціуму та обґрунтовано нагальну потребу переоцінки соціально-екологічного значення для стабільності гірських ландшафтів і довкілля загалом. Особливості гірського рельєфу й природні умови гірської Львівщини спричинили певні мотивації у людей щодо освоєння складних ландшафтів в історичному процесі заселення нових територій. Доведено, що процеси знищення корінних екосистем, втрати екопотенціалу і трансформація біогеоценотичного покриву значно випередили за темпами й глибиною становлення належного рівня соціальної сфери та розвитку економіки гірських районів. Екопотенціал гірських лісів Львівщини стрімко зменшується через відсутність догляду за лісами, занепад лісової галузі без державної підтримки.

Сколівський район за показниками природно-ресурсного потенціалу має істотно кращі стартові позиції і ресурси порівняно з Турківщиною для самовідновлення природних базових умов сталого розвитку. З урахуванням відносно більшої лісистості гірської частини Львівщини, наявності клаптиків первинного лісу, а також краще розвинутої відпочинкової інфраструктури, Сколівський район є найперспективнішим у плані розвитку туризму. Проте Турківщина за належного приділення уваги розвитку її соціальної інфраструктури, обмеження вирубування та активізації відновлення лісів, а також із урахуванням її прикордонного розташування, має цілком реальні перспективи щодо налагодження рекреаційно-туристичної діяльності.

Акцентовано увагу на переосмисленні значення особливих природних ресурсів Карпат. Запропоновано новий підхід до комплексного освоєння екоресурсів регіону та переосмислення їхньої соціальної ролі в депресивних районах Львівщини.

**Ключові слова:** природні умови, природні ресурси, сталий розвиток, ресурсний потенціал, екобезпека, ландшафти, туризм, рекреація.

### **Lopotych N., Hnativ P., Onyskovets M., Panas N. State and tendencies of loss of the natural resources of the mountainous area of Lviv region**

The analysis of the current state of forest resources to support sustainable development of the mountainous area of Lviv region is carried out. The role of forest resources in the ecologically safe development of society is analyzed and the urgent need to reassess the socio-ecological significance for the stability of mountain landscapes and the environment in general is substantiated. The peculiarities of the mountain landscape and the natural conditions of the mountainous Lviv region have caused certain motivations of people to develop complex landscapes in the historical process of settling new territories.

It is proved that the processes of destruction of the indigenous ecosystems, loss of eco-potential and transformation of bio-geocentotic cover are significantly ahead of the pace and depth of formation of the appropriate level of social sphere and economic development of mountain areas. The eco-potential of mountain forests in Lviv region is rapidly declining due to the lack of forest care. The forest industry suffers from degradation without the state support.

In terms of natural resource potential, Skole district is in significantly better starting positions and resources compared to Turkev region for self-restoration of natural basic conditions of sustainable development. Given the relatively larger forest cover of the mountainous area of Lviv region, the presence of pieces of primary forest, as well as better developed recreational infrastructure, Skole district is the most promising in terms of tourism development. However, Turkev district, with due attention to the development of its social infrastructure, limiting deforestation and intensification of



reforestation, as well as taking into account its border location, has very real prospects for establishment of the recreational and tourist activities.

Emphasis is placed on rethinking the importance of special natural resources of the Carpathians. A new approach to the integrated development of ecological resources of the region and reconsideration of their social role in depressed areas of Lviv region is proposed.

**Key words:** natural conditions, natural resources, sustainable development, resource potential, ecological safety, landscapes, tourism, recreation.

**Постановка проблеми.** Особливості гірського рельєфу й природні умови гірської Львівщини спричинили певні мотивації у людей щодо освоєння складних ландшафтів в історичному процесі заселення нових територій [3]. Практично суцільний корінний лісовий покрив гір спочатку слугував надійним і безпечним притулком для аборигенів та нових поселенців, згодом став невичерпним джерелом деревини (палива, будівельних матеріалів, хіміко-технологічної сировини тощо), недеревної продукції лісів і мисливських ресурсів. Проте з плином часу нищення корінних екосистем, втрати екопотенціалу і трансформація біогеоценотичного покриву значно випередили за темпами й глибиною становлення належного рівня соціальної сфери та розвиток економіки гірських районів.

За сучасними уявленнями [2], сукупність усіх природних можливостей, запасів, джерел, засобів на планеті Земля і поза нею, які може людина використовувати за теперішнього технічного рівня розвитку продуктивних сил для досягнення певної мети, становлять природні умови й ресурси. Природні ресурси, на відміну від природних умов, людство безпосередньо використовує для матеріального виробництва фізичних речей, а також у невиробничій діяльності. До природних умов належать тіла і сили природи, які мають істотне значення для життя людини і діяльності суспільства, проте безпосередньо або побічно не залучені до виробничої чи невиробничої сфери [2; 4; 5].

**Постановка завдання.** Мета нашого дослідження – проаналізувати теперішній стан і роль лісових ресурсів в екобезпечному розвитку соціуму та обґрунтувати нагальну потребу переоцінки соціально-екологічного значення екоресурсів для стабільності гірських ландшафтів і довілля загалом.

**Виклад основного матеріалу.** Усі природні ресурси, з огляду на функції природно-ресурсного потенціалу, поділяють на: сировинні, енергетичні, ґрунтові, інженерно-геологічні, середовищеві (екологічні), культурно-естетичні й наукові [2].

Особливу категорію становлять людські ресурси. До природних умов як складової природно-ресурсного потенціалу належать: а) територіальне розташування територій; б) ландшафти; в) особливості клімату.

Природні ресурси і природні умови взаємопов'язані між собою. У новітню добу людства стало зрозуміло, що природні умови, якщо вони сприятливі, – також цінний ресурс для розвитку господарства тієї чи іншої території. Ті ж ресурси, які не перебувають у поточний момент у господарському використанні (наприклад, частина родючих земель, природні водні об'єкти, лісові території, будь-які вкриті рослинністю неугіддя), продовжують залишатися природними умовами, створюючи середовище (ландшафт). Вони пасивно чинять позитивний вплив на діяльність людей, стан їхнього здоров'я, на функціонування дикої флори і фауни, на потенціал самоочищення і самовідновлення ландшафту тощо.

Для обліку та оцінювання лісових ресурсів конкретної території потрібен регіональний кадастр природних ресурсів (РКПР) [4]. Регіональний кадастр природних ресурсів та об'єктів – це державне зведення інформації про природні ресурси і природні об'єкти, які потрібні для соціально-економічного оцінювання природно-ресурсного потенціалу і забезпечення сталого розвитку соціосистем. Обліку та оцінюванню в РКПР підлягають такі види природних ресурсів: ресурси земель; ресурси надр; поверхневі та підземні води, природні й штучні водні об'єкти; ресурси рослинного і тваринного світу (зокрема лісові, мисливсько-господарські, промислові ресурси внутрішніх водойм, промислові ресурси морів і шельфу; ресурси (природні об'єкти) рекреаційного і соціально-культурного призначення; особливо охоронні природні території (природні заповідники, заказники, національні природні парки і пам'ятки природи) та біологічні об'єкти [1].

З огляду на переосмислення суті та ролі природних ресурсів у житті суспільства, значну увагу тепер приділяють питанням їх метризації. Інститут прикладного системного аналізу НАН України [6] запропонував інтегративний генеральний критерій сталого розвитку, який є сумою

трьох геосоціоструктурних критеріїв – екологічного (природно-ресурсного), а також економічного й соціального. Наприклад, стосовно впливу на біоценотичний покрив певного району можна використовувати показники заготівлі деревини, врожаїв сільськогосподарських культур. Щодо його стану показником є лісистість (чи знеліснення) території або розораність чи залуження, а щодо господарського реагування на тенденції змін – показники насадження лісових культур, заповідання й охорона лісів тощо.

Економічний аналіз наслідків трансформації рослинності й ґрунтів засвідчує, що використовувані дотепер природні ресурси гірської Львівщини практично виснажені [3]. Наприклад, уже від 2005–2010 рр. у Сколівському й Турківському районах обсяги заготівлі деревини від рубань головного користування щороку зменшувалися. Водночас, на жаль, заготівля деревини збільшилася лише від рубань, пов'язаних із веденням господарства – доглядом за лісом, санітарними рубаннями, розчистками вітровалів, буреломів, заготівлею дров тощо. У сільському господарстві лише тваринницький сектор має загалом вищий від середньообласного обсяг виробництва.

За даними таксаційних описів земель лісового фонду [5; 6], 60,5 % чистих смеречників Сколівського району мають вік 40–80 років, тобто є пристигаючими і стиглими деревостанами. У Турківському районі це переважно молоді ліси. Чисті букові ліси Сколівщини переважно перестійні, Турківщини – середньовікові. Водночас ці ліси в обох районах відрізняються великим середнім запасом деревини. Проте найбільший середній запас деревини мають ялицеві ліси, яких, на жаль, у структурі лісового фонду вкрай мало (рис. 1).

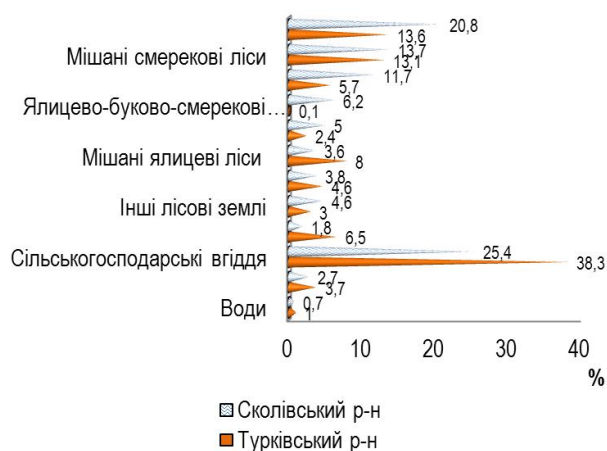


Рис. 1. Співвідношення лісів та інших угідь у гірських районах Львівщини, %.

Порівнюючи Сколівський і Турківський райони, бачимо, що за відсотковим критерієм лісистості рослинний покрив Турківщини значно більше перетворений, ніж Сколівщини. Реальна частка первинних лісів (корінних та умовно корінних) на її території тепер становить 15,1 %, частка повністю змінених за складом деревостану лісів зросла до 48,5 %. У Турківському районі збережено лише 4 % подібних до корінних типів лісів, а змінені деревостани займають 43,1 %. До того ж, частка власне лісів на землях лісового фонду на Сколівщині становить 89,3, на Турківщині – 82,3 %.

Деревина у гірській частині Львівської області була основним відновним природним ресурсом, який із різною активністю експлуатували впродовж трьох століть [3; 4]. За звітністю лісових господарств Львівського обласного управління лісового та мисливського господарства, інтенсивність заготівлі деревини коливається за роками. Так, у Державному підприємстві «Сколівське лісове господарство» упродовж 2008–2012 років заготівля всієї деревини майже подвоїлася (рис. 2). Проте отримання її від рубань головного користування не збільшується, а впродовж 16 років демонструвало тенденцію до зменшення від 98,2 тис. щільних м<sup>3</sup> до 24,1 тис. Основна частка приросту виробництва деревини – це рубання, пов'язані з доглядом за лісами. Від доглядових і санітарних рубань, як правило, вихід якісної ділової деревини низький. Проте за 16-річний період масштаби доглядових рубань стрімко зменшилися, і заготівля нетоварної деревини зменшилася у шість разів.

Зближення трендів трьох видів показників заготівлі деревини на рис. 2 свідчить про перехід від активного догляду за лісовими насадженнями для підвищення продуктивності деревостанів до пасивного споглядання за ростом лісів.

У ДП «Славське лісове господарство» (Сколівський район) вихід сортиментної деревини від рубань головного користування стійко зменшувався від 2004 року з 43,7 до 38,2 тис. щільних м<sup>3</sup>, хоча від доглядових рубань за десять років зріс у середньому втричі. Така тенденція у Сколівському районі свідчить про певне виснаження лісових ресурсів. Отже, бачимо стійку тенденцію від 2000 року до зменшення обсягів заготівлі деревини загалом у районі від головного користування лісом (від 98,2 тис. до 81,4 тис. щільних м<sup>3</sup> у 2018 році).

У Турківському районі заготовляють деревину ДП «Турківське» та «Боринське» лісові господарства, її обсяги у 2-3 рази поступаються

господарствам Сколівського району. ДП «Турківське лісове господарство» за десять років утричі збільшило заготівлю деревини від рубань головного користування, зменшивши при цьому обсяги заготівлі деревини від доглядових рубань.

ДП «Боринське лісове господарство» загалом дуже мало нарощує вихід деревини від головного користування, проте істотно зменшує її заготівлю від доглядових рубань. Тому збільшення виробництва деревини цим господарством не спостерігаємо. Це свідчить про тенденцію до виснаження запасів деревини на території району й погіршення стану лісів.

У результаті лісоексплуатації корінні ліси гірської Львівщини були змінені на похідні. Так,

площа первинних лісів у Сколівському районі зменшена із 146060 до 22273 га. Істотно змінене співвідношення площ субформацій. Площа мішаних букових лісів зменшена у 9,2 раза, а буково-дубових та ялицево-смереково-букових у теперішньому лісовому покриві взагалі немає. Майже удвічі зменшилися площі мішаних смерекових і буково-ялицевих лісостанів. Водночас з'явилися чисті смеречняки (20,8%), мішані смерекові деревостани (13,7%), не властиві корінному покриву. Вагому частку на землях лісового фонду тепер посідають інші малопродуктивні вторинні ліси, чагарники та знеліснені території (10,2%). Власне, вкриті лісовою рослинністю угіддя тепер у районі становлять 64,4%.

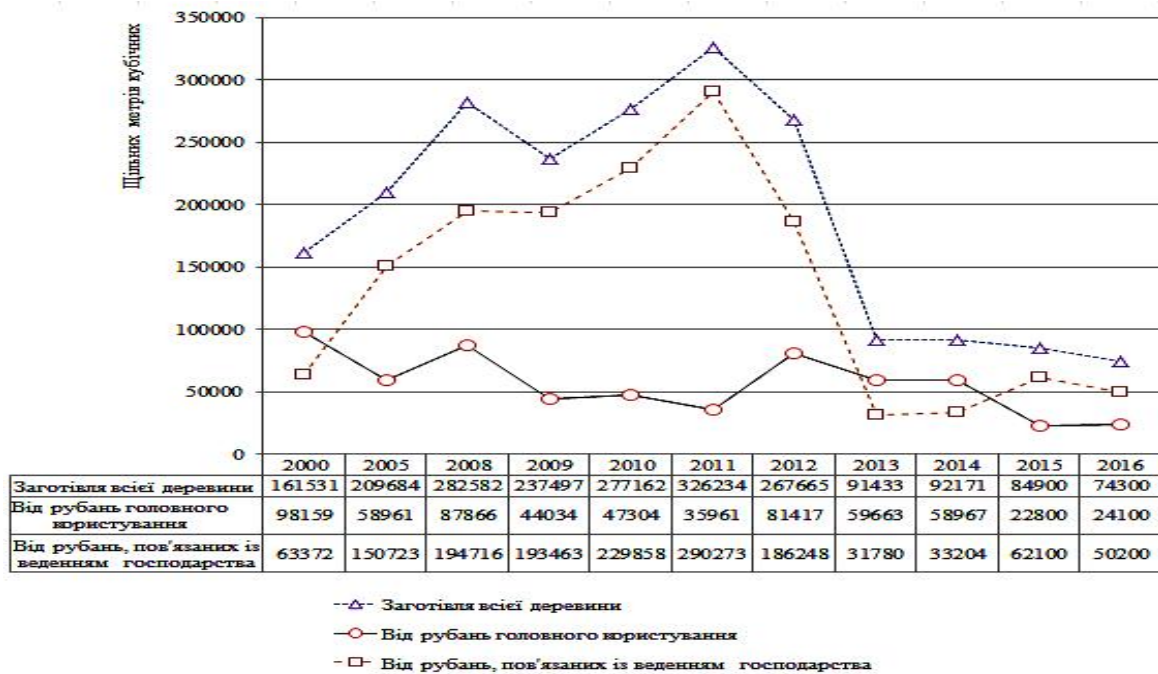


Рис. 2. Динаміка заготівлі деревини у ДП «Сколівське лісове господарство», цільних м<sup>3</sup>.

На Турківщині зміни корінних лісів ще різочіші. Якщо раніше вони займали понад 118 000 га, то тепер їх залишилося разом із умовно корінними лише 4820 га, або 4,0%. У первинному покриві району панували буково-ялицеві і смереково-ялицево-букові субформації. Тепер їх залишилося разом лише 0,8%, тобто їхні площі зменшені в 10,9 раза. Смереково-букових і ялицево-букових лісів, що займали 8% корінного покриву району, залишилося 1,8%. У вісім разів меншу, ніж у минулому, частку території посідають ялицево-буково-смерекові та смереково-буково-ялицеві субформації (0,4% покриву). Ялицево-смереково-букові у поєднанні з ялицево-буково-смерековими та дубово-буково-ялицеві ліси, що

займали 4,0% земель, тепер відсутні. Зникли також рідкісні у цій місцевості корінні дубово-буково-ялицеві лісостани.

На тлі знеліснення ландшафтів частка фізіологічного випаровування, яке є корисною екофункцією рослинного покриву і значною мірою характеризує продукційну роботу екосистем, зменшується від сектора малої до сектора великої трансформованості покриву на 9,7%. Втрата екопотенціалу за цим показником у басейнових екосистемах становить 16,5–42,7%.

У корінному біогеоценологічному покриві басейнових екосистем автотрофний блок акумулював з атмосфери у процесі фотосинтезу 24,11–24,28 кг•м<sup>-2</sup> вуглецю. Теперішні обсяги його

депонування майже удвічі менші в секторі малої трансформованості покриву, майже у чотири рази менші у секторі середньої та в понад десять разів менші у секторі великої трансформованості [3].

Виділення молекулярного кисню у корінному покриві гірських районів упродовж року становило 2–2,5 кг•м<sup>-2</sup>. Сучасний рослинний покрив сектору малої трансформованості (р. Рибник – с. Майдан) продукує молекулярного кисню тільки 77,9 %, сектору середньої – 53,5 % (р. Славська – смт Славське), і сектору великої – лише 37,2 % (р. Яблунька – м. Турка) від екопотенціалу первинного рослинного покриву за цим показником [3].

**Висновки.** Стан лісових екосистем гірської частини Львівщини докорінно змінений за показниками: фітоценотичної структури лісів (зміна складу панівних порід і вікової структури); за запасом деревини у типових біогеоценозних екосистемах, якими є пристигаючі деревостани панівних нині порід; за рівнем використання екопотенціалу лісових екосистем у бік збільшення пропорції деревини, отриманої від рубань догляду і зменшення її заготівлі від головного користування. Екопотенціал гірських лісів Львівщини стрімко зменшується через відсутність догляду за лісами, занепад лісової галузі без державної підтримки.

Проаналізувавши Сколівський район за показниками природно-ресурсного потенціалу, бачимо, що він має істотно кращі стартові позиції і ресурси порівняно з Турківщиною для самовідновлення природних базових умов сталого розвитку, найперше – це стійкості та стабільності

ландшафтних екосистем і відновлення їхніх екопотенціалів.

Теперішня соціальна сфера й інфраструктура не відповідають сучасним стандартам людського розвитку (як загальнодержавним, так і, тим більше, європейським).

З урахуванням відносно більшої лісистості гірської частини Львівщини, наявності клаптиків первинного лісу, а також краще розвинутої відпочинкової інфраструктури, Сколівський район є найперспективнішим у плані розвитку туризму. Проте Турківщина за належного приділення уваги розвиткові її соціальної інфраструктури, обмеження вирубування та активізації відновлення лісів, а також із урахуванням її прикордонного розташування, має цілком реальні перспективи щодо налагодження рекреаційно-туристичної діяльності.

#### Бібліографічний список

1. Гавриленко О. П. Екогеографія України: навч. посіб. Київ: Знання, 2008. 646 с.
2. Гнатів П. С., Хірівський П. Р., Зинюк О. Д. Природні ресурси України: навч. посіб. Львів: Камула, 2012. 216 с.
3. Голубець М. А., Гнатів П. С., Козловський М. П. та ін. Концептуальні засади сталого розвитку гірського регіону. Львів: Поллі, 2007. 288 с.
4. Данилишин Б. М. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України. Київ: РВПС України, 1999. 716 с.
5. Заставний Ф. Україна. Природа, населення, економіка. Львів: Априорі, 2011. 504 с.
6. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. New York: UN, 2001. 319 p.

*Стаття надійшла 02.03.2021*

**ЕЛІМІНАЦІЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ІЗ ПРОДУКЦІЇ ПТАХІВНИЦТВА****І. Саламаха, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0001-9089-5036

*Львівський національний аграрний університет***Л. Гордійчук, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0002-5013-3309

**Н. Гордійчук, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0002-4742-8544

*Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій  
ім. С. З. Гжицького*<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.045>**Саламаха І., Гордійчук Л., Гордійчук Н. Елімінація важких металів із продукції птахівництва**

Серед окремих галузей тваринництва найбільш динамічною його складовою частиною є птахівництво. Ця галузь тваринництва – основний виробник у світі відносно дешевих та біологічно повноцінних харчових продуктів для людини. Тому в умовах відродження тваринництва України птахівництву приділятимуть особливу увагу. При цьому виробництво продукції птахівництва відбуватиметься на основі промислових технологій з подальшою інтенсифікацією галузі. Діяльність потужних птахокомплексів спричинила низку зоотехнічних, ветеринарних та екологічних проблем. Розв'язання цих проблем у промисловому птахівництві сприятиме підвищенню продуктивності птиці, одержанню доброякісної продукції і забезпечуватиме належний екологічний стан у місцях функціонування великих птахогосподарств. Вивчення показників трансформації важких металів з продукції птахівництва дасть змогу з'ясувати низку питань щодо інтенсивності міграційного процесу важких металів, якості продукції птахівництва та екологічної ситуації за цими показниками в агроєкосистемах.

Подано результати досліджень з визначення вмісту хрому та кадмію у курячих яйцях, а також способи їх елімінації. Виявлено, що надходження в організм птиці сульфату хрому (III) в дозі 2 мг/кг та сульфату кадмію в дозі 3 мг/кг маси тіла впродовж 21 доби спричинило значне накопичення важких металів порівняно з їх вмістом у контрольній групі. Результати підтверджують, що накопичення солей кадмію та хрому в раціоні курей сприяє акумуляції важких металів у курячих яйцях. Встановлено, що при введенні до раціону курей цеоліту 3 % маси корму всім дослідним групам, порівняно з групами без його введення, сприяло зниженню вмісту хрому та кадмію у досліджуваних зразках складових яєць.

**Ключові слова:** хром, кадмій, цеоліт, кури-несучки, яйця, білок, жовток, шкаралупа.

**Salamakha I., Hordiichuk L., Hordiichuk N. Elimination of heavy metals from poultry products**

Among some branches of animal husbandry, its most dynamic component is poultry farming. This livestock industry is the world's largest producer of relatively cheap and organic food for humans. Therefore, in the conditions of revival of animal husbandry in Ukraine, special attention will be paid to poultry farming. At the same time, the increase in poultry production will be based on industrial technologies with further intensification of the industry. The activities of powerful poultry farms have caused a number of zootechnical, veterinary and environmental problems. Solving these problems in industrial poultry will help increase poultry productivity produce good quality products and ensure a proper ecological condition in the areas of operation of large poultry farms. The study of indicators of transformation of heavy metals from poultry products will clarify a number of issues regarding the intensity of the migration process of heavy metals, the quality of poultry products and the environmental situation on these indicators in agro-ecosystems.

The article presents the results of research to determine the content of chromium and cadmium in chicken eggs, as well as methods for their elimination. It was found that the intake of chromium (III) sulfate at a dose of 2 mg/kg and cadmium sulfate at a dose of 3 mg/kg body weight for 21 days caused a significant accumulation of heavy metals compared to their content in the control group. The results confirm that the accumulation of cadmium and chromium salts in the diet of chickens promotes the accumulation of heavy metals in chicken eggs. It was found that the introduction of zeolite in the diet of chickens 3 % of the weight of feed in all experimental groups, compared with groups without its introduction, contributed to a decrease in the content of chromium and cadmium in the studied samples of constituent eggs.

**Key words:** chromium, cadmium, zeolite, laying hens, eggs, protein, yolk, shell.

**Постановка проблеми.** У практиці годівлі незамінні чинники живлення [3]. У біогенному сільськогосподарських тварин і птиці окремі метали-мікроелементи широко використовують як незамінні чинники живлення [3]. У біогенному кругообігу перебувають також метали, які чинять чітко виражену токсичну дію на організм птиці

[6–8]. Поява на ринку України різних високопродуктивних кросів та порід птиці, нових біологічно активних кормових та мінеральних добавок, хелатних сполук мікроелементів вимагає проведення подальших досліджень з вивчення, засвоєння, накопичення, виведення та фізіологічних аспектів дії природного цеоліту як мінерального компонента раціону для курей-несучок та адсорбенту важких металів з їхнього організму [2; 5].

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Низка публікацій засвідчує позитивну дію природних цеолітів як адсорбентів при виведенні важких металів з організму тварин [2; 9]. Вони значно знижують надходження у кров із шлунково-кишкового тракту іонів свинцю і кадмію. Зокрема з'ясовано, що природні цеоліти – ефективні адсорбенти залишкових кількостей важких металів, які дедалі частіше забруднюють об'єкти довкілля [2].

Досвід широкого застосування цеолітів у різних типах господарств США, Японії, Німеччини та інших країн показує, що введення цеоліту до раціону тварин підвищує засвоєння кормів, знижує падіж молодняку, запобігає диспепсії, виводить з організму токсичні та шкідливі продукти метаболізму, запобігає захворюванням, пов'язаним із браком мікроелементів [2].

Учені виявили високу ефективність впливу цеолітів на продуктивність птиці, доцільність їх застосування як інгредієнта кормів і мінеральної підгодівлі, лікувально-профілактичного і стимулювального засобу, а також засобу, що суттєво покращує екологію утримання тварин та птиці [3; 9].

Природний цеоліт значно нівелює негативну дію хрому та кадмію, що виражається у стабілізації продуктивних якостей сільськогосподарських тварин та птиці. Це узгоджується з даними авторів, які показують есенціальну роль природних мінералів у функціонуванні антиоксидантних ензимів, здатних підвищувати неспецифічну резистентність організму в умовах навантаження важкими металами [1; 6; 7].

**Постановка завдання.** На сьогодні дуже мало відомо про взаємовплив метаболізму тривалентного хрому та кадмію, що свідчить про доцільність вивчення механізмів комплексної дії хрому та кадмію, зокрема в організмі курей. Саме за таких умов пошук, обґрунтування та застосування природних цеолітів, доступних та дешевих, у практиці тваринницької галузі з метою зменшення токсичного пресингу важких металів на організм птиці та одержання екологічно

безпечної продукції є актуальним питанням сьогодення.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження проводили на курях-несучках кросу Хайсекс білий середньою масою 1,5 кг. Виконано два досліди, для кожного з них за принципом аналогів сформовано чотири групи – одну контрольну та три дослідні, по вісім голів у групі. Важкі метали додавали до питної води у складі солей  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  та  $\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ .

У першому досліді курям-несучкам контрольної групи згодовували комбікорм та випоювали воду без внесення важких металів. До питної води курей дослідних груп упродовж 21 доби додавали солі важких металів: перша група – 2 мг/кг маси тіла сульфату хрому, друга група – 3 мг/кг маси тіла сульфату кадмію, третя група – поєднання сульфатів хрому та кадмію. Кури другого досліді отримували такі самі раціони, але з добавкою цеоліту Сокириницького родовища, який додавали до комбікорму 3 % маси корму. Вміст хрому та кадмію у курячих яйцях визначали на спектрофотометрі Varian AA240Z [4].

Надходження в організм курей-несучок сульфату хрому у кількості 2 мг/кг та сульфату кадмію у кількості 3 мг/кг маси тіла спричинило значне їх накопичення в яйцях порівняно з їхнім вмістом у контрольній групі. Для зменшення концентрації важких металів у курячих яйцях згодовували цеоліт 3 % маси корму, введення до раціону якого сприяло тому, що вміст хрому в білку яєць першої дослідної групи, яка отримувала його сполуку, зріс у 1,3 раза, в жовтку та шкаралупі відповідно в 1,4 та 1,8 раза (рис. 1, 2).

Встановлено, що введення до раціону курей цеоліту 3 % маси корму всім дослідним групам, порівняно з групами без його введення, сприяло зниженню вмісту важких металів у досліджуваних зразках складових яєць. Так, при хромовому навантаженні у білку та жовтку зафіксовано зниження в 1,7 раза, та у шкаралупі – в 1,8 раза (див. рис. 1, 2).

У дослідній групі, де кури отримували сукупне введення солей важких металів, спостерігали аналогічне перевищення, відповідно у 2,4, 1,9 та 2 рази, до показника контрольної групи зі сорбентом. Щодо третьої групи, в якій кури отримували сукупне введення солей важких металів, спостерігали зростання вмісту хрому у складових яйцях: білку, жовтку та шкаралупі, відповідно в 1,5; 2,6 та у 30,4 раза порівняно з їх вмістом у контрольній групі зі сорбентом (див. рис. 1, 2).

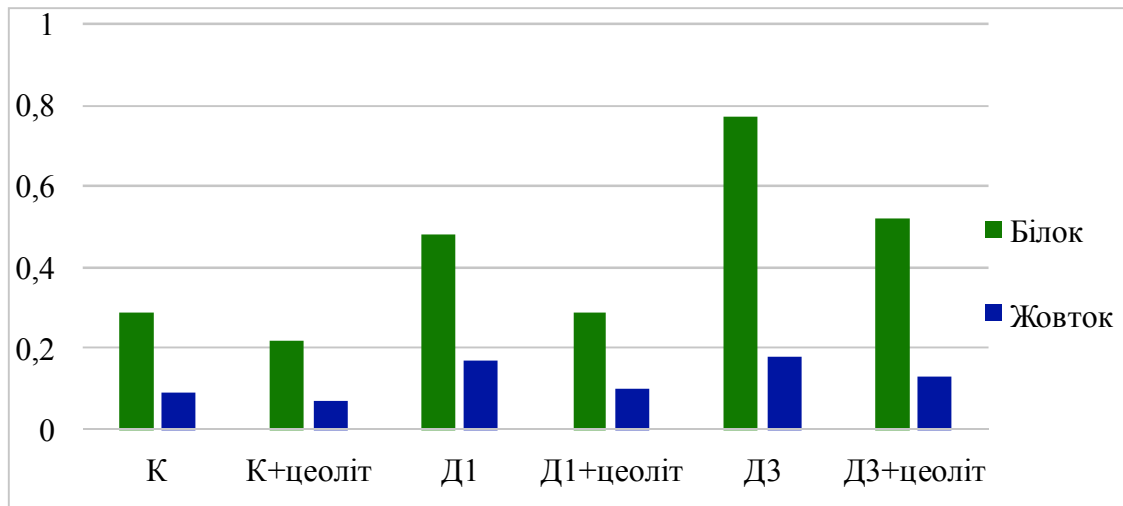


Рис. 1. Вміст хрому в білку та жовтку курячого яйця, мг/кг.

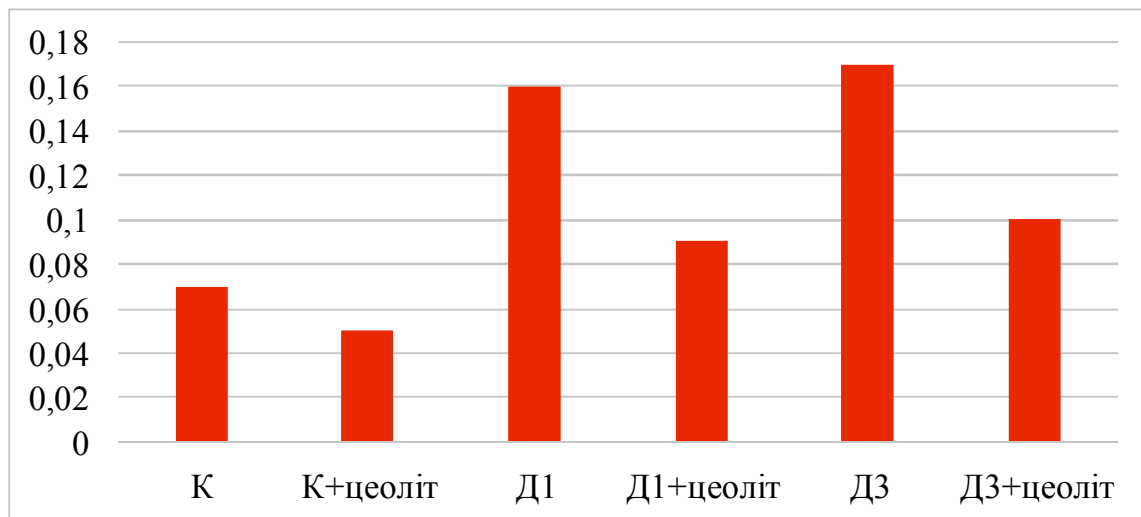


Рис. 2. Вміст хрому у шкаралупі курячого яйця, мг/кг.

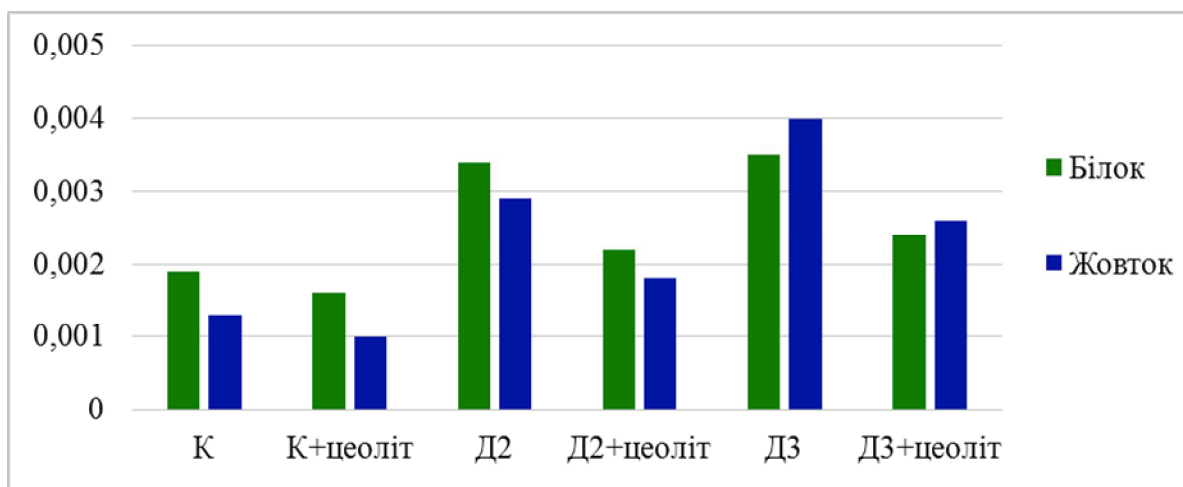


Рис. 3. Вміст кадмію в білку яйця, мг/кг.

Виявлено, що за надходження кадмію з мінералом його вміст у білку курячих яєць другої групи в 1,3 раза, у жовтку – в 1,8 раза, та в шкаралупі в 66 разів перевищував вміст у контрольній групі з мінералом (рис. 3, 4).

У зразках із кадмієвим навантаженням зниження цього металу в білку, жовтку та шкаралупі становило відповідно 1,5, 1,6 та 3,2 раза до показника дослідної групи без сорбенту. Аналогічну тенденцію зниження вмісту важких металів спостерігали й за сукупного введення токсикантів (див. рис. 3, 4).

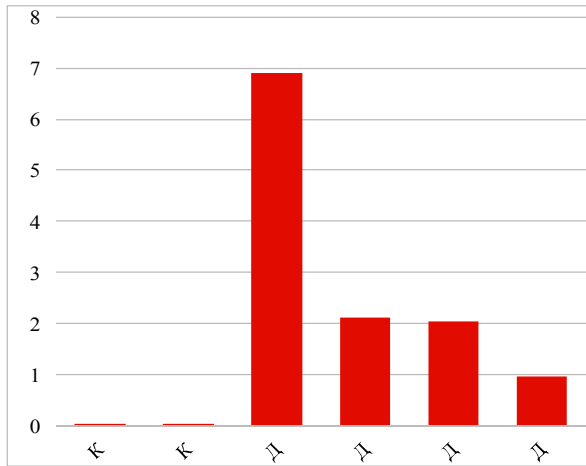


Рис. 4. Вміст кадмію у шкаралупі яйця, мг/кг.

Отже, природний мінерал сприяв елімінації хрому та кадмію з компонентів яйця (жовток, білок, шкаралупа) відносно контролю.

**Висновки.** Проведені нами дослідження виявили характер змін у продуктивності курей-несучок під впливом факторів, що вивчалися.

Результати підтверджують, що накопичення солей кадмію та хрому у раціоні курей сприяє акумуляції важких металів у курячих яйцях.

#### Бібліографічний список

1. Біологічна дія сорбентів в організмі / Г. І. Калачнюк та ін. *Праці 2-го західноукраїнського симпозіуму з абсорбції та хроматографії*. Львів, 2000. С. 203–208.
2. Кирилів Я., Ратич І., Стояновська Г. Алуїтова руда і цеоліт у кормах для птиці. *Годівля тварин та технологія кормів*. 2005. № 3. С. 51.
3. Куркіна С. В., Розпутній О. І. Вміст важких металів у відходах птахокомбінату та екологічні особливості їх утилізації. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2012. Вип. 7. С. 117–120.
4. Моффетт Дж., Броди К. Атомно-абсорбційний аналіз. Електротермічна атомізація і гібридний аналіз / перев. і ред. М. Любимова. Версія 3.1. 1998. 35 с.
5. Оробченко О. Л. Моніторингові дослідження вмісту неорганічних елементів у продукції птахівництва. *Сучасне птахівництво*. 2013. № 4 (125). С. 4–9.
6. Параняк Р. П., Васильцева Л. П., Макух Х. І. Шляхи надходження важких металів в довкілля та їх вплив на живі організми. *Біологія тварин*. 2007. Т. 9, № 3. С. 83–89.
7. Снітинський В. В., Сологуб Л. І., Антоняк Г. Л. Біологічна роль хрому в організмі людини і тварин. *Український біохімічний журнал*. 1999. № 2. С. 5–9.
8. Demirulus H. The Heavy Metal Content in Chicken Eggs Consumed in Van Lake Territory. *Ekoloji*. 2013. 22 (86). P. 19–25.
9. Sprynskyu M., Buszewski B., Terzyk A. P., Namieśnik J. Study of the selection mechanism of heavy metal ( $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ , and  $Cd^{2+}$ ) adsorption on clinoptilolite. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2006. Vol. 304, № 1. P. 21–28.

Стаття надійшла 29.03.2021



## Розділ 2

### РОСЛИННИЦТВО

УДК 633.11:631.816.2

#### ВПЛИВ ПЛОЩІ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ НА ЕЛЕМЕНТИ СТРУКТУРИ, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА

**В. Лихочвор, д. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0003-0377-6157*

**М. Бомба, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0001-7865-2111*

**О. Андрушко, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0003-3825-6960*

*Львівський національний аграрний університет*

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.049>

**Лихочвор В., Бомба М., Андрушко О. Вплив площі живлення рослин озимої пшениці на елементи структури, урожайність та якість зерна**

Для встановлення оптимальної площі живлення рослин озимої пшениці у 2018–2020 рр. на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського національного аграрного університету проводили польові дослідження. Вивчали такі способи сівби:  $15 \times 1,7 = 25 \text{ см}^2$  (рядковий);  $4 \times 4 = 16 \text{ см}^2$ ;  $5 \times 5 = 25 \text{ см}^2$ ;  $6 \times 6 = 36 \text{ см}^2$ ;  $7 \times 7 = 49 \text{ см}^2$ ;  $8 \times 8 = 64 \text{ см}^2$ ;  $9 \times 9 = 81 \text{ см}^2$ ;  $10 \times 10 = 100 \text{ см}^2$ . Збільшення площі живлення призводило до зменшення кількості рослин з 428 шт./ $\text{м}^2$  до 86 шт./ $\text{м}^2$ , густоти продуктивного стеблостою з 624 шт./ $\text{м}^2$  до 463 шт./ $\text{м}^2$ , підвищення коефіцієнта продуктивного кушіння з 1,5 до 5,4, кількості зерен у колосі з 33 шт. до 40 шт., маси зерна з колоса з 1,29 до 1,67 г.

Оптимальне поєднання елементів структури врожаю, які забезпечували найвищу врожайність, було таким: за площі живлення  $6 \times 6 \text{ см}$  на  $1 \text{ м}^2$  формувалось 585 колосів та 1,53 г зерна з колоса, за площі живлення  $7 \times 7 \text{ см}$  відповідно та 554 шт. та 1,64 г.

Урожайність у досліді була високою в усіх варіантах і коливалася в межах 4,40–9,09 т/га. Найвища врожайність зерна озимої пшениці сорту Тобак формувалася за площ живлення  $6 \times 6 \text{ см}$  (8,94 т/га) та  $7 \times 7 \text{ см}$  (9,09 т/га), що вище від рядкового способу сівби відповідно на 0,90 т/га та 1,05 т/га. Точне розміщення насіння за всіх схем сівби, за винятком  $10 \times 10 \text{ см}$ , забезпечувало вищу врожайність порівняно з рядковим способом.

Показники якості зерна були високими в усіх варіантах досліді (вміст клейковини 26,4–27,0 % та білка 12,9–13,1 %) і мало змінювалися під впливом площі живлення.

Для повної реалізації потенціалу врожайності озимої пшениці за сівби з точним розміщенням насіння потрібно розробити відповідну технологію, де особливу увагу звернути на строки і норми внесення азотних добрив та ретардантів з метою інтенсифікації процесу кушіння, а також збільшення продуктивності пагонів кушіння.

**Ключові слова:** озима пшениця, площа живлення, норма висіву, урожайність, якість.

**Lykhochvor V., Bomba M., Andrushko O. Influence of the feeding area of winter wheat plants on structural elements, yield and grain quality**

The field research was conducted on the research field of the Department of Plant Technology of Lviv National Agrarian University to establish the optimal feeding area of winter wheat plants in 2018–2020. The following sowing methods were studied:  $15 \times 1.7 = 25 \text{ cm}^2$  (row);  $4 \times 4 = 16 \text{ cm}^2$ ;  $5 \times 5 = 25 \text{ cm}^2$ ;  $6 \times 6 = 36 \text{ cm}^2$ ;  $7 \times 7 = 49 \text{ cm}^2$ ;  $8 \times 8 = 64 \text{ cm}^2$ ;  $9 \times 9 = 81 \text{ cm}^2$ ;  $10 \times 10 = 100 \text{ cm}^2$ . The increase of the feeding area led to a decrease of the number of plants from 428 pcs/ $\text{m}^2$  to 86 pcs/ $\text{m}^2$ , the density of productive stems - from 624 pcs/ $\text{m}^2$  to 463 pcs/ $\text{m}^2$ , the increase of the coefficient of productive bushiness - from 1.5 to 5.4, the number of grains in the ear - from 33 pieces to 40 pieces, the weight of grain - from an ear from 1.29 to 1.67 g.

The optimal combination of elements of the crop structure, which provided the highest yield, was as follows, i.e. 585 ears and 1.53 g of grain per ear were formed per  $1 \text{ m}^2$  on the feeding area of  $6 \times 6 \text{ cm}$ , and 554 pieces and 1.64 g on the area of  $7 \times 7 \text{ cm}$  respectively.

The yield in the experiment was high in all variants and ranged from 4.40 to 9.09 t/ha. The highest grain yield of winter wheat of the Tobak variety was formed on the feeding area of  $6 \times 6 \text{ cm}$  (8.94 t/ha) and  $7 \times 7 \text{ cm}$  (9.09 t/ha), which is

higher than the row method of sowing by 0.90 t/ha and 1.05 t/ha respectively. Precise placement of seeds in all sowing schemes, except for 10×10 cm, provided higher yields as compared to the row method of sowing.

Grain quality indicators were high in all variants of the experiment (gluten content 26.4–27.0 % and protein 12.9–13.1 %) and changed little under the influence of feeding area.

To fully realize the potential of winter wheat yield for sowing with accurate seed placement, it is necessary to develop the appropriate technology, where special attention is paid to the dates and rates of the application of nitrogen fertilizers and retardants to intensify the bushiness process and increase the productivity of bushiness shoots.

**Key words:** winter wheat, feeding area, sowing rate, yield, quality.

**Постановка проблеми.** Оптимальні умови для формування високої врожайності озимої пшениці створюються за рівномірного розміщення насіння на площі. Через низку причин досі немає практичного вирішення цієї проблеми. Це найменш реалізований технологічний чинник, що в разі впровадження сприяв би значному зменшенню затрат і зростанню врожайності.

Проблема полягає в тому, що за рядкових способів сівби насіння розміщується на площі нерівномірно і має надзвичайно несприятливу конфігурацію площі живлення. Схематично її можна зобразити у вигляді дуже витягнутого прямокутника, причому що більша ширина міжрядь, то вужчим буде цей прямокутник.

За рядкового способу сівби (ширина міжрядь 15 см) з нормою висіву 5–6 млн/га відстань між насіннями в рядку становить 1,2–1,4 см. Площа живлення – вузький прямокутник зі сторонами 15 см і 1,2–1,3 см [4]. Близьке розміщення насіння одне біля одного створює проблему аллопатії, фітонебезпеки і надзвичайно високої внутрішньовидової конкурентної боротьби у всіх фазах росту.

Привабливішим є **точний висів**, що дає змогу формувати схематичну площу живлення у вигляді квадрата, ромба чи рівностороннього трикутника. Відповідно до наших досліджень найкращі умови росту й розвитку складаються в разі розміщення насіння за схемою 6×6 см чи 7×7 см [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Урожайність зернових культур зростає за рівномірного розміщення рослин на площі [8; 14]. Для одержання високої врожайності зернових культур необхідні рівномірні глибина загорання насіння і розміщення насіння на площі поля [1; 2; 13]. Необхідно також забезпечити оптимальну кількість рослин та продуктивних стебел на 1 м<sup>2</sup>, що досягається встановленням оптимальної норми висіву [6; 7].

В умовах Харківської області найвища врожайність (5,6 т/га) формувалась за норми висіву 5,0 млн/га [11]. Для цих же умов інші дослід-

ники [10] підвищують оптимальну норму висіву до 5,0–6,0 млн/га. Оптимальною нормою висіву для сорту Співанка в умовах Степу була 4,5 млн/га [9]. За нашими даними [3; 5], для формування врожайності понад 10,0 т/га необхідно норму висіву зменшити до 2,0–3,0 млн/га і формувати 660 колосів/м<sup>2</sup>, при цьому маса зерна з одного колоса має становити 1,92 г.

Хоча рівень механізації вирощування зернових культур досить високий, проте сівалки не завжди забезпечують високу якість відповідно до сучасних агрономічних вимог. Тому питання забезпечення раціональної площі живлення рослин зернових культур розробкою нових сівалок для різних способів сівби, обґрунтування норм висіву насіння та ширини міжрядь актуальні й перспективні для наукових пошуків [12].

**Постановка завдання.** З метою вивчення оптимальної площі живлення рослин озимої пшениці у 2018–2020 рр. на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського національного аграрного університету проводили польові дослідження. Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений легкосуглинковий з вмістом гумусу 2,5–2,6 %. Вміст легкогідролізованого азоту – 68–72 мг, рухомих форм фосфору і калію (за методикою Чирикова) – відповідно 85–88 мг і 89–95 мг на 1 кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної, рН сольової витяжки – 5,9–6,0. Облікова площа – 1 м<sup>2</sup>, повторність досліду – шестиразова. Розміщення ділянок – систематизоване.

Попередник озимої пшениці – соя. Після збирання попередника проводили оранку і в день сівби передпосівний обробіток ґрунту Компактором. Сіяли сорт Тобак 30 вересня на глибину загорання насіння 3 см. Сіяли вручну, використовуючи маркери-шаблони для розміщення насіння за певною схемою.

Насіння перед сівбою протруїли препаратами Кінто Дуо, 2,5 л/т (прохлораз, 60 г/л + тритиконазол, 20 г/л) і Круїзер, 0,5 л/т (тіаметоксам, 350 г/л). Восени у фазі 3-х листків пшениці для контролю бур'янів внесли гербіцид

Марафон, 4,0 л/га (пендиметалін, 250 г/л + ізопротурон, 125 г/л).

Норма внесення мінеральних добрив  $N_{180}P_{60}K_{90}$ . Азотні добрива в усіх варіантах вносили у вигляді аміачної селітри:  $N_{60}$  при відновленні весняної вегетації (ВВСН 25) +  $N_{80}$  у кінці фази кушіння (ВВСН 29) +  $N_{40}$  у фазі колосіння (ВВСН 59). Усю норму фосфорних і калійних добрив вносили у вигляді суперфосфату потрійного ( $P_{46}$ ), хлористого калію ( $K_{60}$ ) під оранку.

Навесні посіви пшениці для захисту від вилягання обробляли препаратами Медакс Топ (мепікват-хлорид, 300 г/л + прогексадіон кальцію, 50 г/л) з нормою 1 л/га у фазі початку виходу рослин у трубку (ББСН 30) та Терпал (мепікват-хлорид, 305 г/л + етефон, 155 г/л) у фазі появи язичка у прапорцевого листка (ББСН 39). Для захисту від хвороб посіви обприскували фунгіцидами Флексіті (метрафенон, 300 г/л) з нормою внесення 0,25 л/га у фазі початку виходу рослин в трубку (ББСН 30), препаратом Амістар Екстра (азоксистробін, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л) з нормою внесення 0,75 л/га у фазі прапорцевого листка (ББСН 39), фунгіцидом Осіріс Стар (епоксиконазол, 56,25 г/л + метконазол, 41,25 г/л) з нормою 1,5 л/га у фазі цвітіння (ББСН 65). Для боротьби зі шкідниками посіви двічі обприскували інсектицидами: Карате Зеон (лямбда-цигалотрин, 50 г/л) з нормою 0,30 л/га у фазі ББСН 30 та Енжіо (лямбда-цигалотрин, 106 г/л + тіаметоксам, 141 г/л) з нормою 0,18 л/га у фазі ББСН 39.

Сорт м'якої озимої пшениці (лютесценс)

**Тобак** зареєстрований у Реєстрі сортів України у 2016 році. Рекомендовані зони вирощування: Полісся, Лісостеп, Степ. Оригінація Заатен-Уніон, Німеччина. Сорт інтенсивного типу. Висота рослин 75–79 см. Маса 1000 зерен – 42,4–43,3 г. Потенційна врожайність 110–120 ц/га. Зерно містить 13,0–13,5 % білка, 27,0–27,4 % клейковини.

**Виклад основного матеріалу.** Норма висіву і площа живлення впливали на кількість рослин на одиниці площі. Якщо за рядкового способу сівби в першому варіанті було 310 рослин/м<sup>2</sup>, то за точного висіву насіння за схемою 4×4 см густота рослин перед збиранням становила 428 шт./м<sup>2</sup>. Збільшення площі живлення призводило до зменшення кількості рослин, найнижчий цей показник (86 шт./м<sup>2</sup>) у варіанті зі сівбою 10×10 см (табл. 1).

Один із найважливіших показників структури врожаю – кількість колосів на 1 м<sup>2</sup>. Густина продуктивного стеблостою за сівби рядковим способом (4,0 млн/га) становила 527 шт./м<sup>2</sup>. За

сівби за схемою 4×4 см і норми висіву 6,25 млн/га густина колосів була найвищою – 642 шт./м<sup>2</sup>. Важливо зазначити, що в разі розміщення насіння за схемою 5×5 см, що відповідає нормі висіву 4,0 млн/га, густина стеблостою становила 640 шт./м<sup>2</sup>, що на 113 шт./м<sup>2</sup> більше, ніж за тієї ж норми насіння, висіяного рядковим способом. У варіанті з найменшою нормою висіву (1,0 млн/га) в разі розміщення насіння за схемою 10×10 см із 100 висіяних насінин формується 463 продуктивних стебел на 1 м<sup>2</sup>. Зменшення площі живлення призводить до зниження кількості продуктивних стебел, що припадають на 100 висіяних насінин. Найменший цей показник (103 шт.) у разі розміщення насіння за схемою 4×4 см. Отже, точний висів насіння створює оптимальні умови для формування густоти продуктивного стеблостою, а отже, є головною передумовою для застосування менших норм висіву.

Коефіцієнт продуктивного кушіння коливався від 1,5 до 5,4. Оскільки найвища врожайність формувалась у варіантах зі схемами розміщення насіння 6×6 см та 7×7 см, то оптимальним кушінням слід вважати таке, за якого утворюється 2,5–3,3 стебел на одній рослині.

Кількість зерен у колосі була найменша у загущених посівах за розміщення насіння за схемою 4×4 см, де вона становила 33 шт. За сівби за схемами 7×7; 8×8 та 9×9 см у колосі формувалось 40 зерен. Кількість колосків (15,7–16,4 шт.) та зерен (33–40 шт.) у колосі відносно мало залежали від площі живлення рослин. Це можна пояснити тим, що найбільший вплив на врожайність мали густина колосів та маса зерна з колоса. Добре забезпечення азотом сприяло інтенсивному кушінню рослин, особливо у варіантах з більшою площею живлення. Оптимальне поєднання цих показників (585 шт. × 1,53 г та 554 шт. × 1,64 г) і забезпечувало найвищу врожайність.

Маса зерна з колоса була високою у всіх варіантах, у тому числі в першому варіанті за сівби рядковим способом – 1,52 г. Збільшення густоти продуктивних стебел за сівби за схемами 4×4 см та 5×5 см до 642 шт. та 640 шт. призвело до зменшення маси зерна з колоса відповідно до 1,29 г та 1,33 г (див. табл. 1). За подальшого збільшення площі живлення рослин озимої пшениці маса зерна з колоса була вищою порівняно з рядковим способом сівби. Найвища маса зерна з колоса була за розміщення насіння за схемою 9×9 см, де вона становила 1,67 г.

Найчастіше у структурі посівів зустрічається таке поєднання: маса зерна з колоса є в

межах 1,0–1,3 г, а число продуктивних стебел становить 550–600 шт./м<sup>2</sup>. Це дає змогу одержати урожайність на рівні 55–78 ц/га. Подальше зростання врожайності за рахунок збільшення кількості колосів малоімовірно, оскільки в загущених посівах рослини схильні до вилягання, погіршується фітосанітарний стан посівів, зменшується маса зерна з колоса. На нашу думку, набагато

ширші можливості збільшення врожайності зерна закладені в іншому показнику – масі зерна з одного колоса. За інтенсивної технології вона може зрости до 1,5–2,0 г [4].

За даними Львівського національного університету, на контролі за рядкового способу сівби врожайність у середньому за три роки становила 8,04 т/га (табл. 2).

Таблиця 1

## Елементи структури врожаю озимої пшениці сорту Тобак залежно від площі живлення

Площа живлення, см <sup>2</sup>	Показник					
	Кількість рослин, шт./м <sup>2</sup>	Густина продуктивного стеблостою, шт./м <sup>2</sup>	Коефіцієнт куцуння	Кількість колосків у колосі, шт.	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерна з колоса, г
15×1,7=25	310	527	1,7	16,0	38	1,52
4×4=16	428	642	1,5	15,7	33	1,29
5×5=25	320	640	2,0	15,9	34	1,33
6×6=36	234	585	2,5	16,1	38	1,53
7×7=49	168	554	3,3	16,4	40	1,64
8×8=64	134	522	3,9	16,4	40	1,64
9×9=81	105	483	4,6	16,3	40	1,67
10×10=100	86	463	5,4	16,0	38	1,59
НІР <sub>05</sub> , ц/га						

Таблиця 2

## Урожайність зерна озимої пшениці сорту Тобак залежно від площі живлення, т/га

Площа живлення, см <sup>2</sup>	Норма висіву			Урожайність, т/га				+/-урожаю	
	насінин на 1 м <sup>2</sup> , шт.	млн га	кг/га	2018 р.	2019 р.	2020 р.	середнє	т/га	%
15×1,7=25	400	4,00	189	7,89	7,83	8,40	8,04	-	-
4×4=16	625	6,25	295	8,14	8,12	8,58	8,28	0,24	3,0
5×5=25	400	4,00	189	8,34	8,32	8,90	8,52	0,48	6,0
6×6=36	277	2,77	130	8,82	8,75	9,25	<b>8,94</b>	0,90	11,2
7×7=49	204	2,04	97	8,96	8,91	9,40	<b>9,09</b>	1,05	13,1
8×8=64	156	1,56	74	8,42	8,30	9,02	8,58	0,54	6,7
9×9=81	123	1,23	58	7,97	7,87	8,40	8,08	0,04	0,5
10×10=100	100	1,00	47	7,30	7,25	7,65	7,40	-0,64	-8,0
НІР <sub>05</sub> , ц/га				0,22	0,19	0,18			

У другому варіанті норма висіву зросла до 625 насінин на 1 м<sup>2</sup>, або до 295 кг/га. За рахунок рівномірного розподілу насіння на площі за схемою 4×4 см покращувались індивідуальні умови росту рослин озимої пшениці, проте врожайність зросла лише на 0,24 т/га, або на 3,0 %. Тобто збільшення кількості рослин до 428 шт./м<sup>2</sup> не мало значного позитивного впливу на їхню продуктивність.

Порівняння першого і третього варіантів чітко показує переваги точного висіву насіння. В обох варіантах площі живлення дорівнювали 25 см<sup>2</sup>. Проте формування ідеальної площі живлення, створення сприятливих умов для росту рослин і зменшення за рахунок цього внутрішньовидової боротьби забезпечили приріст урожаю до контролю на 0,48 т/га, або на 6,0 %.

Найкращі умови для реалізації біологічної спроможності рослин формувати найвищу зернову продуктивність були при сівбі за схемою 7×7 см і площі живлення 49 см<sup>2</sup>. Приріст урожаю порівняно з контролем становить 9,09 т/га, або 13,1 %. У варіанті з площею живлення 36 см<sup>2</sup> за схеми сівби 6×6 см урожайність зерна знизилась на 0,15 т/га порівняно з найурожайнішим варіантом. У цих двох найпродуктивніших варіантах норма висіву становила тільки відповідно 130 кг/га і 97 кг/га (табл. 2).

Подальше зменшення норми висіву в результаті збільшення площі живлення призводило до зниження врожайності порівняно з площами живлення 6×6 см та 7×7 см, але вона залишалась

вищою, ніж за рядкового способу сівби. За площі живлення 8×8 см урожайність становила 8,58 т/га, що вище від контролю на 0,54 т/га, або на 6,7 %. За площі живлення 81 см<sup>2</sup> і норми висіву 58 кг/га урожайність була на рівні контролю.

Важливо зазначити, що навіть за максимальної площі живлення (10×10 см), де висівали всього 45 кг/га насіння, урожайність залишалась високою і становила 7,40 т/га. В останніх трьох варіантах для реалізації максимальної продуктивності кожної рослини необхідно застосовувати дещо іншу технологію, спрямовану на значне збільшення кущистості рослин і продуктивності колоса. Насамперед це збільшення норми азотних добрив для пізніх підживлень з метою підвищення маси зерна у 4-му та 5-му пагонах кущіння. Причому вона може бути менш затратною, ніж традиційна інтенсивна технологія. Економія лише насіння може становити понад 200 кг/га. Потрібно врахувати, що рослини в таких посівах практично не вилягають і стійкіші до хвороб, що зменшуватиме пестицидне навантаження технологій.

Показники якості зерна менше залежали від площі живлення. Дещо несподівано маса 1000 зерен майже не зростала у розріджених посівах і коливалась у межах 39,1–41,8 г (табл. 3). Це можна пояснити збільшенням коефіцієнта продуктивного кущіння. Формувалися бокові стебла 2-го та 3-го порядків, які давали дрібніше зерно. Для збільшення маси 1000 зерен, можливо, потрібно змінити систему внесення азотних добрив, перенести більшу їх частку на 3-тє внесення.

Таблиця 3

Вплив площі живлення озимої пшениці на показники якості зерна

Площа живлення, см <sup>2</sup>	Показник				
	маса 1000 зерен, г	склоподібність, %	нагура зерна, г/л	вміст клейковини, %	вміст білка, %
15×1,7=25	40,0	70	765	26,8	13,0
4×4=16	39,1	68	760	26,4	12,9
5×5=25	39,1	70	768	26,8	13,0
6×6=36	40,3	73	774	27,0	13,2
7×7=49	41,0	74	776	27,0	13,2
8×8=64	41,0	75	777	26,8	13,1
9×9=81	41,7	76	779	26,8	13,1
10×10=100	41,8	76	779	26,8	13,0
НІР <sub>05</sub> , ц/га					

Склоподібність зерна зростала зі 70 % на рядковому способі сівби до 76 % на розріджених посівах за площ живлення 9×9 см та 10×10 см. Показник натурності зерна теж зростав за більших площ живлення.

Найважливіші показники якості зерна – вміст клейковини та білка. Вони в наших дослідженнях були високими: вміст клейковини 26,4–27,0 %, вміст білка 12,9–13,2 %. Вони майже не змінювалися під впливом досліджуваних площ живлення. Очікуваного значного зростання якості зерна, поряд зі зростанням урожайності, не відбулося. Поясненням цього явища може бути те, що в усіх варіантах були висока врожайність та якість зерна. Крім того, за великих площ живлення коефіцієнт кушіння зростав до 4,6–5,4, і для 4-го і 5-го пагонів кушіння, які формувалися пізніше, бракувало азоту, внаслідок чого на цих пагонах формувалося дрібніше зерно з меншим умістом клейковини та білка.

Для повної реалізації потенціалу врожайності озимої пшениці за сівби за схемами 8×8; 9×9 та 10×10 см потрібно розробити відповідну технологію, особливу увагу звернути на строки і норми внесення азотних добрив та використання ретардантів з метою інтенсифікації процесу кушіння і збільшення продуктивності пагонів кушіння.

**Висновки.** Найвища врожайність зерна озимої пшениці сорту Тобак формувалася за площ живлення 6×6 см (8,94 т/га) та 7×7 см (9,09 т/га), що вище від рядкового способу сівби відповідно на 0,90 т/га та 1,05 т/га.

Оптимальне поєднання елементів структури врожаю, які забезпечували найвищу врожайність, було таким: за площі живлення 6×6 см на 1 м<sup>2</sup> формувалось 585 колосів та 1,53 г зерна з колоса, за площі живлення 7×7 см відповідно та 554 шт. та 1,64 г.

Показники якості зерна були високими у всіх варіантах досліді (вміст клейковини 26,4–27,0 % та білка 12,9–13,1 %) і мало змінювались під впливом площі живлення.

### Бібліографічний список

1. Лихочвор В. В. Оптимізація норм висіву озимої пшениці. *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 24. С. 22–24.
2. Лихочвор В. В. Оптимізація параметрів структури врожаю озимої пшениці. *Агроном*. 2016. № 4. С. 58–64.
3. Лихочвор В. В., Бомба М. І. Продуктивність зерна сортів озимої пшениці залежно від удобрення та норм висіву. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2020. № 24. С. 51–57.
4. Лихочвор В. В. Структура врожаю озимої пшениці: монографія. Львів: Укр. технології, 1999. 200 с.
5. Лихочвор В. В. Урожайність сортів озимої пшениці залежно від норм висіву на різних фонах удобрення. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2018. № 22 (1). С. 284–290.
6. Лихочвор В. В. Формула розрахунку норм висіву насіння озимої пшениці. *Здоров'я рослин: Осімі зернові – пшениця, ячмінь, жито. Серія «Агрономія сьогодні»*. Київ: Прес-Медіа, 2016. № 4 С. 26–28.
7. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Озима пшениця. Львів: Укр. технології, 2006. 216 с.
8. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-те вид., виправ., доповн. Львів: Укр. технології, 2020. 806 с.
9. Позняк В. В. Економічна ефективність вирощування пшениці озимої з використанням ретарданту хлормекват-хлорид залежно від норм висіву насіння та рівня удобрення ґрунту. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109, ч. 1. С. 95–102.
10. Попов С. І., Авраменко С. В. Вплив норми висіву, попередника та системи удобрення на врожайність пшениці озимої. *Миронівський вісник*. 2016. Т. 3. С. 179–189.
11. Рожков А. О., Бобро М. А., Рижик Т. В. Урожайність зерна пшениці м'якої озимої залежно від впливу строків сівби та норм висіву. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. Вип. 1(88). С. 69–80.
12. Смолінський С., Марченко В. Як і з яким міжряддям сіяти зернові культури. *Agroexpert*. 2016. № 1. С. 66–69.
13. Хееге Г. Й. Техника посева при возделывании зерновых культур. Интенсивная технология возделывания зерновых культур, особенно учитывающая технику посева и защиту растений. Леверкузен. Байер, 1986. С. 85–102.
14. Шпаар Д. Зерновые культуры: выращивание, уборка, хранение и использование. 4-е изд., исправ. Киев: Изд. дом «Зерно», 2012. 704 с.

Стаття надійшла 23.03.2021

**ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В ЗОНАЛЬНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ****М. Бомба, д. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0001-7865-2111

*Львівський інститут економіки і туризму***М. Бомба, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0001-7753-4885

**І. Дудар, к. с.-г. н.,**

ORCID ID: 0000-0002-4467-9946

**О. Литвин, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0003-3966-9222

**О. Дудар, ст. викладач**

ORCID ID: 0000-0002-7065-6887

*Львівський національний аграрний університет*<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.055>**Бомба М., Бомба М., Дудар І., Литвин О., Дудар О. Вирощування гібридів кукурудзи в зональному землеробстві**

В умовах глобалізаційних процесів сучасна практика свідчить, що світове виробництво зерна пов'язане з постійно зростаючою потребою у зв'язку зі стрімким збільшенням кількості населення. Поряд з потребами зерна на продовольчі та кормові цілі в умовах енергетичної кризи виникає потреба у використанні різних його видів для одержання біопалива.

Впровадження у виробництво нових високопродуктивних гібридів кукурудзи різних груп стиглості вимагає вивчення питання оптимальної густоти стояння рослин, що дає змогу не тільки створити сприятливий фітосанітарний стан посівів, а й успішно реалізувати потенційну продуктивність гібрида.

Питання оптимальної густоти посіву залишається актуальним з огляду на істотне потепління і пов'язану з ним часту повторюваність посух або нерівномірний розподіл опадів навіть в умовах Західного Лісостепу, який традиційно вважається зоною достатнього зволоження.

Різні гібриди (навіть з однієї групи стиглості) по-різному реагують на загущення, тому що розміри, розміщення листків і тривалість їхньої фотосинтетичної діяльності зумовлені генетично закріпленими можливостями. Під впливом різної густоти стояння змінюються морфологічні ознаки та продуктивність рослин кукурудзи.

Загущення посівів середньоранніх гібридів від 70 до 80 тис. рослин на 1 га сприяє істотному підвищенню врожайності зерна. Проте при збільшенні густоти стояння до 85 тис. рослин на 1 га спостерігається незначне (гібрид П 8816) або істотне зниження врожайності (гібриди П 8409 і ДКС 3623).

Середньостиглі гібриди, крім ДС 0336, позитивно реагували на загущення посівів до 75 тис. рослин на 1 га. Подальше збільшення густоти недоцільне, оскільки спостерігається істотне зниження врожайності. Виняток становив гібрид ДС 0336, у якого істотне підвищення врожайності спостерігалось у всіх варіантах густоти посіву і досягло рівня 17,1 т/га за густоти 85 тис. рослин на 1 га.

**Ключові слова:** зона Західного Лісостепу, кукурудза, гібриди, густота посіву, врожайність зерна.

**Bomba M., Bomba M., Dudar I., Lytvyn O., Dudar O. Growing maize hybrids in zonal agriculture**

In the globalization conditions, the current practice confirms that the world production of grain is related with the constantly growing demand, caused by a fast growth of the world population. In the conditions of the energy crisis it is necessary to grow different kinds of cereals for biofuel production, along with the grain demand for food and fodder purposes.

Introduction of new highly-production hybrids of maize of the different groups of ripeness into production requires studying the issue of an optimal density of plant stand, providing not only favorable phytosanitary conditions of the crops, but also successful implementation of the hybrids potential productivity.

The issue of an optimal density of crops is still actual because of the significant warming and the consequent higher frequency of drought periods or unbalanced distribution of precipitation even in the conditions of the Western Forest-Steppe, which is traditionally considered a zone of sufficient humidity.

Different hybrids (even of the same group of ripeness) respond to a higher density in a different way, because their size, leaf position and duration of their photosynthesis activity are caused by the genetic capabilities. Under the impact of the various density of plant stand, morphological features and productivity of the maize crops are also changed.

Overcrowding of the middle-early hybrids from 70 to 80 thousand plants per 1 hectare contributed to an increase of the grain yield. However, increase of the stand density up to 85 thousand plants per 1 hectare resulted in insignificant (hybrid P 8816), or significant reduction of yield (hybrids P 8409 and DKC 3623).

The mid-season hybrids, but for DC 0336, demonstrated a positive response to the overcrowding up to 75 thousand plants per 1 hectare. The further overcrowding was inexpedient because it resulted in a significant yield reduction. The hybrid DC 0336 was the only exclusion. It showed a significant increase of yield in all variants of crop density and reached the level of 17.1 t/ha under the density of 85 thousand plants per 1 hectare.

**Key words:** Western Forest-Steppe zone, maize, hybrids, crop density, grain yield.

**Постановка проблеми.** Виробництво зерна кукурудзи – важлива складова зернового господарства країни. Зокрема, забезпечення надійного зернофуражного балансу не має альтернативи, оскільки понад 60 % загального світового виробництва зерна кукурудзи використовують на корм тваринам. Крім того, у виробництві цього зерна значною мірою зацікавлені галузі харчової (понад 25 %), переробної, медичної, мікробіологічної промисловості. Майже чверть століття тому на світовому ринку попит на зерно кукурудзи почав невпинно зростати через використання його для переробки на біоетанол. Крім того, промисловій переробці підлягає не лише зерно кукурудзи, а й уся біомаса, з якої можна отримати нове біопальне – метан. Цей напрям розвивається у країнах Західної Європи [1].

Усе це сприяє позитивній динаміці виробництва зерна кукурудзи. Впровадження у виробництво нових високопродуктивних гібридів та активізація інноваційної діяльності в технологіях вирощування цієї культури сприяли одержанню в Україні рекордного валового збору її зерна – 30,9 млн т у 2013 р. та понад 28 млн т у 2014 і 2016 рр. [12].

При цьому досить часто зростання валового збору зерна кукурудзи відбувається не за рахунок підвищення врожайності, а внаслідок розширення площі посіву. Саме тому актуальним залишається питання оптимізації елементів технології вирощування гібридів кукурудзи та формування врожаю високої якості.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Головна проблема при вирощуванні кукурудзи на зерно – підбір гібрида, оскільки його скоростиглість визначає потребу в додатковому сушінні зерна після збирання, а відтак – економічну ефективність виробництва. Автори Ж. А. Молдован, С. І. Собчук вважають, що частка впливу гібрида у формуванні продуктивності становить 50, агротехнічних прийомів – 30, і кліматичних умов – 20 % [9].

Чинники отримання високої урожайності загальновідомі: сприятливі ґрунтово-кліматичні умови, висока культура землеробства, чітка

технологічна дисципліна, високоврожайний гібрид із широким адаптивним потенціалом. Без розуміння біологічних особливостей культури неможлива повна реалізація генетично закладеної продуктивності гібрида. Проте для щорічних високих урожаїв не слід покладатися тільки на сприятливі погодні умови за період вегетації. Так само немає гарантії, що вибраний гібрид з року в рік даватиме стабільно високий урожай зерна. Якщо система вирощування кукурудзи інтенсивна, а рівень агротехнології досить високий, то наступними кроками має бути постійне вдосконалення окремих елементів технології, наприклад, норм висіву [4].

Останнє залишається особливо актуальним з огляду на істотне потепління і пов'язану з ним часту повторюваність посух або нерівномірний розподіл опадів навіть в умовах Західного Лісостепу, який традиційно вважається зоною достатнього зволоження.

Якщо гібрид має ширший діапазон оптимальної густоти, це означає, що за умови зрідження посівів рослини виявляють високу компенсаторну здатність: формуються більші качани, більша кількість насінин у качані, вища маса 1000 насінин. У разі загушення врожайність знижується не надто різко [3].

Дослідник В. Хроменко [14] вважає, що різні гібриди (навіть з однієї групи стиглості) по-різному реагують на загушення, тому що розміри, розміщення листків і тривалість їхньої фотосинтетичної діяльності зумовлені генетично закріпленими можливостями гібридів. Під впливом різної густоти стояння змінюються морфологічні ознаки та продуктивність рослин кукурудзи.

Досягнення селекції гібридів кукурудзи і підвищення їх стресостійкості дали змогу висівати у більш щільних фітоценозах і підвищити врожайність. Вважається, що цей показник залишатиметься і надалі однією з рушійних сил у підвищенні врожайності зерна у США, збільшуючись до 94 тис. рослин на 1 га за 15 років і до 109 тис. за 30 років [5].

Низка авторів [8; 9; 11; 15] також стверджує, що один із найбільш критичних чинників, що сприяє досягненню високого рівня врожаю



кукурудзи, – формування оптимальної густоти посіву, яка дасть змогу гібриду реалізувати свій потенціал. Традиційно саме густота посіву була основною вирішальною силою приросту врожаю кукурудзи.

**Постановка завдання.** Польовий дослід щодо вивчення закономірностей формування врожаю зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти посіву закладали впродовж 2019–2020 рр. на чорноземі опідзоленому середньосуглинковому в умовах Західного Лісостепу Волинської області. Ґрунт середньозабезпечений рухомими формами фосфору і калію, вміст гумусу 3,3 %, рН сольове 5,9.

Технологія вирощування в досліді загальноприйнята для зони Західного Лісостепу. Дослід закладали у триразовому повторенні методом розщеплених ділянок. Фактор А – гібриди: П 8816, П 9234, П 8409, ДС 0336, ДКС 3939, ДКС 3969, ДКС 3623. Фактор В – густота посіву перед збиранням урожаю: 70, 75, 80, 85 тис. рослин на 1 га.

Гібриди П 8816 (ФАО 300), П 8409 (ФАО 260) – середньоранні, П 9234 (ФАО 320) – середньостиглий; оригінатор – компанія *Pioneer*. Гібриди ДКС 3623 (ФАО 290) – середньоранні, ДКС 3939 (ФАО 320), ДКС 3969 (ФАО 310) – середньостиглі; оригінатор – компанія *DEKALB*<sup>®</sup>. Гібрид ДС 0336 (ФАО 310) – середньостиглий; оригінатор – компанія *Brevant seeds*. Усі гібриди характерні високою вологовіддачею.

Дослідження проводили на фоні  $N_{150}P_{110}K_{110}$ . Восени під зяблеву оранку вносили нітроамофоску з розрахунку  $N_{110}P_{110}K_{110}$ . Навесні в передпосівну культивуацію вносили азотні добрива у формі аміачної селітри (40 кг/га д. р.).

Для регулювання чисельності бур'янів на посівах кукурудзи вносили як ґрунтовий (харнес, 1,5 л/га, обприскування ґрунту після сівби, але до появи сходів кукурудзи), так і страховий (хармоні, 10 г/га + 200 мл/га ПАР Тренд 90, обприскування посівів у фазі 3–7 листків у кукурудзи) гербіциди.

Польові й лабораторні дослідження проводили згідно з Методикою державного сортопробування сільськогосподарських культур [6; 7; 10]. Математичний аналіз одержаних результатів досліджень здійснювали з використанням дисперсійного методу за Б. А. Доспеховим (1985) із використанням комп'ютерної програми *Statistika 6*.

**Виклад основного матеріалу.** Традиційно для вирощування в зоні Західного Лісостепу рекомендовано гібриди ранньостиглі – ФАО 100-

200, та середньоранні – ФАО 201-300. Досліджувані нами гібриди, незалежно від оригінатора, належать до двох інших груп стиглості згідно з класифікацією ФАО: середньоранні – ФАО 201-300, та середньостиглі – ФАО 301-400. Проте, як бачимо з характеристики, фактичне ФАО досліджуваних нами середньостиглих гібридів становить 310 або 320, тобто перебуває на межі з гібридами попередньої групи стиглості, що зменшує ризик їх пошкодження можливими ранніми осінніми приморозками. Доцільність вивчення таких середньостиглих гібридів зрозуміла, адже що вища група стиглості, то більша врожайність гібридів.

З індексом ФАО тісно пов'язаний період вегетації кукурудзи. Вважаємо за доцільне зауважити, що в умовах достатнього зволоження, зокрема в роки з рівномірним розподілом опадів, навіть ранньостиглі гібриди української селекції не закінчують період вегетації за 190–105 днів, як це передбачено класифікацією ФАО. Багаторічні дослідження в умовах Західного Лісостепу Львівщини свідчать, що фактичний період вегетації ранньостиглих гібридів тривав залежно від досліджуваних елементів технології 126–132 доби, а середньоранніх – ще на 6–9 діб довше [2; 13].

Спостерігаючи за гібридами нового покоління, ми зауважили аналогічну картину. За мінімальної густоти стояння рослин тривалість періоду вегетації середньоранніх гібридів становила 130, а середньостиглих – 138 діб (див. табл.).

Збільшення густоти посіву до 85 тис. рослин на 1 га призвело до зростання періоду вегетації відповідно до 136 та 146 діб.

Незважаючи на відносно довгий період від сівби до повної стиглості (у нашому випадку це збігається з датою збирання врожаю), вологість зерна була різною і, як бачимо з табл., залежала від групи стиглості, морфологічних і біологічних особливостей гібрида, а також густоти стояння рослин. Із групи середньоранніх гібридів кращу позицію щодо вологості зерна на час збирання врожаю посів гібрид ДКС 3623: 16,2–17,7 % залежно від густоти посіву. Серед гібридів середньостиглих кращим щодо вологості зерна на час збирання врожаю виявився знову гібрид компанії *DEKALB*<sup>®</sup> – ДКС 3969: 20,2–21,9 %.

Аналіз урожайності середньоранніх гібридів за два роки дає підстави для висновку, що загущення посівів від 70 до 80 тис. рослин на 1 га сприяє істотному її зростанню. Проте при збільшенні густоти стояння до 85 тис. рослин на 1 га спостерігаємо незначне (гібрид П 8816), або істотне зниження врожайності (гібриди П 8409 і ДКС 3623).

**Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти посіву  
(у перерахунку на вологість 14 %), середнє за 2019–2020 рр.**

Гібрид	Густота посіву, тис./га	Урожай- ність, т/га	Відхилення, ±		Вологість зерна під час збирання, %
			ц/га	%	
середньоранні					
П 8816	70	14,2	-	-	17,2
	75	14,8	0,6	4,2	17,8
	80	15,5	1,3	9,2	18,1
	85	15,3	1,1	7,7	18,4
П 8409	70	12,3	-	-	17,8
	75	12,9	0,6	4,9	18,3
	80	13,6	1,3	10,6	18,6
	85	13,0	0,7	5,7	19,0
ДКС 3623	70	11,6	-	-	16,2
	75	12,2	0,6	5,2	16,7
	80	12,9	1,3	11,2	17,3
	85	12,2	0,6	5,2	17,7
середньостиглі					
П 9234	70	16,6	-	-	20,6
	75	17,1	0,5	3,0	21,1
	80	16,5	-0,1	-0,6	21,7
	85	15,8	-0,8	-4,8	22,2
ДКС 3969	70	14,0	-	-	20,2
	75	14,5	0,5	3,6	20,8
	80	13,9	-0,1	-0,7	21,4
	85	13,0	-1,0	-7,1	21,9
ДКС 3939	70	12,0	-	-	22,3
	75	12,5	0,5	4,2	22,9
	80	12,1	0,1	0,8	23,4
	85	11,4	-0,6	-5,0	24,0
ДС 0336	70	15,4	-	-	23,4
	75	16,0	0,6	3,9	24,1
	80	16,5	1,1	7,1	24,6
	85	17,1	1,7	11,0	25,2

НІР<sub>05</sub>, т/га: 0,4–0,5 за гібридом, 0,3–0,4 за густотою посіву.

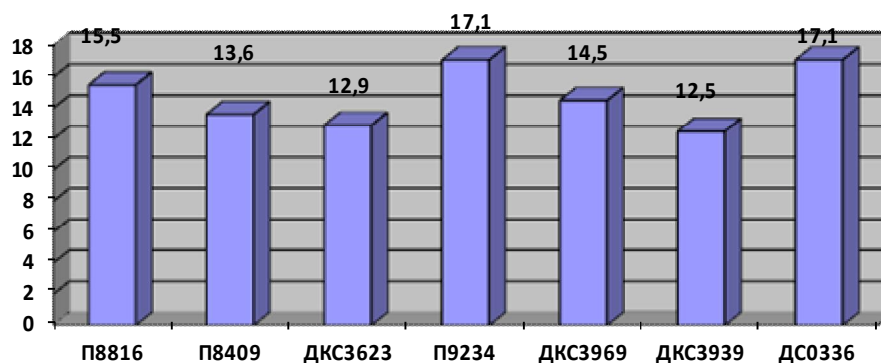


Рис. Урожайність гібридів за оптимальної густоти стояння рослин, т/га  
(середнє за 2019–2020 рр.)

Середньостиглі гібриди, крім ДС 0336, позитивно реагували на загушення посівів до 75 тис. рослин на 1 га. Подальше збільшення густоти недоцільне, оскільки спостерігаємо істотне зниження врожайності.

Виняток становив, причому впродовж обох років досліджень, гібрид ДС 0336 компанії *Brevant seeds*. Істотне зростання врожайності спостерігали у всіх варіантах густоти посіву, і воно досягло рівня 17,1 т/га за густоти посіву 85 тис. рослин на 1 га.

Щодо гібридів, то з групи середньоранніх найкращим виявився П 8816 з урожайністю 15,5 т/га, на другому місці гібрид П 8409 – 13,6 т/га, на третьому – гібрид ДКС 3623 – 12,9 т/га. Окремі середньостиглі гібриди – П 9234 і ДС 0336 – формували істотно вищий урожай, ніж середньоранні: 17,1 т/га. Третю і четверту сходинку посіли гібриди ДКС 3969 і ДКС 3939 з урожайністю відповідно 14,5 і 12,5 т/га (див. рис.).

**Висновки.** З метою раціонального використання зернозбиральної техніки і транспортних засобів в умовах Західного Лісостепу доцільно сіяти гібриди, що належать до різних груп стиглості: середньоранніх та середньостиглих. Перевагу слід надавати гібридам П 8816 та П 8409 із групи середньоранніх, а також середньостиглим гібридам П 9234, ДКС 3969 та ДС 0336. Оптимальна густина стояння рослин перед збиранням урожаю становить 80 тис./га для середньоранніх та 75 тис./га для середньостиглих гібридів. За винятком гібрида ДС 0336, який доцільно загущувати до 85 тис. рослин на 1 га.

#### Бібліографічний список

1. Бомба М. І. Кукурудза: загальні особливості технології у західному регіоні. *Агроном*. 2004. № 4 (6). С. 40–42.
2. Бомба М. І., Тучапський О. Р., Гринда О. А. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від площі живлення в умовах Західного Лісостепу. *Проблеми агропромислового комплексу Карпат: міжвід. темат. наук. зб.* 2010. Вип. 19. С. 144–148.
3. Густина посіву кукурудзи. URL: <https://tdnasinnya.com/uk/statti/kukurudza/158-gustota-posivu-kukurudzi> (дата звернення: 09.02.2021).
4. Каламбет В. Вплив структурних показників на врожайність кукурудзи. URL: <https://superagronom.com/blog/254-vpliv-strukturnih-pokaznikiv-na-vroжайnist-kukurudzi> (дата звернення: 09.02.2021).
5. Логінова І. Секрети кукурудзяного успіху. *Агроіндустрія*. 2019 (липень). URL: <https://infoindustria.com.ua/sekrety-kukurudzya-nogo-usipihu> (дата звернення: 09.02.2021).
6. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур / за ред. В. В. Волкодава. Київ, 2001. 65 с.
7. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. / В. Г. Дідора, О. Ф. Смаглій, Ермант-рау Е. Р. та ін. Київ: Центр учбової літ., 2013. 264 с.
8. Минкін М. В., Берднікова О. Г., Минкіна Г. О. Формування продуктивності кукурудзи на зерно залежно від живлення та густоти стояння в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 106. URL: [http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/106\\_2019/17.pdf](http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/106_2019/17.pdf) (дата звернення: 09.02.2021).
9. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Вплив строків сівби, густоти рослин та абіотичних факторів на формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу Західного. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 31–38.
10. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / М-во аграр. політ. України; за ред. В. О. Єщенка. Київ: Дія, 2005. 288 с.
11. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-те вид., виправ., допов. Львів: НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.
12. Рибка В., Ляшенко Н., Дудка М. Вирощування кукурудзи в Україні. Яка перспектива? URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/11994-vyroshchuvannia-kukurudzy-v-ukraini-yaka-perspektyva.html> (дата звернення: 09.02.2021).
13. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від площі живлення в умовах Західного Лісостепу / М. Бомба, І. Дудар, О. Тучапський та ін. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2017. № 21. С. 48–52.
14. Хроменко В. Вплив густоти стояння рослин кукурудзи на урожайність зерна. *Агро дайджест. Корпоративне видання ТОВ «АПК «Маїс»*. 2019. Лютий. С. 5.
15. Шинкарук В. А., Коваленко О. А., Романенко В. М. Продуктивність гібридів кукурудзи та витрати на досушування зерна в умовах центральної частини Вінницької області. *Наукові праці: наук.-метод. журн. / ЧДУ ім. П. Могили*. 2011. Т. 150, вип. 138: Екологія. С. 37–42.

Стаття надійшла 17.02.2021

УДК 633.16.631.55:632.11

**FORMATION OF THE SPRING BARLEY YIELD DEPENDING ON CLIMATE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE****I. Shuvar, Doctor of Agricultural Sciences, Professor***ORCID ID: 0000-0002-4149-1761***H. Korpita, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer***ORCID ID: 0000-0002-0908-0129***O. Dudar, Senior Lecturer***ORCID ID: 0000-0002-7065-6887**Lviv National Agrarian University*<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.060>**Шувар І., Корпіта Г., Дудар О. Формування врожайності ячменю ярого залежно від кліматичних умов Західного Лісостепу України**

В умовах вирощування сільськогосподарських культур кліматичні чинники посідають особливе місце, безпосередньо впливаючи на хід процесів в екосистемі. Кліматичні умови зони Лісостепу характерні порівняно м'якою зимою, помірно вологим і теплим літом. Такі умови особливо сприятливі для формування високої продуктивності ячменю ярого в агроценозах навіть за глобальних кліматичних змін. В умовах глобальних кліматичних змін вивчення особливостей формування врожаю ячменю ярого залежно від кліматичних умов Західного Лісостепу України має екологічне та практичне значення.

Метою дослідження було оцінити вплив температури та опадів упродовж вегетаційного періоду на рівень урожайності ячменю ярого. Для цього було поставлено завдання: систематизувати погодні чинники за роки досліджень відповідно до біологічних властивостей культури; проаналізувати врожайність ячменю ярого; сформулювати математичні рівняння залежності продуктивності від зазначених чинників.

Ячмінь ярий вважають культурою досить пластичною до умов навколишнього природного середовища. Однак в усі періоди розвитку ячмінь ярий вразливий до впливу високих температур, особливо в період виходу культури у трубку-формування зерна, а надлишок вологи у ґрунті призводить до недостатнього забезпечення коренів культури киснем, слабкого утворення кореневих волосків, зменшення інтенсивності дихання та врожайності зерна ячменю.

Праналізовано кореляційний зв'язок між формуванням урожаю ячменю ярого та кліматичними факторами Західного Лісостепу України. Досліджено залежність урожайності ярого ячменю від суми активних температур та кількості опадів упродовж вегетаційного періоду.

Оцінка взаємозв'язків між продуктивністю ячменю ярого, сумою активних температур і кількістю опадів показує взаємозв'язок між цими чинниками ( $R^2 = 0,838$  – сума активних температур,  $R^2 = 0,892$  – кількість опадів).

Розраховані рівняння регресії для прогнозування врожайності за метеорологічними даними показали значну участь у формуванні врожаю як кількості опадів, так і суми активних температур упродовж вегетаційного періоду ячменю ярого.

**Ключові слова:** агрофітоценоз, ячмінь ярий, функціональна залежність, кліматичні чинники, урожайність.

**Shuvar I., Korpita H., Dudar O. Formation of the spring barley yield depending on climate conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine**

Under the conditions of growing crops, climatic factors are of essential importance as they directly affect the course of processes in the ecosystem. Climatic conditions of the Forest-Steppe zone are characterized by relatively mild winters, moderately humid and warm summers. Such conditions are especially favorable for the formation of high productivity of spring barley in agroecosystems, even under the global climate change. Considering the conditions of global climate change, the study of peculiarities of formation of the spring barley yield depending on the climatic conditions of the western Forest-Steppe of Ukraine is of ecological and practical significance.

The aim of the research is to evaluate the effect of temperatures and precipitation during the vegetation period on the level of spring barley yield. To do this, the following task was set, particularly to systematize weather factors over the years of research in accordance with the biological properties of the culture; to make analysis of barley yield; to formulate mathematical equations of the dependence of productivity on the specified factors.

The correlation between spring barley yield formation and climatic factors of the western Forest-Steppe of Ukraine was analyzed. The dependence of spring barley yield on the sum of active temperatures and the amount of precipitation during the growing season was studied.

Evaluation of the relationships between the spring barley productivity, the sum of active temperatures and the amount of precipitation shows the dependence between those factors ( $R^2 = 0.838$  – the sum of active temperatures,  $R^2 = 0.892$  – the amount of precipitation).

The regression equations showed a significant effect of the rainfall and sum of temperatures during growing season in the formation of the spring barley yield.

**Key words:** agrophytocenosis, spring barley, functional dependence, climate factors, crop yield.

**Problem setting.** In the plant production, climatic factors are of great importance as they directly affect the course of processes in the ecosystem. Climatic conditions of the Forest-Steppe zone are characterized by relatively mild winters, moderately humid and warm summers. Such conditions are especially favorable for formation of high productivity of spring barley in agrocenoses, even under the global climate change, which has inevitably become a real daily occurrence.

Spring barley is considered to be a plant, which is quite flexible to environmental conditions. For the proper growth, this crop requires relatively little heat – the sum of active temperatures during the growing season is 1250–1450 °C. However, all development stages of spring barley can be affected by high temperatures. A particular detrimental effect of this factor is possible during the grain formation. Scientists have found that an increase in temperature during grain filling by 1° C above the average leads to a decrease in yield by 4.1–5.7 % [1; 6; 10]. Barley seedlings can survive frosts about to -3... -8 °C, but at later phases temperatures below 0 °C are critical for crops, and prolonged exposure to subzero temperatures is usually harmful to the aboveground organs [1–3; 11]. The occurrence of frosts during the flowering of spring barley may have even worse consequences [3–5; 10].

Spring barley has relatively high water requirements. An even distribution of precipitation during the growing season is the most favorable for it, whereas the most critical are the periods of tillering and heading [1; 2; 7; 8; 12].

Precipitation in May promotes development of leaf surface [1; 4; 8–10; 11], lack of moisture in the phase of milk ripeness leads to formation of defective grain, its thinness due to the death of vegetative organs of plants [1; 2; 10]. Excess moisture also negatively affects the yield of barley. In particular, excess soil moisture leads to insufficient oxygen supply to the roots, weak formation of root hairs, reduced respiration rate.

**Setting objectives.** The aim of the research is to assess the influence of temperatures and precipitation during the vegetation period on the level of spring barley yield.

To do this, the following tasks have been fulfilled, particularly systematization weather factors over the years of research in accordance with the biological properties of the culture; analysis of barley yield; formulation of the mathematical dependence of barley productivity on the specified factors.

**Presenting main material.** The research was performed during 2017–2020 on dark gray podzolic medium loam soil of the research field of NNDC of Lviv National Agrarian University. It is characterized by the following agrochemical parameters: humus profile to a depth of 55–70 cm with a humus content in the arable (0–30 cm) layer of 2.0–2.5 %. The reaction of the soil solution is weakly acidic (pH – 5.5–6.5), hydrolytic acidity – 2.0–4.2 mg-eq/100 g of soil. The degree of saturation of the bases is 75–90 %, content of N (according to Cornfield) – 51.2, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (according to Chirikov) – 92.0 and K<sub>2</sub>O (according to Maslova) – 107.0 mg/kg of soil.

The crop rotation in the experiment was as following: peas (Gotovsky variety) – winter wheat (Myronivska 65 variety) – potatoes (Voliya variety) – spring barley (Soncedar variety).

Considering the significant impact of global climate changes on agrocenoses and the environment, our studies have taken into account one of the main factors – agroclimatic indicators. We found that (data from the Dubliany meteorological station – Lviv region, Zhovkva district) over the years of research, there is a tendency to increase of the temperature and decrease of precipitation, as well as their extremely uneven distribution during the growing season, which clearly indicates a change in climatic conditions in the Western Forest-Steppe of Ukraine (Fig.).

The equation of the dependence of spring barley yield on the sum of active temperatures was written as follows:

$$Y = -3.725X^2 + 17,615X + 65,075, \text{ where:}$$

Y is the yield, X is the sum of active temperatures during the growing season.

$$\text{The coefficient of determination } R^2 \text{ is } 0.838.$$

The equation of the dependence of the yield of spring barley on the amount of precipitation was written as follows:

$$Y = -38.15X^2 + 231.29X + 92, \text{ where:}$$

Y – yield, X – rainfall during the growing season.

$$\text{The coefficient of determination } R^2 \text{ is } 0.892.$$

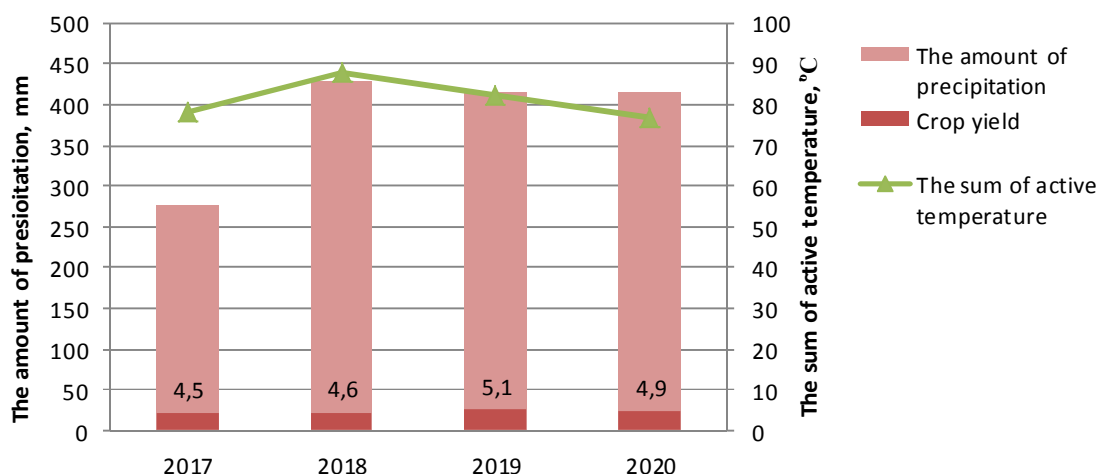


Fig. Yield of spring barley (t/ha) depending on the sum of active temperatures and precipitation during the growing season in the Western Forest-Steppe.

Mathematical and statistical calculations of the influence of climatic factors indicate the existence of a close relationship, but the amount of precipitation during the growing season has a slightly more significant effect on the yield of spring barley.

**Conclusions.** Under the conditions of global climate changes, the study of the spring barley yielding depending on the climatic conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine are of ecological and practical significance.

Evaluation of the relationships between the productivity of spring barley, the sum of active temperatures and the amount of precipitation shows the significant relationship between these factors ( $R^2 = 0.838$  – the sum of active temperatures,  $R^2 = 0.892$  – the amount of precipitation).

The calculated regression equations for forecasting the yield according to meteorological data showed a significant participation of the amount of precipitation and the sum of active temperatures during the growing season of spring barley in formation of the crop yield.

### References

1. Final report «On research work on the development of scenarios for climate change in Ukraine in the medium and long term using data from global and regional models». UkrHMI. URL: <https://uhmi.org.ua/project/rvndr/climate.pdf> (Last accessed: 09.02.2021).
2. Hryaznov A. A. Karabalyk barley. Kustanay: Kustanayskyy pechatnyy dvor, 1996. 448 p.
3. Karimov H. I., Muravyova O. O. *Economic sciences*. Mathematical methods in economics. URL: [http://www.rusnauka.com/21\\_NNP\\_2010/Economics/70435.doc.htm](http://www.rusnauka.com/21_NNP_2010/Economics/70435.doc.htm) (Last accessed: 11.02.2021).
4. Korpita H., Shuvar I. Influence of spring barley crop protection on photosynthetic activity. *Theory and practice of development of agro-industrial complex and rural areas. Mater. Intern. scientific-practical forum. (September 22–24, 2020)*. Lviv, 2020. P. 194–196.
5. Schelling K. J. Relationships between yield and quality parameters of malting barley and phenological and meteorological data. *Aron. And Crop Sci.* 2003. No. 2. P. 113–122.
6. Scheu S., Schlitt N., Tunov A. V. et al. Effects of the presence and community composition of earthworms on microbial community functioning. *Oecologia*. 2002. 133. P. 254–260.
7. Scown J., Baker G. The influence of livestock dung on the abundance of exotic and native earthworms in a grassland in south-eastern Australia. *Eur J Soil Biol.* 2006. No. 42. P. 310–315.
8. Shen Y. Earthworms in traditional Chinese medicine (Oligoecia: Lumbricidae, Megascolecidae). *Zool Middle East, Suppl.* 2010. No. 2. P. 171–173.
9. Shuvar I. A., Binert B. I., Korpita H. M. Influence of the system of basic tillage and herbicide on yield and quality of potato tubers in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Theory and practice of development of agro-industrial complex and rural areas: materials of the XVI International scientific-practical forum. (September 23–25, 2015)*. Lviv, 2015. P. 60–64.
10. Shuvar I. A., Korpita A. M. *Agribusiness. Reduce weediness*. 2020. No. 3 (62). P. 40–42.
11. Shuvar I., Korpita H. Herbological condition and herbicide control of potato agrophytocenosis in the western part of Ukraine. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech.* 2020. No. 355 (54) 2. P. 31–38.
12. Shuvar I. A., Korpita H. M., Yunyuk A. V. Productivity of spring barley and potatoes in agroecosystems of the Western Forest-Steppe of Ukraine: monograph. Lviv: Ukrainski tehnolohii, 2019. 150 p.

Стаття надійшла 01.03.2021

УДК 582.661.21.(292.485):631.8

## ВПЛИВ РІВНІВ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ АМАРАНТУ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

М. Тирус, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0002-9882-9540

Львівський національний аграрний університет

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.063>

### Тирус М. Вплив рівнів удобрення на продуктивність амаранту в умовах Лісостепу Західного

Амарант (*Amaranthus L.*) – це цінна кормова, зернова, технічна, харчова, лікарська та овочева культура. Це одна з найбільш посухостійких культур України та найінтенсивніше розвивається за температури понад 30°C. Врожайність зеленої маси амаранту подекуди досягає 250 т/га, а потенціал врожайності становить близько 4–6 т/га. Головною цінністю амаранту є здатність нагромаджувати у зерні й листках багато білка. За вмістом у насінні білка (15–18 %) амарант перевищує пшеницю (12–14 %), рис (7–10 %), кукурудзу (9–10 %) та інші зернові культури.

Амарантова олія містить до 8 % сквалену – речовини, яка є відмінним антиоксидантом. Польові дослідження проводили в умовах Західного Лісостепу України, впродовж 2019–2020 років, на кафедрі технологій у рослинництві Львівського національного аграрного університету. За результатами досліджень за високих рівнів удобрення рослини амаранту мали більш яскраве забарвлення листя і кращий розвиток вегетативної маси. Також спостерігали подовження міжфазних періодів, зумовлене появою на рослинах гілок із волотями другого порядку, які цвіли при утворенні зерна у волотях основного суцвіття. Найкращі показники структури врожаю зерна сорту Ультра в умовах Лісостепу Західного забезпечив рівень удобрення  $N_{200}P_{80}K_{120}$ : висота рослини становила 166,9 см, довжина волоті – 89,4 см, маса насіння з однієї рослини – 30,5 г, маса тисячі насінин – 0,78 г. Дослідженнями встановлено, що найвищий рівень урожайності зерна амаранту забезпечила норма мінерального удобрення  $N_{200}P_{80}K_{120}$  – 22,9 ц/га, що на 14,3 ц/га більше за контрольний варіант. При цьому окупність кілограма д. р. мінеральних добрив приростом урожайності зерна амаранту становила 3,56 кг.

**Ключові слова:** амарант, структура, маса 1000 насінин, урожайність, сорт Ультра, рівень удобрення, мінеральні добрива.

### Tyrus M. Influence of fertilizer levels on amaranth productivity in the conditions of the Western Forest-Steppe

Amaranth (*Amaranthus L.*) is a valuable fodder, grain, technical, food, medicinal and vegetable crop. It is one of the most drought-resistant crops in Ukraine and the most intensively develops at temperatures above 30 °C. The yield of amaranth green mass sometimes reaches 250 t/ha, and the yield potential is seeds – up to 4–6 t/ha. In terms of protein content in seeds (15–18 %) amaranth exceeds wheat (12–14 %), rice (7–10 %), corn (9–10 %) and other cereals.

The main value of amaranth is the ability to accumulate a lot of protein in grains and leaves. Amaranth oil contains up to 8 % squalene – a substance that is an excellent antioxidant. Field research was conducted in the Western Forest-Steppe of Ukraine, during 2019–2020, at the Department of Plant Technology in Lviv National Agrarian University. According to the research, it was noted that, at high levels of fertilizer, amaranth plants had a brighter leaf color and better development of vegetative mass. Also, there was an elongation of the interphase periods due to the appearance on the plants of branches with panicles of the second order, which bloomed during the formation of grain in the panicles of the main inflorescence.

The best indicators of the grain structure of the Ultra variety in the Western Forest-Steppe conditions were provided by the fertilizer level  $N_{200}P_{80}K_{120}$ : the height of the plant was 166.9 cm, the length of the panicle was 89.4 cm, the weight of seeds from one plant was 30.5 g, the weight of a thousand of seeds was 0.78 g. The studies have shown that the highest level of yield of amaranth grain was provided by the rate of mineral fertilizer  $N_{200}P_{80}K_{120}$  – 22.9 c/ha, which is by 14.3 c/ha more than the control option. At the same time, the payback per kilogram of mineral fertilizers increased at the yield of amaranth grain equal to 3.56 kg.

**Key words:** amaranth, structure, weight of 1000 seeds, yield, Ultra variety, fertilizer level, mineral fertilizers.

**Постановка проблеми.** Упродовж останніх десятиліть в Україні, та й у світі загалом, спостерігаються подекуди шокуючі зміни клімату. На сьогодні клімат України у тренді глобального потепління, яке охопило всю територію нашої країни, а швидкість підвищення температури

повітря навіть дещо випереджає середньосвітову [1]. У період таких різючих змін усе більше фермерів України звертають увагу на більш посухостійкі культури, зокрема на амарант. Це одна з найбільш посухостійких культур України та найінтенсивніше розвивається за температури

понад 30 °С. Урожайність зеленої маси амаранту подекуди досягає 250 т/га, а потенціал урожайності насіння становить близько 4–6 т/га [6; 7].

Амарант має великі перспективи вирощування у Лісостепі Західному, які не реалізуються через відсутність досконалих технологій, адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов зони. Тому на сьогодні актуальне вивчення впливу агротехнологічних прийомів на продуктивність амаранту в умовах Лісостепу Західного.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Амарант (*Amaranthus L.*) – це цінна кормова, зернова, технічна, харчова, лікарська та овочева культура. Головною цінністю амаранту є здатність нагромаджувати в зерні й листках багато білка. За міжнародною шкалою якості білків найвищий ступінь біологічної цінності має білок насіння амаранту – 75 балів, пшениці – 56,9, соєвих бобів – 68, і коров'ячого молока – 72,2 бала. За вмістом у насінні білка (15–18 %) амарант перевищує пшеницю (12–14 %), рис (7–10 %), кукурудзу (9–10 %) та інші зернові культури [2; 5].

Амарантова олія містить до 8 % сквалену – речовини, яка є відмінним антиоксидантом. До недавня основним джерелом сквалену був жир печінки рідкісної глибоководної акули, де його міститься близько 2 %. Фахівці вважають сквален антипухлинним засобом, спроможним підвищувати сили імунної системи у декілька разів, забезпечуючи тим самим стійкість організму до різних захворювань. Сквален захищає від радіації, перетворюючись на вітамін Д [2; 4].

На 2019 рік площа посіву амаранту в Україні становила близько 4 тис. га. Площі посіву переважно зосереджені на Сході та Півдні України. У Лісостепі Західному площі під амарант становили 800 га, із них близько 30 % – органічні. Найбільші посіви амаранту зосереджені на Прикарпатті (Тернопільська та Львівська області) і Закарпатті (до 100 га).

**Постановка завдання.** Наше завдання – встановити вплив рівнів удобрення на формування показників структури врожайності амаранту в умовах Лісостепу Західного.

**Виклад основного матеріалу.** Польові дослідження проводили в умовах Західного Лісостепу України, впродовж 2019–2020 років, на кафедрі технологій у рослинництві Львівського національного аграрного університету, відповідно до загальноприйнятих методик [3]. Ґрунт дослідних ділянок – темно-сірий опідзолений легкосуглинковий, з такими агрохімічними характеристиками: вміст гумусу (за методом Тюріна) – 2,00 %, рН – 5,98, легкогідралізований азот – 116 мг/кг ґрунту, рухомі форми фосфору (за методом Чирикова) – 126 мг/кг ґрунту, рухомі форми калію (за Чириковим) – 112 мг/кг ґрунту, вміст міді – 1,24 мг/кг, та цинку – 1,08 мг/кг, марганцю (за методом Пейве-Рінккіса) – 17,0 мг/кг, бору (за методом Рінккіса) – 0,92 мг/кг, заліза – 132,0 мг/кг.

Сорт Ультра – це ранньостиглий сорт, рекомендований для вирощування у зоні Степу, Лісостепу та Полісся, зернового напряму використання. Оригіна́тор сорту – Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва, зареєстрований 1998 року. Вид *A. hybridus*. Рослини заввишки 165 см. Листя зелене, опушення відсутнє, суцвіття – напівстисла компактна світло-зелена волоть, при дозріванні – жовтого кольору. Насіння біле. Потенціал урожайності насіння – 2,7 т/га.

Результати досліджень засвідчують, що за високих рівнів удобрення рослини амаранту мали більш яскраве забарвлення листя і кращий розвиток вегетативної маси. Також спостерігали подовження міжфазних періодів, зумовлене появою на рослинах гілок із волотями другого порядку, які цвіли при утворенні зерна у волотях основного суцвіття. Структуру врожаю зерна сорту амаранту Ультра у 2019–2020 роках показано в табл. 1.

Таблиця 1

Структура врожаю зерна сорту амаранту Ультра, 2019–2020 рр.

Рівень удобрення	Висота рослини, см	Довжина волоті, см	Маса насіння з однієї рослини, г	Маса 1000 насінин, г
контроль	105,5	48,6	14,5	0,71
N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>40</sub>	123,7	52,6	18,4	0,73
N <sub>80</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub>	136,4	72,1	23,8	0,74
N <sub>120</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub>	153,2	84,5	29,4	0,75
N <sub>160</sub> P <sub>80</sub> K <sub>120</sub>	158,7	86,3	29,7	0,77
N <sub>200</sub> P <sub>80</sub> K <sub>120</sub>	166,9	89,4	30,5	0,78



**Урожайність амаранту сорту Ультра та окупність добрив залежно від рівня мінерального удобрення, 2019–2020 рр.**

Рівень удобрення	Врожайність, ц/га			Приріст урожайності зерна, +		Окупність добрив зерном, кг/кг д. р.
	2019 р.	2020 р.	середнє	ц/га	%	
контроль	8,8	8,2	8,5	-	-	-
N <sub>40</sub> P <sub>20</sub> K <sub>40</sub>	14,4	13,9	14,2	5,7	67	5,70
N <sub>80</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub>	17,5	17,2	17,4	8,9	105	4,45
N <sub>120</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub>	20,5	19,4	20,0	11,5	135	4,79
N <sub>160</sub> P <sub>80</sub> K <sub>120</sub>	22,2	21,6	21,9	13,4	158	3,72
N <sub>200</sub> P <sub>80</sub> K <sub>120</sub>	22,9	22,6	22,8	14,3	168	3,56

НІР<sub>05</sub>, ц/га: 2019 р. – 0,43  
2020 р. – 0,53

Застосування мінеральних добрив впливало не лише на інтенсивність ростових процесів амаранту, а й зумовлювало зміни у співвідношенні між морфологічними органами рослин. Так, висота рослин збільшувалася під впливом мінеральних добрив на 18,2–61,4 см відносно контрольного варіанта залежно від норми. Одночасно покращання мінерального живлення сприяло збільшенню довжини волоті на 4–40,8 см залежно від варіанта досліджу.

Маса 1000 насінин – видовий показник, що значною мірою залежить від сорту та умов формування насіння. Збільшення рівня удобрення сприяло збільшенню маси 1000 насінин. У наших дослідженнях найвищий показник маси 1000 насінин та масу насіння з однієї рослини отримали за рівня удобрення N<sub>200</sub>P<sub>80</sub>K<sub>120</sub> – 0,78 г та 30,5 г, що є, відповідно, на 0,07 г і 16 г більше за контроль.

Дослідженнями встановлено, що найвищий рівень урожайності зерна амаранту забезпечила норма мінерального удобрення N<sub>200</sub>P<sub>80</sub>K<sub>120</sub> – 22,9 ц/га, що на 14,3 ц/га більше за контрольний варіант. При цьому окупність кілограма д. р. мінеральних добрив приростом урожайності зерна амаранту становила 3,56 кг. Найвищий показник окупності добрив зерном – 4,79 кг/кг д. р. було зафіксовано за норми удобрення N<sub>120</sub>P<sub>40</sub>K<sub>80</sub> – із рівнем урожайності 20,0 ц/га (табл. 2).

**Висновки.** Результати досліджень свідчать, що в умовах Лісостепу Західного сорт амаранту

Ультра істотно реагує на застосування мінеральних добрив та забезпечує формування сталих врожаїв. При застосуванні норми мінерального удобрення N<sub>200</sub>P<sub>80</sub>K<sub>120</sub> було отримано найвищі показники структури врожаю та рівня урожайності – 22,6 ц/га.

#### Бібліографічний список

1. Адаменко Т. Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермерам? Київ, 2019. 36 с.
2. Гопцій Т. І. Амарант: біологія, вирощування, перспективи використання, селекція: монографія. Харків, 1999. 273 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 379 с.
4. Лиманська С. В. Мінливість та зв'язки деяких морфологічних ознак амаранту (AMARANTHUS L.). URL: <http://genres.com.ua/assets/files/9/165.pdf> (дата звернення: 28.05.2021).
5. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування амаранту в умовах Південного Степу України / Федорчук М. І. та ін. Херсон, 2017. 25 с.
6. Носенко Ю. Дар богів. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/66-dar-bohiv.html> (дата звернення: 28.05.2021).
7. Українські фермери продемонстрували неймовірну зацікавленість до вирощування амаранту. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/news-agro/ukrainski-fermeri-prodemonstruvali-neymovirnu-zacikavlenist-do-viroshuvannya-amarantu> (дата звернення: 28.05.2021).

Стаття надійшла 08.06.2021

УДК 631.527:633.11

## **ВРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЧАСУ ВІДНОВЛЕННЯ ВЕСНЯНОЇ ВЕГЕТАЦІЇ ТА СТРОКУ СІВБИ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

**Т. Ящук, к. с.-г. н.***ORCID ID: 0000-0002-5613-7925***Н. Самець, н. с.***ORCID ID: 0000-0002-2449-6552***Ю. Грицевич, м. н. с.***ORCID ID: 0000-0003-4762-3267***Л. Олекшій, м. н. с.***ORCID ID: 0000-0001-8090-3469*

*Тернопільська державна сільськогосподарська дослідна станція  
ІКСГП НААН*

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.066>

**Ящук Т., Самець Н., Грицевич Ю., Олекшій Л. Врожайність пшениці озимої залежно від часу відновлення весняної вегетації та строку сівби в умовах Західного Лісостепу України**

Представлено аспекти впливу екологічного чинника часу відновлення весняної вегетації (ЧВВВ) на показники продуктивності зерна пшениці озимої. Установлено, що в умовах Західного Лісостепу України вплив цього чинника істотний, адже кінцева продуктивність пшениці озимої формується не стартовими умовами на початку вегетації (характер і якість сонячної радіації), а саме тривалістю вегетації від її відновлення до колосіння. Тобто довший період вегетації сприяє повнішому використанню пшеницею озимою елементів кореневого та атмосферного живлення.

У результаті аналізу отриманих даних було виявлено певну кореляцію продуктивності пшениці озимої від ЧВВВ. Встановлено, що вона є неоднаковою для різних строків сівби і кількісно відображається криволінійною залежністю у розрахованих рівняннях регресії. Ця зумовленість описується поліномом (параболою) другого ступеня. При середній даті ЧВВВ 17 березня за роки досліджень (1982–2020) для ділянок, які були засіяні у ранні строки (5–15 вересня), залежність була меншою, і кореляційне відношення зв'язку становило 0,18–0,23. При зміщенні посіву в бік пізніх строків залежність урожайності пшениці озимої від ЧВВВ стає більш помітною. Кореляційне відношення криволінійного зв'язку зростає від 0,27 при сівбі 5 жовтня до 0,56 при висіванні 25-го числа. Найвища продуктивність при висіванні 5 жовтня була при ЧВВВ відповідно від 1 до 18 березня, за сівби 15 та 25 жовтня – при ЧВВВ від 27 лютого до 17 березня і від 25 лютого до 14 березня. Для цих двох останніх строків при пізньому ЧВВВ спостерігали значне зниження продуктивності (30–40 % і більше). Так, при сівбі 25 жовтня розрахункова врожайність за дуже раннього ЧВВВ – 24 лютого – становить 5,99 т/га, за середнього (10 та 24 березня) знижується з 5,98 до 4,91 т/га, а за пізнього ЧВВВ – 10 квітня – становить лише до 2,23 т/га.

**Ключові слова:** погодні умови, пшениця озима, строки сівби, час відновлення весняної вегетації.

**Yashchuk T., Samets N., Hrytsevych Y., Olekshii L. Influence of time of restoration of spring vegetation and terms of sowing on winter yield in the conditions of the Western Forest-Steppe**

The article considers the aspects of influence of the ecological factor of the time of spring vegetation recovery (TSVR) on the indicators of winter wheat grain yield. It is established that in the conditions of the western Forest-Steppe of Ukraine the influence of this factor is significant, because the final productivity of winter wheat is formed not by the initial conditions at the beginning of vegetation (nature and quality of solar radiation), but by the vegetation duration from its recovery to earing. So, a longer growing season contributes to a fuller use of the elements of root and atmospheric nutrition by winter wheat.

As a result of the analysis of the obtained data, a certain dependence of winter wheat yield on TSVR was revealed. It is established that it is not the same for different sowing dates, which is quantitatively reflected by the curvilinear dependence in the calculated regression equations. This conditionality is described by a polynomial (parabola) of the second degree. With an average date of TSVR for the years of the research (1982–2020) on March 17, for plots sown early (5–15 September), the dependence was lower and the correlation ratio was 0.18–0.23. When shifting crops towards late dates, the dependence of winter wheat yield on TSVR becomes more noticeable. The correlation ratio of the curvilinear bond increases from 0.27 for sowing on October 5 to 0.56 for sowing on October 25. The highest productivity at sowing on October 5 was observed at TSVR from March 1 to 18, respectively, at sowing on October 15 and 25, TSVR, from February

27 to March 17 and from February 25 to March 14. For these last two terms, a significant decrease in the yield (30–40 % and more) was observed during the late TSVR. Thus, when sowing on October 25, the estimated yield at very early TSVR – February 24 is 5.99 t/ha, at average (10 and 24 March) decreases from 5.98 to 4.91 t / ha, and at late TSVR – 10 April is only up to 2.23 t/ha.

**Key words:** weather conditions, winter wheat, sowing terms, time of spring vegetation recovery.

**Постановка проблеми.** У пшениці озимої, як і в решти представників озимих культур, тривалість між посівом та дозріванням досить значна і становить 280–320 днів. Період відносного спокою, коли припиняється надземна вегетація, становить близько 100–120 днів. Решту 200–220 днів культура росте та розвивається під впливом основних метеорологічних чинників. Тривалий період вегетації рослин пшениці озимої дає змогу рослинам синтезувати більшу кількість органічних речовин у процесі фотосинтезу порівняно з рослинами ранніх ярих зернових колосових культур. Важливо й те, що втрати врожаю, спричинені несприятливими погодними умовами в попередньому періоді, певною мірою можуть бути компенсовані на наступному етапі росту та розвитку рослин. Інакше кажучи, рослини озимих форм мають значно ширші компенсаторні механізми втрат урожаю порівняно з рослинами ярого типу розвитку. Але в кожному з періодів росту рослин пшениці озимої в умовах Західного Лісостепу України в окремі роки проявляється низка чинників, які мають негативний вплив на формування врожаю. Найбільш небезпечними явищами є посухи в осінній, весняний періоди, а взимку – комплекс несприятливих чинників, що можуть зумовити часткову, а зрідка й повну загибель посівів. Наслідки дії цих негативних чинників можуть проявлятися до середини весняного або ж навіть початку літнього періодів. Для формування агроценозу посівів пшениці озимої надзвичайно важливе значення мають погодні умови осіннього та весняного періодів. Наші дослідження доводять, що в умовах Західного Лісостепу України найвища врожайність досліджуваної культури досягається за умови, коли щільність продуктивного стеблостою на 1 м<sup>2</sup> на час збирання врожаю, залежно від сорту, становить від 500 до 600 штук. Відомо, що щільність посівів пшениці озимої формується впродовж осіннього та весняного періодів. Оптимальні параметри посівів на час припинення осінньої вегетації, за нашими даними, – 800–1200 стебел на 1 м<sup>2</sup>. Як надмірне загущення, так і зрідження стеблостою, призводять до певних втрат врожаю. За сприятливих умов щодо вологозабезпечення чинниками, що впливають на щільність посівів на час припинення осінньої

вегетації, є строки сівби, попередники та використання добрив чи ріст регулюючих речовин. Але за умови розміщення посівів після одного попередника та в разі використання однакового рівня мінерального живлення рослин головним чинником є строк сівби.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Погодні умови весняного періоду вегетації пшениці озимої надзвичайно важливі для формування її врожаю. Від часу, коли розпочинається весняна вегетація рослин, залежить не лише кількість зібраного врожаю, а й його якісні показники. Вперше в Україні виявив та обгрунтував істотний вплив часу відновлення весняної вегетації на продуктивність посівів пшениці озимої В. Д. Мединець [3]. Він також запропонував заходи підвищення якісних показників зерна та забезпечення рівня стабільності врожайності залежно від часу відновлення весняної вегетації. Надалі у своїх публікаціях В. Д. Мединець переконує в тому, що саме характер та особливості погодних умов на початку відновлення весняної вегетації рослин пшениці озимої вирішальні у формуванні продуктивності їхніх посівів. Наступними роками значний внесок у розвиток цього наукового напрямку зробили такі вчені, як І. Т. Нетіс [5], І. В. Бойчук, В. В. Базалій, О. Л. Уліч, М. М. Корхова, М. І. Мостіпан, Н. Л. Умрихін [1; 2; 4; 7]. Результати досліджень вказаних авторів дали їм змогу детальніше класифікувати терміни відновлення вегетації рослин пшениці озимої для умов Центрального та Східного Лісостепу, а також Північного Степу України. Зокрема, вони стверджують, що час відновлення весняної вегетації рослин зумовлює циркуляція теплих чи холодних атмосферних мас повітря, а не висота сонця на небосхилі. Вчені наголошують, що за різних термінів відновлення вегетації виникають різні можливості у рослин пшениці озимої щодо забезпечення їх елементами ґрунтового та повітряного живлення. За раннього відновлення вегетації рослини краще забезпечені основними факторами життя, ніж за пізнього.

Дослідження щодо впливу часу відновлення весняної вегетації (ЧВВВ), його достовірної дії на ріст і розвиток рослин, урожайність пшениці озимої для зони Західного Лісостепу України ми

розпочали у 2019 році, і на сьогодні вони доцільні та актуальні в умовах зміни клімату [6].

**Постановка завдання.** Наше завдання – розробити науково-практичні рекомендації для впровадження та коригування еколого-адаптивних технологій вирощування пшениці озимої в Західному Лісостепу України залежно від ЧВВВ та погодних умов упродовж ранньовесняного періоду росту рослин; визначити вплив ЧВВВ на врожайність пшениці озимої.

Польові дослідження проводили у період 1982–2020 рр. на полях Тернопільської державної сільськогосподарської дослідної станції ІКСГП НААН. Пшеницю озиму висівали після бобових попередників у різні строки сівби, починаючи з 25 серпня по 25 жовтня з інтервалом десять днів. Технологія вирощування типова для цієї зони. Ґрунти дослідної ділянки – чорноземи глибокі малогумусні середньосуглинкового механічного складу. Вміст гумусу становить 3,52 %, гідролітична кислотність – 2,21 мг екв./100 г сухого ґрунту. Характерна низька забезпеченість ґрунту лужногідролізованим азотом – 126,0 мг/кг ґрунту (за методикою Корнфілда); підвищена забезпеченість фосфором – 123,0 мг/100 г повітряно-сухого ґрунту (за методом Чирікова) і підвищена забезпеченість калієм – 92,0 мг/100 г повітряно-сухого ґрунту (за методом Чирікова) (за «Матеріалами моніторингу ґрунтів ТДСГДС ІКСГП НААН, м. Хоростків Тернопільської області»).

Клімат у зоні проведення досліджень – помірно континентальний. Середня температура повітря найхолоднішого місяця – січня, за даними Хоростківського агрометеорологічного поста, який функціонує з 1955 року, становить 4,5 С, найтеплішого – липня 18,9 С, а річна сума атмосферних опадів становить 582 мм, основна кількість (358 мм) яких випадає з травня до вересня. Безморозний період триває 182 дні.

**Виклад основного матеріалу.** Основний досліджуваний показник – ЧВВВ – в умовах Західного Лісостепу за роки змінювався від 18 лютого до 17 квітня. Абсолютна амплітуда коливань дат становить 58 днів. ЧВВВ у межах до 1 березня вважався надраннім. У період з 1 по 18 березня – раннім, у період з 19 по 28 березня – середнім, а у період після 28 березня – пізнім. Для кожної групи було обчислено середню врожайність пшениці озимої. Результати обчислень наведено в табл. 1.

За роки досліджень надранній ЧВВВ був у 1989, 1990, 1995, 1997, 1998, 2008, 2015, 2016 рр.; ранній – у 1983, 2001, 2002, 2004, 2007, 2011, 2014, 2017, 2019 рр.; середній – у 1982, 1986, 1988 1991–1993, 1999–2005, 2009–2012, 2020 рр.; пізній – у 1984, 1985, 1987, 1996, 2003, 2006, 2013, 2018 рр.

Як свідчать результати досліджень, найвища продуктивність характерна для раннього та середнього ЧВВВ. При пізніших строках настання цього явища врожайність культури знижується, характер зміни залежить від строку сівби. Максимальна врожайність – 5,70–5,87 т/га – формується при сівбі у період 25 вересня – 5 жовтня зі середнім ЧВВВ, дещо нижча – 5,61–5,64 т/га та 5,53–5,56 т/га – при сівбі 5 жовтня – 25 жовтня з раннім та надраннім ЧВВВ. Мінімальне значення урожайності – 3,45 т/га – досягається при пізньому (25 жовтня) строці сівби з пізнім ЧВВВ.

За результатами досліджень був визначений характер зв'язку між строками сівби та продуктивністю пшениці озимої, за кожного строку сівби залежно від ЧВВВ. Цей зв'язок криволінійний і описується поліномом (параболою) другого ступеня (див. рис.).

Для вересневих посівів тіснота зв'язку була відносно незначна і кореляційне відношення становило 0,18–0,26 (табл. 2).

Таблиця 1

**Врожайність посівів пшениці озимої різних строків сівби залежно від часу відновлення весняної вегетації (ЧВВВ), т/га (1982–2020 рр.)**

ЧВВВ	Строк сівби, дата					
	вересень			жовтень		
	05	15	25	05	15	25
Надранній	4,49	4,92	5,48	5,53	5,43	5,56
Ранній	4,74	5,12	5,59	5,64	5,54	5,61
Середній	5,10	5,49	5,87	5,70	5,25	5,04
Пізній	4,30	4,89	5,20	4,87	4,60	3,45

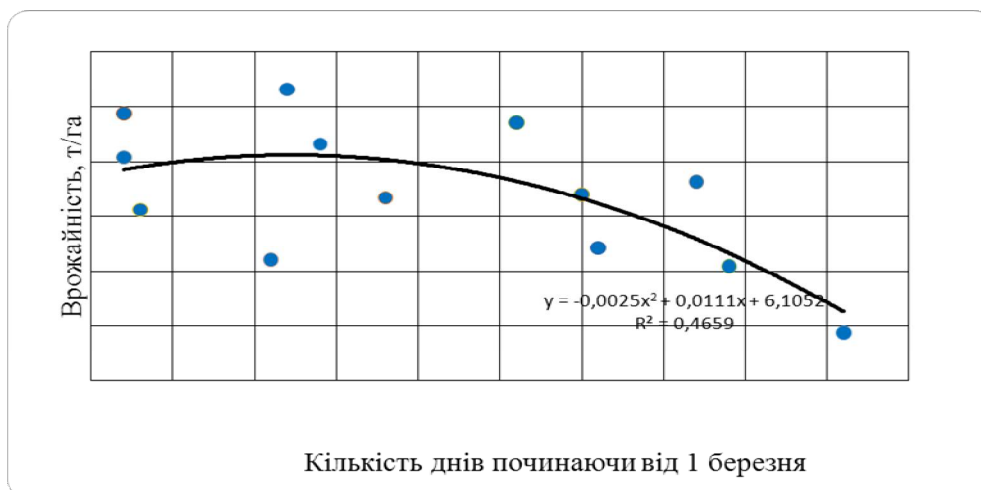


Рис. Залежність урожайності озимої пшениці, посіяної 25 жовтня, від строку ЧВВВ.

Таблиця 2

**Характеристика зв'язку продуктивності пшениці озимої між строками сівби та ЧВВВ**

Показник		Строк сівби, дата					
		вересень			жовтень		
		05	15	25	05	15	25
Кореляційне відношення		0,18	0,23	0,26	0,27	0,40	0,56
Оптимальний період дат ЧВВВ		06-23 березня	04-21 березня	03-20 березня	01-18 березня	27 лютого– 17 березня	25 лютого – 14 березня
Розрахункова врожайність при ЧВВВ, т/га	24 лютого	4,76	5,21	5,71	5,83	6,43	5,99
	10 березня	5,43	5,92	6,19	6,42	6,73	5,98
	24 березня	5,49	5,81	5,88	5,96	5,71	4,91
	10 квітня	3,79	4,64	4,71	4,38	3,19	2,23

У жовтневих посівів зв'язок істотно зростав у міру зміщення сівби у більш пізні строки. Кореляційне відношення для сівби 5 жовтня становило 0,27, 15 жовтня – 0,40, а для 25-го числа місяця це значення досягло 0,56. За розрахунками були побудовані рівняння, які кількісно описують залежність урожайності культури від ЧВВВ, для кожного строку сівби, а також визначений період оптимального ЧВВВ. Для вересневих строків він перебував у межах від 3 до 23 березня, для пізніших строків ЧВВВ настає дещо раніше, і для найбільш пізнього (25 жовтня) – між 25 лютим та 14 березня.

Розрахункова врожайність свідчить, що порівняно з раннім ЧВВВ показник для пізніх строків посіву знижується більш динамічно. Для вересневих строків зниження урожайності спостерігається на рівні 1,28–1,70 т/га (27,6–44,9 %), а для найбільш пізнього строку становить

3,76 т/га. Такий характер залежності показників зумовлений тим, що при пізньому ЧВВВ наростання тепла здебільшого йде високими темпами. Оскільки за температури понад 10–12 С куцання припиняється, тривалість цього періоду значно скорочується і рослини вступають у фазу колосіння з недостатньою густиною, що суттєво знижує майбутню врожайність.

Від ЧВВВ істотно залежить тривалість весняного куцання. Так, за надраннього ЧВВВ середнє значення становить 56 днів, за раннього – 48, за середнього – 38, за пізнього – 31 день.

**Висновки.** Час відновлення весняної вегетації рослин впливає на урожайність посівів пшениці озимої. Що пізніше відновлюється вегетація, то меншою є врожайність. У разі пізнього відновлення вегетації на початку квітня найвищу продуктивність формують посіви зі сівбою з 15 по

25 вересня, з урожайністю 4,64–4,71 т/га. Зміщення сівби у більш пізні строки забезпечує найвищу врожайність при ранньому ЧВВВ. За пізньої сівби істотно скорочується тривалість весняного кушення. Інтенсивне зниження продуктивності пшениці озимої спостерігається за пізніх строків сівби та пізнього ЧВВВ.

#### Бібліографічний список

1. Бойчук І. В., Базалій В. В. Тривалість осінньої вегетації і ЧВВВ та вплив їх на зимостійкість сортів пшениці озимої за різних умов вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2011. Вип. 74. С. 34–42.
2. Корхова М. М. Вплив тривалості зимового спокою та ЧВВВ на врожайність пшениці м'якої озимої залежно від строків сівби в Південному Степу України. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Серія: Рослинництво, Селекція і насінництво, плодощовівництво*. 2013. № 9. С. 353–359.
3. Мединец В. Д. Весеннее развитие и продуктивность озимых хлебов. Москва: Колос, 1982. 174 с.
4. Мостіпан М. І., Умрихін Н. Л. Врожайність пшениці озимої залежно від погодних умов у ранньовесняний період в умовах північного Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 4. С. 62–69.
5. Нетіс І. Т. Початок весни та догляд за посівами озимої пшениці. *Управління онтогенезом рослин*. Полтава, 2011. Вип. 2. С. 60–62.
6. Семець Н. П., Грицевич Ю. С. Вплив строків сівби та часу відновлення весняної вегетації (ЧВВВ) на продуктивність пшениці озимої в умовах Західного Лісостепу. *Сучасне сільське господарство: ключові проблеми та досягнення: міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф.* Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2019. С. 6.
7. Уліч О. Л. Реакція нових сортів пшениці озимої м'якої на час відновлення весняної вегетації в центральній частині правобережного Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2014. Вип. 86 (1). С. 235–240.

Стаття надійшла 16.03.2021

**ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ****Р. Панасюк, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0002-0858-8916

*Львівський національний аграрний університет*<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.071>**Панасюк Р. Продуктивність сої залежно від удобрення**

Подано результати досліджень з вивчення нового комплексного мінерального добрива Нітроаммофоска-М. Мінеральне добриво характерне вмістом N – 9,0 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 18 %, K<sub>2</sub>O – 22 %. Виготовлене на основі африканських фосфоритів, що містять P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> різного ступеня засвоюваності (водорозчинна форма, форма, розчинна в мурашиній та лимонній кислоті). Ці фосфорити містять мікроелементи Cu, Zn, Mn, Mo, Ni, S, Fe та ін. Через наявність у них карбонатів кальцію і магнію, і у свою чергу відповідно їх лужної реакції (рН 8,8), за їхнього застосування забезпечується меліоративний ефект – зникає потреба у вапнуванні ґрунту. Результати досліджень показали суттєвий вплив на показники структури врожаю (кількість, маса насінин з однієї рослини, висота рослини, прикріплення нижнього бобу) були найнижчими на контролі (без добрив), найвищими – за внесення Нітроаммофоска-М у нормі 4 ц/га. Урожайність сої сорту Ментор за впливу комплексного добрива Нітроаммофоска-М змінювалася, і за роки досліджень у межах досліджуваної перебувала на рівні 2,51–4,06 т/га. Найнижчу врожайність спостерігасмо на контролі (без добрив), – 2,51 т/га, максимальну – у варіанті Нітроаммофоска-М (4 ц/га) – 4,06 т/га. Приріст урожайності сої сорту Ментор у варіанті Нітроаммофоска-М (4 ц/га) при цьому становив 1,55 т/га, або 61,8 %. Найвищу лабораторну схожість спостерігали у варіантах з удобренням 4 ц/га та 5 ц/га, найнижчу – у варіанті без удобрення. В інших варіантах удобрення цей показник становив 98 % (табл. 3). Встановлено, що перші бульбочки почали утворюватися у фазі третього листка культури. Максимальну їх кількість, у межах досліджуваної, відзначено у варіанті, де вносили Нітроаммофоску-М у нормі 4 ц/га: у фазі бутонізації загальна кількість та кількість активних бульбочок становила 49,7 і 45,4 шт./рослину; у фазі повного цвітіння – 54,2 і 53,7 шт./рослину, і поступове спадання у фазу повної стиглості до 28,1 і 14,7 шт./рослину.

**Ключові слова:** соя, сорт, мінеральне добриво, нітроаммофоска, продуктивність.

**Panasiuk R. Soybean productivity depending on fertilization**

The article presents research results on the study of a new complex mineral fertilizer Nitroammophoska-M. This mineral fertilizer consists of N – 9.0 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 18 %, K<sub>2</sub>O – 22 %. It is made on the basis of African phosphorites containing P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> of various degrees of accessibility (water-soluble form, form soluble in formic and citric acid). These phosphorites contain microelements Cu, Zn, Mn, Mo, Ni, S, Fe and others. The fertilizer is made based on African phosphorites, which contain P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> of different degrees of accessibility (water-soluble form, form absorbed in formic and citric acid). These phosphorites contain Cu, Zn, Mn, Mo, Ni, S, Fe, and others. Application of them makes a reclamation effect and eliminates the need for soil liming due to the presence of calcium and magnesium carbonates, and their alkaline reaction (pH 8.8) respectively. The research results showed a significant effect on the structure of the yielding capacity (number of seeds from one plant, seed weight from one plant, plant height, attachment of the lower bean) the lowest was in control (without fertilizers), the highest – in the variant of Nitroammophoska-M use at 4 c/ha. The yielding capacity of Mentor soybeans under the influence of the complex fertilizer Nitroammophoska-M varied and was at the level of 2.51–4.06 t/ha over the years of research within the experiment. It was noted that the lowest yielding capacity was in the control (without fertilizers), i.e. 2.51 t/ha, the maximum – on the variant of Nitroammophoska-M (4 c/ha) – 4.06 t/ha. The increase in yielding capacity of Mentor soybeans on the variant of Nitroammophoska-M (4 c/ha) was 1.55 t/ha, or 61.8 %. The highest laboratory germination was observed on the versions with fertilizer 4 c/ha and 5 c/ha, the lowest one – on the version without fertilization. In other versions of fertilization, this figure was 98 % (Table 3). We pointed out that the first tubers began to form in the phase of the third leaf of the crop. One noted their maximum number within the experiment in the variant where Nitroammophoska-M was applied at the rate of 4 c/ha: in the budding phase the total number and number of active tubers was 49.7 and 45.4 pieces/plant; in the phase of full blooming – 54.2 and 53.7 pieces/plant, and a gradual decline in the phase of full maturity to 28.1 and 14.7 pieces/plant.

**Key words:** soybean, variety, mineral fertilizer, nitrogen-phosphate-potassium fertilizer, productivity.

**Постановка проблеми.** У технології вирощування сільськогосподарських культур, зокрема сої, система удобрення відіграє важливе значення. Адаптація, незважаючи на здатність культури

задовольняти велику частку своєї потреби в азоті методом біологічної фіксації цього елемента з атмосфери, на формування належного врожаю зерна необхідна відповідна кількість макро- та

мікроелементів, які відіграють надзвичайно важливу роль у процесах росту та розвитку рослин, проте не завжди наявні у ґрунті.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Згідно з результатами даних [6], для формування 1 т зерна сої використовують близько 70–90 кг азоту, 15–20 кг фосфору, 30–40 кг калію, 8–10 кг магнію та 18–21 кг кальцію. У свою чергу ця культура в середньому на 1 га залишає близько 60–150 кг/га біологічного азоту, який наступні культури використовують на 90–100 %, 20–25 кг/га фосфору і 30–40 кг/га калію [5; 6].

**Постановка завдання.** Завдання нашого дослідження, проведеного впродовж 2017–2019 рр. на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського НАУ, – вивчення впливу комплексного добрива Нітроамофоски-М на особливості формування продуктивності сої в умовах Західного Лісостепу. Перевагою у виборі цього добрива було те, що воно нове на ринку, а також нас зацікавив його хімічний склад: N – 9,0 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 18 %, K<sub>2</sub>O – 22 %, CaO – 20 %, S – 1,2 %; мікроелементи – Na<sub>2</sub>O – 0,5 %, MgO – 0,5 %, Fe – 0,1 %, Zn – 97,8 мг/кг, Cu – 6,5 мг/кг, Mn – 310 мг/кг. Виготовлене добриво на основі африканських фосфоритів, які містять P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> різного ступеня засвоюваності (водорозчинна форма, форма, засвоювана в мурашиній та лимонній кислоті). Ці фосфорити вміщують Cu, Zn, Mn, Mo, Ni, S, Fe та ін., а також карбонати кальцію і магнію. У свою чергу відповідно до їхньої лужної реакції (рН 8,8), а також за їхнього застосування, забезпечується меліоративний ефект – усувається потреба у вапнуванні ґрунту.

**Виклад основного матеріалу.** У дослідженнях використали сорт сої Ментор, занесений до Реєстру сортів рослин України у 2013 році. Дослід закладали за такою схемою: 1 – Без добрив (контроль); 2 – Фосфоритне борошно (5 ц/га); 3 – Нітроамофоска-М (2 ц/га); 4 – Нітроамофоска-М (3 ц/га); 5 – Нітроамофоска-М (4 ц/га); 6 – Нітроамофоска-М (5 ц/га).

Закладений дослід упродовж вегетації культури супроводжувався обліками та лабораторними аналізами згідно з методиками [1–4].

Одержані трирічні дані досліджень показали, що добриво суттєво впливало на елементи продуктивності сої сорту Ментор (табл. 1). Показники структури врожаю (кількість, маса насінин з однієї рослини, висота рослини, прикріплення нижнього бобу) були найнижчими на контролі (без добрив). Проте за збільшення норм добрив (згідно зі схемою досліджень) ці показники суттєво зростали і були найвищими за внесення Нітроамофоски-М у нормі 4 ц/га.

Аналогічно, як показують наші дослідження, в умовах зони Західного Лісостепу врожайність сої сорту Ментор за впливу комплексного добрива Нітроамофоски-М суттєво змінювалася, і за роки досліджень у різних варіантах досліду коливалася в межах від 2,51 до 4,06 т/га (табл. 2). Найнижчу врожайність відзначено на контролі (без добрив), де вона становила 2,51 т/га, максимальну – у варіанті Нітроамофоска-М (4 ц/га) – 4,06 т/га.

У наших дослідженнях ми спостерігали значний приріст урожайності сої сорту Ментор у варіанті Нітроамофоска-М (4 ц/га) – 1,55 т/га, або 61,8 %.

Таблиця 1

**Показники структури врожаю сої сорту Ментор залежно від удобрення, середнє за 2017–2019 рр.**

Удобрення, ц/га	Кількість насінин з однієї рослини, шт	Маса насіння з однієї рослини, г	Висота рослини, см	Прикріплення нижнього бобу, см
Без добрив (контроль)	37,6	5,9	67	9,7
Фосфоритне борошно (5 ц/га)	46,7	7,9	78	11,5
Нітроамофоска-М (2 ц/га)	47,1	7,2	74	9,5
Нітроамофоска-М (3 ц/га)	51,3	8,5	77	11,2
Нітроамофоска-М (4 ц/га)	53,4	9,4	82	11,3
Нітроамофоска-М (5 ц/га)	52,7	9,1	86	12,6



Таблиця 2

**Урожайність сої сорту Ментор залежно від удобрення,  
середнє за 2017–2019 рр.**

Удобрення, ц/га	Урожайність, т/га	Приріст від удобрення	
		т/га	%
Без добрив (контроль)	2,51	-	-
Фосфоритне борошно (5 ц/га)	3,49	0,98	39,0
Нітроамфоска-М (2 ц/га)	3,16	0,65	25,9
Нітроамфоска-М (3 ц/га)	3,74	1,23	49,0
Нітроамфоска-М (4 ц/га)	4,16	1,65	65,7
Нітроамфоска-М (5 ц/га)	4,06	1,55	61,8

Таблиця 3

**Показники життєздатності насіння сої сорту Ментор залежно від удобрення,  
у середньому за 2017–2019 рр.**

Удобрення	Натурна маса, г/л	Лабораторна схожість, %	Швидкість проростання, днів	Дружність проростання, %	Інтенсивність початкового росту проростання насіння, %
Без добрив (контроль)	662	95	1,9	31,5	45
Фосфоритне борошно (5 ц/га)	685	98	2,2	32,7	84
Нітроамфоска-М (2 ц/га)	672	98	2,3	32,7	78
Нітроамфоска-М (3 ц/га)	704	98	2,2	32,8	64
Нітроамфоска-М (4 ц/га)	723	100	2,3	33,6	69
Нітроамфоска-М (5 ц/га)	713	100	2,3	33,1	69

Таблиця 4

**Вплив удобрення на динаміку кількості бульбочок у рослин сої,  
у середньому за 2017–2019 рр., шт./рослину**

Удобрення	Фаза росту і розвитку		
	повна бугонізація	повне цвітіння	повна стиглість
Без добрив (контроль)	7,5/5,7*	10,9/10,1	5,8/2,5
Фосфоритне борошно (5 ц/га)	18,7/16,3	20,4/19,3	8,7/6,4
Нітроамфоска-М (2 ц/га)	16,7/12,8	24,2/17,8	11,1/6,9
Нітроамфоска-М (3 ц/га)	32,1/28,2	35,8/34,1	17,5/7,3
Нітроамфоска-М (4 ц/га)	49,7/45,4	54,2/53,7	28,1/14,7
Нітроамфоска-М (5 ц/га)	20,3/17,7	28,6/19,2	15,4/6,2

\* Примітка. У чисельнику загальна кількість бульбочок, шт./рослину, у знаменнику кількість активних бульбочок, шт./рослину

Результати трирічних досліджень показали, що удобрення досить сильно впливало на інтенсивність початкового росту насіння порівняно з контрольним варіантом (без удобрення), унаслідок чого цей показник у межах досліджу перебував на рівні 64–84 %. Найвищу лабораторну схожість відзначено у варіантах з удобренням 4 ц/га та 5 ц/га, найнижчу – у варіанті без удобрення. В інших варіантах удобрення цей показник становив 98 % (табл. 3).

Завдяки проведеним дослідженням ми виявили значний вплив норм внесення удобрення на динаміку загальної та активної кількості бульбочок у рослин сої сорту Ментор.

У результаті проведених обліків встановлено, що перші бульбочки почали утворюватися у фазі третього листка культури. Максимальну їх кількість, у межах досліджу, відзначено у варіанті, де вносили Нітроамофоску-М у нормі 4 ц/га: у фазі бутонізації загальна кількість та кількість активних бульбочок становила 49,7 і 45,4 шт./рослину; у фазі повного цвітіння – 54,2 і 53,7 шт./рослину, і поступове спадання у фазу повної стиглості до 28,1 і 14,7 шт./рослину, відповідно (табл. 4).

**Висновки.** Отже, на підставі отриманих результатів можна дійти висновку, що в умовах За-

хідного Лісостепу використання на посівах сої комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-М у нормі 4 ц/га впливає на підвищення елементів зернової та симбіотичної продуктивності, а також на показники життєвості та життєздатності насіння.

#### Бібліографічний список

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології / О. М. Царенко, Ю. А. Злобін, В. Г. Склар, С. М. Панченко. Суми: Університетська книга, 2000. 203 с.
3. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Київ: Вища школа, 1994. 334 с.
4. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз. Київ: Дія, 2005. 288 с.
5. Петриченко В. Ф. Наукові основи сталого соєсіяння в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 3–10.
6. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: навч. посіб. / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко, П. В. Івашук, О. В. Корнійчук. Львів: Укр. технології, 2010. 1088 с.

Стаття надійшла 06.04.2021

### Розділ 3

## ПЛОДООВОЧІВНИЦТВО

---

УДК 635-2

### ОЦІНКА НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ *ARION LUSITANICUS SENSU LATO* НА ПРОДУКТИВНІСТЬ *FRAGARIA ANANASSA DUCH.*

І. Рожко, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0001-5450-0906

Львівський національний аграрний університет

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.075>

#### Рожко І. Оцінка негативного впливу *Arion lusitanicus sensu lato* на продуктивність *Fragaria ananassa Duch*

Приземиста форма існування *Fragaria ananassa Duch.* зробила її вкрай вразливою до пошкоджень інвазивного виду слизнів *Arion lusitanicus s.l.* У статті представлено оцінку загрози, яку несе шкідник традиційному товарному виробництву суниць ананасових у відкритому ґрунті.

Дослідження проводили на однорядному насадженні суниць ананасових сорту *Florence* 1-го року товарного плодоношення у вегетацію 2020 року.

Облікові ділянки (пробні майданчики) мали розмір 2×2 м; облікова ділянка №1 – контрольна, з використанням біо-моллюскоциду українського виробництва – Уліцид; облікова ділянка №2 – відкрита для шкідника.

Незважаючи на практично однаковий потенціал біологічної врожайності обох облікових ділянок, на обліковій ділянці №2 вдалося зібрати 27%, практично чверть очікуваного врожаю. Якість врожаю була низька, оскільки плоди були забруднені слизом шкідника, через мікропошкодження шкідником швидше уражалися грибними інфекціями – борошнистою россою та сірою гниллю.

*Arion lusitanicus s.l.* володіє високим пристосувальним потенціалом. Агротехнічні заходи з догляду за плодоносним насадженням суниць ананасових, зокрема, розпушення ґрунту в рядках, сприяють легкому заглибленню шкідника в зону кореневої системи рослини, а могутній листковий апарат рослин – безпечному комфортному перенесенню спекотних годин дня. Підрахунок шкідника показав його значну заселеність, у середньому 11 екз./м<sup>2</sup>.

Отже, неконтрольоване поширення шкідника найближчим часом призведе до неможливості вирощування суниць ананасових у відкритому ґрунті. Звичний улюблений плід стане або небезпечним через безвідповідальне використання на плодоносних насадженнях токсичних препаратів (діюча речовина – метальдегід) для боротьби з *Arion lusitanicus s.l.*, або недоступним через застосування дорогавартісних альтернативних заходів забезпечення захисту, технологій закритого ґрунту. На часі проведення карантинних заходів відповідними органами, розробка та впровадження ефективних заходів боротьби зі шкідником.

**Ключові слова:** слизень, інвазивний вид, шкідник, загроза, продуктивність, врожайність.

#### Rozhko I. Estimation of the negative influence of *Arion lusitanicus sensu lato* on *Fragaria ananassa Duch* productivity

The article presents an assessment of the threat posed by the pest to traditional commodity production of pineapple strawberries in the open ground commodity fruiting in the vegetation of 2020.

Accounting plots (test sites) were 2×2 m in size; accounting area №1 was the control area. Using bio-molluscicide of Ukrainian production – Ulicide; accounting area №2 was open to the pest.

Despite almost the same potential of biological yield of both accounting plots, the accounting plot №2 managed to gather 27%, almost 4 part of the expected yield. The quality of the crop was low, as the fruits were contaminated with the mucus of the pest, due to micro-damage by the pest they were more quickly affected by fungal infections: powdery mildew and gray rot.

*Arion lusitanicus s.l.* has a high adaptive potential. Agrotechnical measures for the care of fruiting pineapple strawberries, in particular, loosening the soil in rows contribute to the easy deepening of the pest in the root system of the plant, and a powerful leaf apparatus of plants safely comfortable transfer of hot hours of the day. Calculation of the pest showed its significant population, on average, 11 specimen/m<sup>2</sup>.

Thus, the uncontrolled spread of the pest in the short term will lead to the impossibility of growing pineapple strawberries in the open ground. The usual favorite fruit will be either dangerous due to the ban on the irresponsible use of toxic drugs on fruit-bearing plantations (active substance – metaldehyde) to control *Arion lusitanicus* s.l. or inaccessible due to the use of expensive alternative protection measures, indoor technologies. Shortly there will be quarantine measures by the relevant authorities, and also development and implementation of effective pest control measures.

**Key words:** slug, invasive species, pest, threat, productivity, yield.

**Постановка проблеми.** За біологічними особливостями суниці ананасові – багаторічна трав'яниста рослина із сильно розгалуженим, частково здерев'янілим коротким надземним і підземним стеблом (кореневищем), густо вкритим мичкуватою кореневою системою. Плоди рослини ароматні, привабливі на вигляд, з чудовим гармонійним смаком та цінним біохімічним складом. Зокрема, суничина багата на пектини – 1–2 %, містить 8–10 % цукру, 0,8–1,8 % органічних кислот, серед яких переважають лимонна, яблучна, шавлева та аскорбінова, а також фолієва, саліцилова, хінна, мікроелементи: калій, фосфор, кальцій, магній, залізо, йод. Лікувальні властивості посилюються значним умістом і широким спектром вітамінів (С, групи В, А, Е, К), а також кумаринів. Суниці застосовують як лікувальний засіб від багатьох хвороб, завдяки високому вмісту заліза їх споживання сприяє кровотворенню, а наявність сполук кальцію і фосфору позитивно впливає на працездатність і витривалість; особливо цінною є стимулююча дія суниць на системи травлення і регулювання кровообігу, у лікуванні хвороб нирок та органів дихання. Плоди суниць вживають свіжими та в переробленому вигляді [2].

Приземиста форма існування культури зробила її вкрай вразливою до пошкоджень інвазивного виду слизнів *Arion lusitanicus* s.l. Оскільки плоди суниць ананасових мають велике значення як дієтичний і лікувальний продукт, захист від фітопатогенів потребує виваженого комплексного підходу. Серед багатьох прийомів захисту рослин суниць ананасових відбір і вирощування стійких до хвороб і шкідників сортів є найрадикальнішим, економічно обґрунтованим та екологічно безпечним заходом. Вирощування стійких проти шкідливих організмів сортів має низку переваг: поліпшується фітосанітарний стан агробіоценозів (зменшується запас зимуючих стадій шкідників та інфекції в рослинних рештках і ґрунті); зростає ефективність усіх елементів інтегрованого захисту – організаційно-господарських, агротехнічних, біологічних, генетичних та інших заходів з обмеження чисельності та поширення шкідливих організмів; пестициди не використовуються або застосовуються в обме-

жених обсягах; знижується собівартість продукції й підвищується її рентабельність. Усі ці заходи не мають жодного ефекту, коли йдеться про *Arion lusitanicus* s.l. – поліфага, який унаслідок інтенсивного неконтрольованого розповсюдження впродовж останніх кількох років на теренах Львівської області несе реальну загрозу традиційному товарному виробництву суниць ананасових у відкритому ґрунті.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Згідно з науковими дослідженнями співробітників Лабораторії малакології Державного природознавчого музею Національної академії наук України Н. В. Гураль-Сверлової та Р. І. Гураль, на територію Львівської області *Arion lusitanicus* s.l. потрапив, ймовірно, з Польщі зі садивним матеріалом декоративних рослин наприкінці першого десятиліття 2000-х років, його перші колонії були зареєстровані в містах Винниках та Дрогобичі у 2007–2009 рр., а влітку 2010 р. одразу кілька колоній було знайдено в місті Львові [3].

За даними О. В. Паламаренко, на 2018 р. *Arion lusitanicus* s.l. став масовим та багаточисленним видом у кількох областях України, завдав збитків виробникам сільськогосподарської продукції і приватним господарствам, жодних комплексних заходів боротьби з ним не було проведено [5].

Дослідники О. В. Гарбар та Н. С. Кадлубовська завдяки моделюванню екологічної ніші (BIOCLIM) *Arion lusitanicus* s.l. встановили, що він має значний потенціал до подальшого поширення [1].

Засновники громадської ініціативи #ЗупиниРудого, керівник та співзасновник Національної мережі з біорізноманіття (UkrBIN) Микола Юнаков та учасниця проекту Марина Голівець наголошують, що *Arion lusitanicus* s.l. сьогодні завдає значної шкоди врожаю культурних рослин у Польщі та Скандинавських країнах. Вони вважають, що у Південній Швеції та Західній Норвегії цей карантинний вид (слід зауважити, що в Європі *Arion lusitanicus* s.l. належить до карантинних видів) повністю знищує насадження суниць ананасових. Ці країни розробили та застосовують проти шкідника гібридну методику,

яка передбачає використання біо-моллюскоциду *Ferramol* у поєднанні з біокультурою природного ворога слимаків – жуків-стафілів, які поїдають їхні яйця [4; 6].

За даними польських вчених, найвища щільність популяції *Arion lusitanicus* s. l. зафіксована на насадженнях деяких овочів (капусти, салату, квасолі – до 30 екз./м<sup>2</sup>), а також суниць ананасових та малини – до 50 екз./м<sup>2</sup> [7; 8].

**Постановка завдання.** Метою досліджень, які проводили на дослідному полі кафедри садівництва та овочівництва ім. професора І. П. Гулька, була оцінка негативного впливу інвазивного виду слизнів *Arion lusitanicus sensu lato* на продуктивність *Fragaria ananassa* Duch.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження проводили на однорядному насадженні суниць ананасових сорту *Florence* 1-го року товарного плодоношення у вегетацію 2020 року. Сорт *Florence* – пізній сорт, одержаний на Іст-Моллінгській дослідній станції (Великобританія). Рослина формує міцний розкидистий кущ, з доброю облистненістю гофрованим темно-зеленим листям. Квітконоси розміщуються нижче листя, при зав'язуванні плодів вони розміщуються на поверхні ґрунту. Плід великий, ширококонічної форми, яскраво-червоного кольору.

Облікові ділянки (пробні майданчики) мали розмір 2×2 м; облікова ділянка № 1 – контрольна, з використанням біо-моллюскоциду українського виробництва – Уліцид; облікова ділянка № 2 – відкрита для шкідника. Просторова ізоляція між ділянками становила 10 м.

Виробником препарату Уліцид є ФОП Шевченко С. В. на замовлення мережі магазинів «Агро-маг» (санітарно-епідеміологічний висновок № 12.2-18-1/1303 згідно з Переліком висновків державної санітарно-епідеміологічної експертизи, виданих Держпродспоживслужбою за лютий 2020 року).

В умовах польового дослідження вивчали кількісні елементи продуктивності суниць ананасових, зокрема, біологічну й господарську врожайність.

Варто зазначити, що у травні–червні 2020 року (період інтенсивного росту та досягання плодів) спостерігалися сприятливі для розвитку та розповсюдження *Arion lusitanicus* s. l. та вкрай стресові для плодоносних рослин суниць ананасових погодні умови: надмірна кількість вологи (перевищення середньої багаторічної кількості опадів у 2–1,6 раза: 132 мм проти 61 мм (травень), 140 мм проти 89 мм (червень)) та помірна температура повітря (10,3 С (травень), 18,4 С (червень)). Крім цього, 13 травня 2020 року спостерігали приморозки до мінус 3 С, що призвело до загибелі частини квітів та плодів.

Дані табл. 1 засвідчують високі адаптивні властивості сорту *Florence*, які дають змогу йому за традиційної однорядної технології вирощування реалізовувати свій потенціал продуктивності. Рослини на обох облікових ділянках показали практично однакові параметри потенційної (біологічної) врожайності: у середньому два квітконоси на ріжок, з дев'яти квітками на термінальних та двома–трьома квітками на латеральних квітконосах; загальну кількість квітконосів на 1 м пог. – 38–39 шт.; загальну кількість квітів на 1 м пог. – 388–392 шт. та загальну кількість зав'язі – 326–324 шт.

Таблиця 1

**Біологічна врожайність досліджуваного сорту *Florence*, ширина продуктивної смуги 40 см**

Облікова ділянка № 1			Облікова ділянка № 2		
кількість квітконосів і квітів, шт./ріжок, середнє	кількість квітконосів на 1 м пог., шт	кількість квітів/кількість зав'язі шт./на 1 м пог., середнє	кількість квітконосів і квітів, шт./ріжок, середнє	кількість квітконосів на 1 м пог., шт	кількість квітів/кількість зав'язі шт./на 1 м пог., середнє
2 / 1-ий – 9, 2-ий – 2	38	388/326	2 / 1-ий – 9, 2-ий – 3	39	392/324

У процесі досягання суничин, орієнтовно з 26 травня 2020 року, розпочалося активне нашествя шкідника на облікову ділянку № 2.

Оскільки потенціал урожайності на обох ділянках був практично однаковим, на обліковій ділянці № 2 вдалося зібрати 27 %, практично чверть очікуваного врожаю (табл. 2).

Врожай на обліковій ділянці № 2 був не тільки значно нижчим, порівняно з контрольною ділянкою, але різко знизилася його якість, оскільки плоди, які залишалися на рослині, були забруднені слизом шкідника, через мікропошкодження шкідником швидше уражались грибними інфекціями – борошнистою россою та сірою гниллю.

Після першого, третього та останнього збору плодів було проведено підрахунок шкідника на обліковій ділянці № 2. Зокрема, після першого збору виявлено 36 (9 екз./м<sup>2</sup>), після третього – 48 (12 екз./м<sup>2</sup>), після останнього – 45 (11,3 екз./м<sup>2</sup>) екземплярів. Після останнього збору плодів шкідника було зібрано та знищено. Слід виокремити високий пристосувальний потенціал *Arion lusitanicus* s. l. Агротехнічні заходи з догляду за плодоносним насадженням, зокрема розпушення ґрунту в рядках, сприяють легкому заглибленню шкідника в зону кореневої системи рослини, а могутній листовий апарат рослин – безпечному комфортному перенесенню спекотних годин дня (рис. 1 а).

Таблиця 2

Господарський врожай, кг/м пог. (збори врожаю з 01.06 по 23.06.2020 р.)

Облікова ділянка № 1						Облікова ділянка № 2					
Збір						Збір					
1	2	3	4	5	Σ	1	2	3	4	5	Σ
0,814	0,630	0,621	0,602	0,513	3,18	0,321	0,235	0,318	0,213	0,211	0,87



а)



б)

Рис. 1 а), б). Облікова ділянка № 2: дата: 23 червня 2020 року, час: 6.55 год. ранку.

**Висновки.** На жаль, доводиться констатувати, що неконтрольоване розповсюдження шкідника в найближчій перспективі призведе до неможливості вирощувати суниці ананасові у відкритому ґрунті.

Звичний улюблений плід стане або небезпечним через заборону, безвідповідальне використання на плодоносних насадженнях токсичних препаратів (діюча речовина – метальдегід) для боротьби з *Arion lusitanicus* s. l, або недоступним через застосування дороговартісних альтернативних заходів забезпечення захисту, технологій закритого ґрунту.

На часі проведення карантинних заходів відповідними органами, розробка та впровадження ефективних заходів боротьби зі шкідником.

#### Бібліографічний список

1. Гарбар О. В., Кадлубовська Н. С. Потенційні можливості поширення інвазивного виду слизнів *Arion lusitanicus* sensu lato у Європі. URL: [http://eprints.zu.edu.ua/23445/1/2015\\_9\\_2\\_397.pdf](http://eprints.zu.edu.ua/23445/1/2015_9_2_397.pdf) (дата звернення: 10.03.2021).
2. Гель І. М., Рожко І. С. Суниця: біологія, сорти, технології вирощування та переробки: навч. посіб. Львів: Укр. бестселер, 2011. 110 с.
3. Гураль-Сверлова Н. В., Гураль Р. И. *Arion lusitanicus* (Gastropoda, Pulmonata) на Западе Украины. *Вестник зоологии*. 2011. Т. 45, № 2. С. 173–177.
4. Наукова робота. Іспанський рудий слимак *Arion lusitanicus* – небезпечний інвазійний вид. URL: <https://e-kolosok.org/naukova-robota-ispans-kyu-rudyu-slymak-arion-lusitanicus-nebezpechnyy-invazyyny-vyd/> (дата звернення: 18.03.2021).
5. Паламаренко О. В. Іспанський слимак (*Arion lusitanicus*) – новий небезпечний шкідник у зелених насадженнях Львова. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/123456789/6921/1/2019%282%29.pdf> (дата звернення: 18.03.2021).
6. Терпеньова Ю. Іспанський рудий слимак *Arion lusitanicus* – небезпечний інвазивний вид. URL: <https://infoindustria.com.ua/ispanskiy-rudiy-slimak-arion-lusitanicus-nebezpechniy-invazivniy-vid> (дата звернення: 18.03.2021).
7. Kozłowski J. Reproduction of *Arion lusitanicus* Mabille, 1868 (Gastropoda: Pulmonata: Arionidae) introduced in Poland. *Fol. Malacol.* 2000. Vol. 8, N 1. P. 87–94. URL: <https://www.researchgate.net/publication/286703262> (Last accessed: 18.03.2021).
8. Stworzewicz E., Kozłowski J. Księga gatunków obcych i inwazyjnych w faunie Polski. *Arion lusitanicus*. URL: <https://journals.pan.pl/dlibra/publication/102647/edition/88663/content/> (Last accessed: 18.03.2021).

Стаття надійшла 31.03.2021

УДК 634.1.(37): 634.13

## ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ ҐРУНТОВИХ ГЕРБІЦИДІВ У ПЛОДОВОМУ РОЗСАДНИКУ НА РІСТ І ПРОДУКТИВНІСТЬ САДЖАНЦІВ ЯБЛУНІ

Б. Гулько, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0002-5915-9564

Львівський національний аграрний університет

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.080>

### Гулько Б. Вплив застосування ґрунтових гербіцидів у плодовому розсаднику на ріст і продуктивність саджанців яблуні

Покращання якості садивного матеріалу та підвищення продуктивності плодових розсадників є важливим завданням сьогодення. Одним із таких елементів є ефективна система боротьби з бур'янами. Актуальних рекомендацій щодо застосування ґрунтових гербіцидів у плодовому розсаднику в умовах Львівської області немає.

У дослід були залучені найпоширеніші ґрунтові гербіциди: Зенкор (д.р. метрибузин), Рейсер (д.р. флуорохлоридон), Гезагард (д.р. прометрин), Бутізан (д.р. метазахлор) і Дуал Голд (д.р. метилахлор). Гербіциди застосовували в рекомендованих виробником дозах навесні, до початку розвитку листя, шляхом суцільного обприскування вільного від бур'янів ґрунту. Аналіз обліку розвитку бур'янів у розсаднику яблуні після застосування досліджуваних ґрунтових гербіцидів показав, що більш ефективно і тривале обмеження росту бур'янів, серед досліджуваних препаратів забезпечив Зенкор. Стійкими до його дії виявилися берізка, осот та вероніка, які виростили не масово, а одиничними масивами, і не становили конкуренції культурним рослинам. Гербіцидна дія Зенкору знижувалася до кінця серпня – початку вересня, що проявлялося в появі сходів дводольних бур'янів: лободи, галінсоги, мокрецю, а з групи злакових – тонконога лукового.

Аналіз результатів росту підщеп і однорічних саджанців залежно від застосованих ґрунтових гербіцидів свідчить про високу ефективність цього способу боротьби з бур'янами. Серед вивчених ґрунтових гербіцидів кращий результат отриманий із препаратом Зенкор (1 кг/га; 600 л води/га). Аналіз отриманих даних показав, що застосування вказаних гербіцидів рано навесні (до початку росту) не спричинило ні пригнічення росту, ні загибелі як підщеп у першому полі розсадника, так і саджанців у другому полі розсадника. У результаті проведених дослідів і обліків встановлено, що порівняно з іншими досліджуваними гербіцидами застосування Зенкору в ранні терміни (до початку вегетації) способом суцільного обприскування плодового розсадника не мало пригнічувальної дії на підщепи і саджанці яблуні, і при цьому зросли діаметр і висота підщеп у першому полі розсадника, краще були розвинені однорічні саджанці яблуні у другому полі розсадника, збільшився вихід стандартних саджанців з одиниці площі поля.

Проведений аналіз на залишкову кількість метрибузину (д.р. Зенкор) у ґрунті на момент викопування саджанців (у листопаді) показав негативний результат.

**Ключові слова:** яблуня, саджанці, розсадник, ґрунтові гербіциди, забур'янення.

### Hulko B. Effect of soil herbicides application in a fruit nursery on the growth and productivity of apple trees

Improvement of the quality of planting material and increase of the productivity in commercial nurseries are the important tasks today. An effective weed control system is one such element. There are no current recommendations for the use of soil herbicides in the fruit nursery in Lviv region. The most common and well-known soil herbicides were used in the experiment: Senkor (metribuzin), Racer (flurochloridone), Gesagard (prometrin), Butisan (metazachlor) and Dual Gold (methylchlorine). Herbicides were applied in the doses recommended by the manufacturer in the spring, before the beginning of leaf development, by continuous spraying of weed-free soil.

The analysis of the control of weed development in the apple orchard after application of herbicides showed that a more effective and long-term restriction of weed growth, among the studied drugs was provided by Senkor. Field birch, histle and veronica proved to be resistant to its action, which did grow in single arrays and did not compete with cultivated plants. The herbicidal action of Senkor decreased until the end of August – beginning of September, which made obvious by the emergence of seedlings of dicotyledonous weeds: quinoa, galinsoga, phlegm, field purslane and from the group of cereals: meadow bluegrass and thin-legged meadow. The results of rootstocks growth and one-year nursery trees depending on the applied soil herbicides show the high efficiency of this method of weed control. The best results were provided in case with soil treatment with Senkor herbicide (1 kg/ha; 600 l of water/ha).

As a result of experiments and calculations, it was found that the use of soil herbicides in the early stages (before the bud break) by continuous spraying of the fruit nursery did not have a depressant effect on rootstocks and apple trees. Among the studied soil herbicides, the best result was obtained in case of Senkor soil treatment - increased diameter and height of rootstocks in the first field of the nursery, one-year nursery trees in the second field of the nursery were more developed, increased yield of standard trees per unit area.



The analysis of the residual amount of Sencor (metribuzin) in the soil at the time of the tree harvesting (in November) showed a negative result.

**Key words:** apple, tree, nursery, soil herbicides, weeds.

**Постановка проблеми.** Покращання якості садивного матеріалу та підвищення продуктивності плодкових розсадників – важливе завдання на шляху розвитку вітчизняної галузі садівництва, тому розробка і впровадження нових елементів технології вирощування садивного матеріалу плодкових культур є актуальним питанням сьогодення. Один із таких елементів – ефективна система боротьби з бур'янами. Погодні умови Західного регіону України відрізняються від решти території помірними температурами вегетаційного періоду і частими, рясними опадами, що сприяє інтенсивному розвитку як саджанців плодкових культур, так і бур'янів, неконтрольований розвиток яких має негативний вплив на якість продукції.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Результати досліджень в окресленому напрямі свідчать про те, що бур'яни здатні поглинати значну частку води та поживних речовин із ґрунту, сповільнюючи ріст саджанців і погіршуючи їх якість [1; 5].

Традиційна технологія вирощування саджанців у розсаднику пропонує два способи вирішення цієї проблеми: систематичні міжрядні обробки ґрунту або застосування гербіцидів. Механічна обробка ґрунту в полях розсадника пов'язана із застосуванням спеціальних висококліренсних тракторів і спеціальних культиваторів або фрез (особливо у другому полі розсадника), що часто призводить до пошкодження саджанців і не забезпечує бажаного рівня контролю бур'янів, а в дощові періоди застосування машин є неможливим [2].

Організація ручних прополювань на великих площах розсадника, які часто розташовані на віддалених ділянках, малоефективна та дуже розтягнута в часі [1]. Крім того, механічне знищення бур'янів в умовах Західної України забезпечує нетривалий ефект – від 10 до 15 днів або до найближчого дощу, після якого починається нова хвиля проростання бур'янів. Особливістю є й значне збільшення фітомаси бур'янів-ефемерів в осінньо-весняний період – ґрунт у цей час перезволожений, застосування технічних засобів неможливе [3].

Застосування для контролю розвитку бур'янів у плодovому розсаднику гербіцидів дає змогу більш ефективно і швидко ліквідувати зайву рослинність [4].

**Постановка завдання.** Особливий інтерес становить застосування у розсаднику ґрунтових гербіцидів з тривалим періодом дії. Актуальних рекомендацій щодо застосування ґрунтових гербіцидів у плодovому розсаднику в умовах Львівської області немає. Тому, відповідаючи на запит виробничих потреб, був закладений польовий дослід з оцінки ефективності застосування ґрунтових гербіцидів на ріст і продуктивність однорічних саджанців яблуні у першому та другому полях розсадника. Гіпотеза дослідження полягала в такому: технології вирощування овочевих культур передбачають застосування високоефективних ґрунтових гербіцидів, окремі з яких можуть бути ефективними при вирощуванні саджанців яблуні без шкоди для них.

У дослід були залучені найпоширеніші ґрунтові гербіциди: Зенкор (д.р. метрибузин), Рейсер (д.р. флуорохлоридон), Гезагард (д.р. прометрин), Бутізан (д.р. метазаклор) і Дуал Голд (д.р. метилахлор). Гербіциди застосовували в рекомендованих виробником дозах навесні, до початку розвитку листя, за допомогою суцільного обприскування вільного від бур'янів ґрунту.

ґрунт дослідної ділянки кафедри садівництва та овочівництва ім. проф. І.П. Гулька Львівського НАУ темно-сірий, опідзолений, легкосуглинковий на лесовидному суглинку, середньозабезпечений елементами мінерального живлення, вміст гумусу становить 2,3 %, рН = 6,2.

Досліди проводили у першому і другому полях плодovого розсадника на районованій підщепі для яблуні М.26, яку окулірували районованим сортом яблуні Флоріна. Схема розміщення рослин у розсаднику 0,9 x 0,3 м (37 тис. шт./га). Як контроль використовували варіант із ручним систематичним прополюванням.

**Виклад основного матеріалу.** У ході дослідження проводили обліки видів і динаміки кількості бур'янів на одиницю площі ґрунту, інтенсивність фотосинтезу листя підщеп і саджанців, динаміку росту підщеп і саджанців, залишкові кількості гербіцидів у ґрунті, вихід стандартних саджанців яблуні. Аналіз обліку розвитку бур'янів у розсаднику яблуні після застосування гербіцидів показав (табл. 1), що більш ефективно і тривале обмеження росту бур'янів серед досліджуваних препаратів забезпечив Зенкор.

**Вплив застосування ґрунтових гербіцидів на розвиток бур'янів за вирощування саджанців яблуні в розсаднику, середнє за 2018–2020 рр.**

Варіант досліджу	Загальна кількість бур'янів, шт./м <sup>2</sup>					
	01.04	01.05	01.06	01.07	01.08	01.09
Без гербіциду (к)	34,8	145,5	218,4	160,1	128,1	166,0
Зенкор 70 WG	1,6	2,2	5,4	9,9	15,4	22,5
Гезагард 500 FW	4,1	10,0	44,2	102,0	117,7	149,6
Дуал Голд 960 ЕС	3,4	13,7	65,0	118,6	134,7	162,5
Рейсер 25 ЕС	2,2	5,5	7,5	12,4	38,1	52,6
Бутізан 400 КС	3,1	22,8	126,6	109,9	147,9	175,0

Стійкими до його дії виявилися берізка, осот та вероніка, які проростали не масово, а окремими масивами, і не становили конкуренції культурним рослинам. Гербіцидна дія Зенкору знижувалася до кінця серпня – початку вересня, що проявлялося в появі сходів дводольних бур'янів: лободи, галінсоги, мокрецю, портулаку, а з групи злакових – тонконога лукового.

Інші досліджувані препарати теж виявили достатню гербіцидну дію, але її ефективна тривалість була значно меншою. Активне проростання дводольних бур'янів починалося з третьої декади червня і тривало протягом літніх місяців, що свідчить про недостатню тривалість ефективної дії та необхідність проведення додаткових операцій для знищення бур'янів.

Аналіз отриманих даних показав, що застосування таких гербіцидів не спричинило ні пригнічення росту, ні загибелі як підщеп у першому полі, так і саджанців у другому полі розсадника. На підщепах, оброблених гербіцидом Рейсер, спостерігали незначну зміну кольору (почервоніння) краю листової пластинки нижніх 2–3-х листків. Після обробки препаратом Дуал Голд і Зенкор було відзначено підсихання краю листової пластинки і хлороз нижніх 2–3-х листків. Ці симптоми спостерігали не щороку, вони були відзначені у 5–17% рослин від загальної їх кількості, через 4–6 тижнів після обробки і тільки під час різкого підвищення температури повітря (посухи). Інтенсивність росту підщеп і саджанців при цьому не знижувалася (табл. 2).

Таблиця 2

**Вплив застосування ґрунтових гербіцидів на показники росту підщеп та саджанців яблуні сорту Флоріна на підщепі М.26, середнє за 2018–2020 рр.**

Варіант досліджу	Параметри росту підщеп у І полі розсадника		Параметри росту саджанців у ІІ полі розсадника		Вихід стандартних саджанців	
	діаметр, мм	висота, см	діаметр, мм	висота, см	тис.шт./га	% до контролю
Без гербіциду (к)	8,5	45,8	14,2	141,2	20,4	100,0
Зенкор 70 WG	12,2	58,7	18,1	162,1	26,8	131,4
Гезагард 500 FW	9,1	47,1	15,6	149,7	22,4	109,8
Дуал Голд 960 ЕС	8,8	46,6	14,9	146,7	21,7	106,4
Рейсер 25 ЕС	9,8	50,3	16,3	154,4	23,4	114,7
Бутізан 400 КС	8,4	42,4	14,6	143,1	21,1	103,4

Вище розташоване листя і точка росту мали типове забарвлення і форму й не відрізнялися від рослин контрольного варіанта. Приживання заокупірованих вічок також не відрізнялося від контрольного варіанта і коливалося в межах 81–89 %.

Аналіз результатів росту підщеп і однорічних саджанців залежно від застосованих ґрунтових гербіцидів (див. табл. 2) свідчить про високу ефективність цього способу боротьби з бур'янами. Кращі результати забезпечував варіант із обробкою ґрунту гербіцидом Зенкор (1 кг/га; 600 л води/га).

**Висновки.** У результаті проведених дослідів і обліків встановлено, що застосування ґрунтових гербіцидів у ранні терміни (до початку вегетації) способом суцільного обприскування плодового розсадника не мало пригнічувальної дії на підщепи і саджанці яблуні. Серед вивчених ґрунтових гербіцидів найкращий результат отриманий за використання препарату Зенкор: зросли діаметр і висота підщеп у першому полі розсадника, однорічні саджанці яблуні в другому полі розсадника

були більш розвинені, зріс вихід стандартних саджанців з одиниці площі поля. Проведений аналіз на залишкову кількість Зенкор (д.р. метрибузину) у ґрунті на момент викопування саджанців (у листопаді) показав негативний результат.

#### Бібліографічний список

1. Алиев Т. Г. Применение гербицидов на основе сульфонилмочевины в плодовых питомниках. *Агро XXI*. Изд-во: Агрорус, 2007. № 1–3. С. 25–26.
2. Іваненко О. О. Сучасні проблеми гербології. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 3. С. 27–29.
3. Бондарчук А. А. Забур'яненість посівів. *Захист рослин*. 1999. № 9. С. 2–4.
4. Гулько Б. И., Вуйцик Н. В. Влияние применения почвенных гербицидов в плодном питомнике на рост и продуктивность саженцев яблони. *Плодоводство, семеноводство, интродукция растений: материалы XVIII Междун. науч. конф.* Красноярск: СибГТУ, 2015. С. 19–23.
5. Hulko B., Vuitysk N. A new approach to the apple tree production in nursery. *Пермакультура та еколого-безпечне землеробство. матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.* Ужгород: Говерла, 2018. С. 33–34.

Стаття надійшла 15.03.2021

УДК 634.7(477.8):574

**ІНТРАЗОНАЛЬНІ ПЛОДОВО-ЯГІДНІ КУЛЬТУРИ  
В ЛІСОВИХ ФІТОЦЕНОЗАХ ЗАХІДНОЇ УКРАЇНИ****О. Ментух, викладач***ORCID ID: 0000-0001-5993-5589***Н. Панас, к. б. н.***ORCID ID: 0000-0003-3737-6338***Ю. Жиліщич, к. с.-г. н.***ORCID ID: 0000-0003-0413-9096***Г. Лисак, к. б. н.***ORCID ID: 0000-0003-3388-7966***Б. Кректун, к. с.-г. н.***ORCID ID: 0000-0002-0224-8144**Львівський національний аграрний університет*<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.084>**Ментух О., Панас Н., Жиліщич Ю., Лисак Г., Кректун Б. Интразональные плодово-ягодные культуры в лесовых фитоценозах Западной Украины**

Стаття присвячена аналізу поширення та врожайності інтразональних плодово-ягідних культур у лісових фітоценозах Західної України.

Проаналізовано урожайність плодів дикорослих плодових і ягідних дерев та кущів, з урахуванням залежності інтенсивності плодоношення від особливостей лісорослинних умов. Для кожного виду рослин урожай плодів визначали у найбільш поширених типах лісових фітоценозів – соснових, ялинових, дубових, букових і буково-грабових, на карпатських полонинах та у ягідниках, утворених представниками родини брусничних. Для обліку врожаю було підібрано шість біотопів: старий ліс, молодий ліс, зарості кущів, узлісся, галявини, зруби. Враховано обсяг врожаю лише для тих біотопів (місцезростань), де він досягає таких розмірів, що плоди можна збирати для господарських потреб.

Наведено коротку характеристику урожайності плодів кожного з досліджених видів. Середній урожай плодів визначали на площі 100 м<sup>2</sup>, з наступним перерахунком на площу в 1 га. Для ягідників дані про урожай плодів представлені в перерахунку на площу в 1 га, а для дерев і кущів – для одного модельного дерева (куща).

Джерела побічної сировини лісів, як рівнинних, так і гірських, дуже великі. Це насамперед урожай плодових і ягідних дерев та кущів, які виростають у складі нижніх ярусів, а особливо у підліску та в приземних ярусах, що можуть бути більш повно використані для власних потреб місцевого населення, а також як сировина для харчової промисловості.

Отже, ліси західних районів України і полонини Карпат досить багаті на дикорослі плодові дерева й чагарники та ягідники. Усі вони щороку рясно плодоносять і є важливими сировинними джерелами побічних лісових користувань. Ці плоди, як відомо, мають високі смакові якості, поживні, багаті вітамінами, а також мають лікувальне значення.

**Ключові слова:** дикорослі плодові дерева, чагарники, ягідники, фітоценози.

**Mentukh O., Panas N., Zhylishchych Yu., Lysak H., Krektun B. Intrazonal fruit and berry plants in forest phytocenoses of the Western Ukraine**

The article is devoted to the analysis of the distribution and crop capacity of intrazonal fruit and berry plants in the forest phytocenoses of the Western of Ukraine.

The fruit yield of wild fruit and berry trees and bushes is analyzed taking into consideration the dependence of fruiting intensity on the peculiarities of forest vegetation conditions. The fruit yield of each plant species was determined in the most common types of forest phytocenoses – pine, spruce, oak, beech, and beech-hornbeam, in the Carpathian meadows and in berries formed by members of the cranberry family. Six habitats were selected to account for the harvest: old forest, young forest, thickets of bushes, forest edges, meadows, fellings. The harvest is indicated only for those biotops (habitats) where it reaches the size that the fruit can be collected for economic purposes.

A brief description of the fruit yield of each of the investigated species is presented. The average fruit yield was determined on the area of 100 m<sup>2</sup>, with subsequent conversion to an area of 1 ha. The data on fruit yield for berries were presented as a yield capacity on 1 ha of area, and for trees and shrubs as a crop capacity of the one model tree (bush).

Sources of by-products of forests, both plain and mountain, are very large. These are primarily harvests of fruit and berry trees and shrubs that grow in the lower tiers, especially in the forest undergrowth and in the ground tiers, which can be more fully used for the local population's own needs, as well as raw materials for the food industry.

Thus, the forests of the western regions of Ukraine and the Carpathian meadows are quite rich in wild fruit trees and shrubs and berries. Every year all of them abundantly fruit and are important by-products of secondary forest uses. These fruits are rich in vitamins, have good taste and nutritional qualities, and medicinal value.

**Key words:** wild fruit trees, shrubs, berries, phytocenoses.

**Постановка проблеми.** Ліси займають понад чверть території західних областей України, а в окремих територіях залісненість ще вища (Львівська область – 28,5 %, Закарпатська – 51,4 %, Івано-Франківська – 41,0 %, Рівненська – 36,4 %) [6].

Відповідно до різноманітності лісорослинних умов ліси західних районів України значно відрізняються за складом провідних лісоутворювальних порід. На рівнині найбільш поширені соснові ліси (особливо на Волинському Поліссі), дубово-соснові (Волинське Полісся, Мале Полісся, Розточчя), грабово-дубові й дубово-грабові (Волинська височина, Східне Поділля, Побужжя), буково-дубові (Західне Поділля), дубові (Закарпатська низовина) і чорновільхові ліси (заболочені місцевості Волинського Полісся). У передгірних районах найбільші площі займають буково-дубові та дубові ліси, а на схилах Карпат переважають ялинові, буково-ялинові, ялицево-ялинові та букові ліси [3; 6].

Основними лісоутворювальними породами лісів є сосна звичайна (*Pinus silvestris* L.), дуби звичайний і скельний (*Quercus robur* L., *Q. petraea* Liebl.), ялина європейська (*Picea abies* (L.) Karsten, вільха чорна (*Alnus glutinosa* Gaertn.), які й становлять основу перших ярусів утворених ними деревостанів [6].

Здебільшого в таких лісах добре розвинуті нижні, зокрема другий деревний і чагарниковий, а також чагарниково-трав'янистий, яруси.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Біологія і продуктивність провідних лісоутворювальних порід, зокрема запаси деревини та способи її використання, ґрунтовно і всебічно вивчені й широко висвітлені у низці праць. Але цього не можна сказати про складові інших лісових ярусів. Особливо мало висвітлено в літературі питання про так звані сировинні джерела побічних лісових користувань. Так само недостатньо вивчена й продуктивність ягідників, хоч вони в західних районах України займають великі площі [2; 3].

Джерела сировини побічних лісових користувань, як рівнинних, так і гірських, дуже великі.

Це насамперед урожаї плодівих і ягідних дерев та кущів, які виростають у складі нижніх ярусів, а особливо у підліску та в приземних ярусах, що можуть бути більш повно використані для власних потреб місцевого населення, а також як сировина для харчової промисловості [2; 3; 10].

**Постановка завдання.** Наше завдання – вивчити ареал поширення, урожайність плодів майже всіх відомих у складі лісів дикорослих плодівих і ягідних дерев та кущів.

**Виклад основного матеріалу.** Враховуючи значну залежність інтенсивності плодоношення від особливостей лісорослинних умов, для кожного виду рослин урожай плодів визначали у найбільш поширених типах лісових фітоценозів – соснових, ялинових, дубових, букових і буково-грабових, на карпатських полонинах та в ягідниках, утворених представниками родини брусничних. У межах кожного типу лісового фітоценозу врожай збирали окремо за кожним місцезростанням (біотопом). Для обліку урожаю було підбрано шість біотопів: старий ліс, молодий ліс, зарості кущів, узлісся, галявини, зруби. Для кожного біотопу в п'ятдесятикратному повторенні визначали урожай модельного дерева (куща) і встановлювали також у п'ятдесятикратному повторенні кількість дерев (кущів) на площі 100 м<sup>2</sup>. Після цього визначали середній урожай плодів на площі 100 м<sup>2</sup>, з наступним перерахунком на площу в 1 га [1; 5].

Урожай ягідників за кожним місцезростанням визначали як середнє з п'ятдесяти пробних ділянок, площею 100 м<sup>2</sup> кожна, з наступним перерахунком на 1 га.

Наводимо коротку характеристику врожайності плодів кожного з досліджених видів. Урожай вказується лише для тих біотопів (місцезростань), де він досягає таких розмірів, що плоди можна збирати для господарських потреб. Для ягідників наводяться відомості про урожай плодів у перерахунку на площу в 1 га, а для дерев і кущів – для одного модельного дерева (куща) [1].

Горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.) частіше виростає як дерево і входить до складу

другого – третього деревних ярусів. У вигляді куща виростає у складі підліска рівнинних лісів і на верхній межі свого поширення в горах (1500–1600 м над р. м.). Поширена у складі всіх типів хвойно-широколистяних лісів і в широколистяних лісах (особливо у вологих сосново-дубових, дубових, дубово-грабових, букових). Значно рідше виростає у соснових лісах (вологі бори). На верхній межі свого поширення виростає у складі верхньої межі лісу, утворюваної буком і явором, а також серед ялинового рідколісся та зеленовільхового криволісся. Плодоносить скрізь досить рясно. Найвищі врожаї приносить при виростанні на узліссях і галявинах рівнинних лісів. Тут у дібровах середній урожай плодів з одного дерева становить 16–20 кг, у мішаних сосново-дубових і сосново-грабових лісах – 5–10, а в соснових – лише 3–5 кг. На верхній межі використання на схилах Карпат урожай плодів з одного куща горобини в роки дослідження не перевищував 1–2 кг [5].

Черемха звичайна (*Padus racemosa* (Lam.) Gilib.). Дерево, рідше високий кущ. Супутник широколистяних дубових, дубово-грабових, грабових лісів. Входить до складу нижніх деревних ярусів, рідше – підліска. У гори піднімається до 1200–1400 м над р. м., де виростає у вигляді невисокого (4–5 м) деревця над верхньою межею лісу у складі зеленовільхового криволісся та ялинового рідколісся. Найрясніше плодоносить на узліссях та галявинах, а також при виростанні серед зрідженого старого лісу. У рівнинних дібровах на узліссях і галявинах було зібрано по 8–12 кг плодів з дерева, у розріджених старих деревостанах – до 18–20 кг, на зрубках, галявинах і серед чагарників – 6–7 кг. На верхній межі свого поширення цвіте щорічно і дуже рясно, але більшість зав'язей ушкоджують пізні приморозки або знищують комахи. Плодоносить (до 3–5 кг з дерева) у високогір'ї рідко – не частіше ніж раз на 4–5 років [5].

Черешня (*Cerasus avium* Moench) – представник деревної рослинності. На рівнині поширена у складі широколистяних лісів, особливо дубових і дубово-грабових. У Карпатах черешня найчастіше зустрічається серед передгірних і низькогірних лісів з дуба, бука, граба, ялини і ялиці. Найрясніше плодоносить при зростанні на узліссях і галявинах. Високий урожай плодів дають також дорослі дерева, що виростають серед старого непорушеного лісу. У таких місцезростаннях урожай плодів з одного дерева в західних районах у середньому становить 25–30 кг, у передгірних районах і низькогір'ї – 20–25 кг [5].

Яблуня лісова (*Malus silvestris* Mill.) Зустрічається як представник деревної рослинності, хоча у гірській місцевості зростає як кущ. Супутник свіжих і вологих дубових, грабових і букових лісів рівнини і низькогір'я. Найкраще плодоносить на більш освітлених місцезростаннях. При виростанні на узліссях та галявинах рівнинних широколистяних лісів урожай яблук з одного дерева в середньому становить 80–120 кг. У мішаних (сосново-широколистяних) лісах урожай знижується до 50–70 кг, а в чистих борах – до 15–20 кг. Досить високий (до 70–80 кг з дерева) урожай плодів яблуня дає і в складі передгірних і низькогірних широколистяних і хвойно-широколистяних лісів [6].

Груша звичайна (*Pyrus communis* L.) найчастіше виростає у складі широколистяних лісів рівнинних місцевостей і низькогір'я. Крім узлісь, рясний урожай груш можна зібрати також при виростанні цієї рослини й серед чагарникових заростей та старих непорушених лісових деревостанів. На рівнині урожай плодів з одного дерева, що росте на узліссях широколистяних лісів, становить 70–100 кг, серед старого лісу й кущів – 50–70 кг. Такий самий урожай плодів збирають і в разі виростання груші у передгірних широколистяних лісах. Рясно плодоносить у складі рівнинних мішаних лісів (сосново-дубових): узлісся і старий ліс – 70–80 кг, зарості чагарників – до 100 кг з дерева. У чистих соснових рівнинних лісах урожай яблук сягає 10–15 кг з дерева [7].

Урожайність вишні звичайної (*Cerasus vulgaris* Mill.) вивчали лише у складі передгірних широколистяних лісів Передкарпаття. Тут з одного дерева при виростанні вишні серед чагарників можна зібрати в середньому 10–15 кг, а на узліссях – 10–11 кг.

Глід одноматочковий (*Grataegus monogyna* Jacq.). Високий кущ, рідше невисоке дерево. Типова рослина таких відкритих місцезростань, як-от схили річкових терас, ярів, узлісь, рівнинних листяних лісів. Лише в роки рясного плодоношення урожай з одного куща може досягати 8–10 кг. Звичайно ж, середній урожай не перевищує 5–6 кг. Найвищі врожаї глід дає при зростанні на узліссях дубових і дубово-соснових лісів (відповідно по 5–6 і 4–5 кг з одного куща). Таких самих розмірів досягає урожай плодів у глоду в складі передгірних мішаних лісів. У низькогір'ї плодів збирають набагато менше (2–3 кг з куща). Значно менший урожай і в разі виростання глоду на галявинах, зрубках, серед чагарників рівнинних лісів (3–4 кг) [4].

Терен звичайний (*Prunus spinosa* L.). Кущ, рідше невисоке дерево. Зростає на узліссях, у чагарникових заростях, рідше під пологом рівнинних сухих і свіжих дібров та передгірних і низькогірних субучин і бучин. Лише в роки масового плодоношення урожай плодів з одного куща досягає 10–15 кг. В інші роки середній урожай кістянок не перевищує 8 кг. Найрясніше плодоносить на узліссях і галявинах рівнинних широколистяних та на узліссях і серед чагарникових заростей передгірних хвойно-широколистяних лісів (5–8 кг з куща) [4].

Ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.). Кущ – типовий представник підліска дібров і судібров. Найрясніше плодоносить при заростанні на узліссях і лісових галявинах, рідше – у складі чагарникових заростей. У роки масового плодоношення урожай горіхів досягає 5–8 кг з куща. Звичайно ж середній урожай одного куща у складі рівнинних дубових і дубово-грабових лісів не перевищує 2,0–2,5 кг, а в мішаних дубово-соснових лісах – 0,9–1,0 кг. У низькогір'ї збирають 0,3–0,7 кг горіхів з куща [7].

Ожина сиза (*Rubus caesius* L.). Півкущ, що характерний для сирих сугрудків і грудів. Середній урожай плодів подекуди в окремі роки може досягати і навіть перевищувати 1000 кг/га, але звичайно і на рівнині, і в гірській місцевості, не перевищує 200–300 кг/га. Найрясніше плодоносить за зростання на узліссях, зрубках, галявинах та у складі чагарникових заростей серед рівнинних дубових, грабово-дубових і сосново-дубових лісів. На узліссях і зрубках у середньому можна зібрати до 400–500 кг/га плодів, на галявинах – 200–300, серед чагарників – 250–150 кг/га. У гірській місцевості урожай дещо знижується – 200–300 кг/га на узліссях і до 300–400 кг/га – на зрубках.

Малина звичайна (*Rubus idaeus* L.). Характерний для вологих і сирих сугрудків та грудів півкущ. Найрясніше плодоносить при виростанні по зрубках та в заростях чагарників рівнинних дубових, дубово-грабових лісів та передгірних і низькогірних субучин, трохи менший урожай дає на узліссях. Урожай змінюється в межах 800–1000 кг/га. У разі виростання малини у складі рівнинних мішаних сосново-дубових лісів урожай становить 200–300 кг/га.

Чорниця звичайна (*Vaccinium myrtillus* L.) є типовим півкущиком для борів, суборів, сугрудків, особливо для їх вологих типів. У сирих і мокрих типах зосереджується на підвищених елементах мікрорельєфу. У свіжих типах інколи зовсім відсутня. У гори піднімається до найвищих

вершин, але на полонинах практично плодоносить лише до висоти 1600–1700 м над р. м. На рівнині найрясніший урожай ягід чорниці збирають у соснових і дубово-соснових лісах під пологом старих деревостанів – до 300–500 (700) кг/га. Значну кількість ягід можна зібрати і в гірськокарпатських лісах (до 500–700 кг/га). На полонинах за лісовою смугою (1300–1400 м над р. м.) урожай ягід чорниці в середньому становить 300–400 кг/га, а в субальпійському поясі – до 200 кг/га [7; 9].

Лохина (*Vaccinium uliginosum* L.). Як і чорниця, є кущиком, типовим для борів, суборів і сугрудків. Особливо поширена в сирих і мокрих типах. Займає також значні площі у високогір'ї, переважно в межах субальпійського поясу Карпат. На рівнині найрясніше зростає у складі мішаних дубово-соснових та інших широколистяно-соснових лісів. Найбільший урожай ягід дає при виростанні на зрубках (до 250–300 кг/га) і серед старого лісу (100–200 кг/га). У високогір'ї досить рясно плодоносить лише в межах нижньої смуги субальпійського поясу (до 1600 м над р. м.), де ще можна зібрати до 150–200 кг/га ягід [7].

Брусниця звичайна (*Vaccinium vitis-idaea* L.). Теж типовий для борів, суборів та сугрудків (особливо для їх свіжих типів) півкущик. На рівнині найрясніше плодоносить при виростанні у складі соснових і широколистяно-соснових лісів. Найбільший урожай ягід брусниці збирають під пологом незрушеного старого лісу (100–200 кг/га) і серед чагарників (200–250 кг/га). У гірських лісах урожай ягід значно менший – до 50–100 кг/га. На полонинах у складі чорничних і лохинових пустищ ягід ще менше – до 50 кг/га.

Журавлина чотирипелюсткова (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib.). Характерна для мокрих борів, суборів і сугрудків, а також є типовою рослиною відкритих сфагнових боліт. Урожай ягід журавлини вивчали лише у складі рівнинних мішаних широколистяно-соснових лісів, де він не перевищує 100–300 кг/га [7; 8].

**Висновки.** Отже, ліси західних районів України і полонини Карпат досить багаті на дикорослі плодів дерева й кущі та ягідники. Усі вони щороку рясно плодоносять і є важливими сировинними джерелами побічних лісових користувань. Ці плоди, як відомо, мають високі смакові якості, поживні, багаті на вітаміни, а також мають лікувальне значення.

**Бібліографічний список**

1. Григора І. М., Якубенко Б. Є. Польовий практикум з ботаніки: навч. посіб. Київ: Арістей, 2005. 256 с.
2. Заячук В. Я. Дендрологія: підручник. Вид. 2-ге, зі змінами та доповненнями. Львів: Сполом, 2014. 676 с.
3. Крєктун Б. В., Снітинська О. В., Макогін А. Антиоксидантні властивості плодів рослин родини Rosaceae та Adoxaceae та їх використання у складі продуктів функціонального призначення. *Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпека продуктів*: зб. статей VI Всеукр. наук.-практ. конф., Львів, 10–11 квітня 2014. Львів, 2014. С. 92–97.
4. Нормативно-довідкові матеріали з недеревної продукції лісу / за ред. В. П. Рябчук. Львів: ВМС, 2000. 130 с.
5. Пати́ка В. П., Соломаха В. А., Бурда Р. І. Перспективи використання агробіорізноманіття в Україні. Київ: Хімжест, 2003. 256 с.
6. Погребняк П. С. Лісова екологія і типологія лісів. Вибрані праці. Київ: Наук. думка, 1993. 495 с.
7. Рябчук В. П., Заячук В. Я., Горбенко Н. Є. Недеревна продукція лісу. Кормові ресурси лісу: навч. посіб. Львів: Сполом, 2015. 140 с.
8. Чопик В. И., Дудченко Л. Г., Краснова А. Н. Дикорастущие полезные растения Украины. Київ: Наук. думка, 1983. 398 с.
9. Якубенко Б. Є., Григора І. М., Дядюша Л. М., Василюк Л. О. Методичні рекомендації щодо користування лісотипологічним гербарієм. Київ: Вид. центр НАУ, 2001. 155 с.
10. Якубенко Б. Є., Григора І. М. Основні фіто-географії рослин. Рослинність України та зональність її розподілу. Київ: Вид. центр НАУ, 2002. 42 с.

*Стаття надійшла 06.04.2021*



**EFFECT OF BORON FOLIAR APPLICATION ON ONION YIELD****R. Rosa, PhD, D. Sc.**

ORCID ID: 0000-0001-6344-538X

**J. Franczuk, PhD, D. Sc.**

ORCID ID: 0000-0002-8440-850X

**A. Zaniewicz-Bajkowska, PhD, D. Sc., Prof. Tit.<sup>1</sup>**

ORCID ID: 0000-0002-0317-8571

**D. Słonecka, M. Sc.**

ORCID ID: 0000-0002-8696-2774

**L. Hajko, M. Sc.**

ORCID ID: 0000-0001-5293-8402

**K. Remiszewski, M. Sc.**

ORCID ID: 0000-0003-4294-3659

*Siedlce University of Natural Sciences and Humanities, Poland***O. Dydiv, Cand. Sc.**

ORCID ID: 0000-0003-4155-5945

*Lviv National Agrarian University, Ukraine*<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.089>**Роса Р., Франчук Ж., Заневич-Байковська А., Слонєцька Д., Хайко Л., Ремішевський К., Дидів О. Виробничі ефекти використання бору при вирощуванні цибулі звичайної**

Цибуля (*Allium cepa* L.), що належить до сімейства *Alliaceae*, є однією з найважливіших і найпопулярніших овочевих та пряних культур, вирощуваних у всьому світі. Правильне забезпечення рослин бором може сприятливо впливати на ріст і врожай цибулі, що надзвичайно важливо на ґрунтах, бідних на цей елемент. Брак бору спричинює багато анатомічних, фізіологічних та біологічних порушень у рослин. Це може призвести, серед іншого, до зупинки поділу клітин і, отже, пригнічення подовження коренів. Це дуже погано для цибулі, кореневої системи якої в будь-якому разі дуже багато, і водночас ця рослина потребує хорошого водопостачання.

Польовий експеримент був проведений у Центрально-Східній Польщі, за 85 км на схід від Варшави, на ґрунті лувісолу. Метою дослідження було визначити вплив різних доз бору, що надходять у вигляді позакореневої аплікації нітрату кальцію з бором (8,5 N-NO<sub>3</sub>, 17 CaO, 0,05 B), на вихід та вміст сухої речовини і цукор у цибулі. Бор застосовували один, два або три рази на стадіях розвитку цибулі BBCH 16, BBCH 17 та BBCH 41-45. Застосовувані дози бору становили 2,2, 4,5 та 6,7 г • га<sup>-1</sup>.

Застосування бору сприяло збільшенню врожаю цибулі. Ефект урожайності був особливо помітний у 2019 році, він характеризувався гіршими умовами вологості з 2020 року. Застосування бору сприяло збільшенню врожаю цибулі. Найкращий урожайний ефект отримали після трьох застосувань бору в загальній дозі 6,7 г • га<sup>-1</sup>. Комерційний урожай цибулі на цьому об'єкті становив 72,5 т • га<sup>-1</sup> (у середньому за роки досліджень) і був значно вищим, ніж у контролі, а також після одноразового внесення бору. Разом із збільшенням дози бору пропорційно зросла частка товарного врожаю цибулі в загальному врожаї, але вміст сухої речовини в цибулі зменшувався. Однак позакоренеve підживлення бором не змінило загального вмісту цукру.

**Ключові слова:** *Allium cepa* L., бор, позакоренеve підживлення, урожайність, суха маса, загальний цукор.

**Rosa R., Franczuk J., Zaniewicz-Bajkowska A., Słonecka D., Hajko L., Remiszewski K., Dydiv O. Effect of boron foliar application on onion yield**

A member of the *Alliaceae* family, onion (*Allium cepa* L.) is one of the most important and popular vegetable and spice crops grown worldwide. Boron is one of the most important micronutrients necessary for cell division, nitrogen and carbohydrate metabolism and water balance in plants. A sufficient supply of boron, especially to soils poor in this element, can be beneficial for plants growth and the yield. Boron deficiency causes many anatomical, physiological and biological disorders in plants. Its shortage can, among others, stop cell division and, consequently, inhibit root elongation. This affects the growth of onion, the root system of which is very shallow and poorly developed so this plant needs an adequate water supply. Large deficiencies of boron cause that the tip of the roots may even wither away and die. The field experiment was carried out in east-central Poland, 85 km east of Warsaw, on Luvisol soil. The purpose of the research was to study the effect of foliar application of different doses of boron on the yield of onion and its dry matter and sugar content. Boron was applied one, two or three times in 2.2, 4.5 and 6.7 g ha<sup>-1</sup> doses at the onion development stages of BBCH 16, BBCH 17 and

BBCH 41–45. The use of boron affected the onion yield. The effect was particularly visible in 2019, which was characterized by worse humidity conditions than 2020. The highest yield was recorded when boron was applied three times, at a total dose of 6.7 g ha<sup>-1</sup>. The marketable onion yield in that plot was 72.5 t ha<sup>-1</sup>, and was significantly higher than in control or after a single boron application. As the dose increased, the share of the marketable onion yield to the total yield increased proportionally, but dry matter content decreased. On the other hand, foliar boron treatment did not change total sugar content. Foliar treatment of onion with calcium nitrate containing boron contributed to an increase in the yield. Foliar feeding of onion with boron did not alter the total sugar content of plants.

**Key words:** *Allium cepa* L., boron, dry matter, foliar fertilization, yielding, total sugars.

**Problem setting.** Onion (*Allium cepa* L.) is one of the most important commercial crops not only in Poland but also in the world. According to the Food and Agriculture Organization (FAO), it is the third most cultivated vegetable in the world by production quantity after tomato and watermelon, with a total of 99.9 million tons produced in 2019. In the European Union 5.9 million tons of onions were produced, about 535 thousand tonnes of which in Poland [11]. In the EU, Poland ranks third in the production of this vegetable [10]. In Ukraine, the production of onions in 2019 was about 998 thousand tonnes [11].

One of the most important micronutrients necessary for cell division, nitrogen and carbohydrate metabolism and water balance in plants is boron [4]. Deficiency of this element causes a lot of anatomical, physiological and biological disorders in plants. It can lead to a halt in cell division in the root apical meristem, which, consequently, leads to the inhibition of root lengthening. With very large deficiencies, the tip of the roots may even wither away and die. Boron deficiency also affects photosynthesis and transport of its products. It can also decrease stomatal conductance and CO<sub>2</sub> absorption, with an increase in starch assimilation and a decrease in sucrose assimilation [6].

#### **Analysis of recent research and publications.**

Boron natural content depends mainly on the type of the soil and the parent rock from which it has developed. Unlike sandy soils, where boron can be found in small amounts, clay soils are generally rich in this element. Its concentration in soils varies from 2 to 200 mg·kg<sup>-1</sup>, but its forms available to plants represent less than 5 to 10 % [5]. In Poland, sandy soils dominate, and the content of this element is insufficient, which makes it necessary to supplement its deficiency with mineral fertilizers applied both to the soil and in the form of foliar spraying [23]. The uptake of boron by plants depends, among others, on soil pH and water content, as well as on the presence of other ions in the soil solution [5]. Low boron content in the soil is also due to continuous use of mineral fertilizers and manure. Increasing mineral fertilizer doses are associated with a build-up of negative boron balance [16].

According to Smriti et al. [22] and Dake et al. [7], foliar or to-the-soil boron treatment in onion cultivation can have a beneficial effect on the growth and yield of these plants. Its positive effects in the cultivation of other vegetables has been confirmed by many authors, like Islam et al. [17], Meena et al. [16], Sultana et al. [23] and Franczuk et al. [12].

**Problem statement.** Thus, it is necessary to supply boron to plant leaves or to the soil. The experiment dealt with the effects of boron foliar application on the onion yield and the content of dry matter and total sugars.

**The main materials and methods.** The field experiment was carried out between 2019 and 2020 in east-central Poland (52°14'N, 22°10'E) on Luvisol soil. The average organic carbon concentration of the soil was 1.3 %, with pH in H<sub>2</sub>O of 6.7 and hums layer 30–40 cm deep. Total macronutrient content in 1 dm<sup>3</sup> of the soil was as follows: 13 mg of NO<sub>3</sub>-N; 30 mg of NH<sub>4</sub>-N; 65 mg of P; 150 mg of K; 1219 mg of Ca; 60 mg of Mg; 1.5 mg of B (average of 2019–2020). The 'Spirit' cv. of onion (Bejo Zaden) was used in the experiment founded in three replications, in a randomised block design.

The soil was prepared at the end of March in accordance with agricultural recommendations for this crop species. Mineral fertilizers (for each experimental combination) were applied up to the optimal level for onion: 180 kg N, 70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and 145 kg K<sub>2</sub>O per ha. The seeds of onion were dressed (Zaprawa Nasienna T and Biosept 33 SL) and sown at a seeding rate of 6 kg·ha<sup>-1</sup> on 5 April (2019) and 28 March (2020) with 30 cm spacing. After sowing, the experimental plots were sprayed with the Stomp 330 EC herbicide. Another herbicide, Goal 480, was applied just after the plants emerged and two-three weeks later. In the later stages of the onion growing season weeding was done mechanically. If necessary, other treatments were performed on the basis of an up-to-date integrated onion protection program.

Experimental factors and treatments are presented in Table 1. Calcium nitrate 8.5 N (8.5 % N-NO<sub>3</sub>, 17 % CaO) and calcium nitrate 8.5 N with boron

(8.5 % N-NO<sub>3</sub>, 17 % CaO, 0.05 % B) were used at doses of 3 l ha<sup>-1</sup> + 250 l ha<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>O. Spraying was carried out during the following onion developmental stages: BBCH 16, BBCH 17 and BBCH 41–45. In 2019, plants reached those stages on 11 and 25 June and 31 July, respectively, and in 2020 on 18 June, and 7 and 30 July.

Onion was harvested by hand on 29 August in 2019 and on 25 August in 2020. The area of each plot to be harvested was 4.8 m<sup>2</sup>. The total and marketable yields of bulbs (t ha<sup>-1</sup>) were determined after the harvest. From each plot, a sample of bulbs was collected (about 1 kg) to determine dry matter content by drying them to constant weight at 105°C. Total sugars content was measured by the Luff-Schoorl method [9].

The results were statistically processed with ANOVA (one-way) for the randomized block design. The significance of differences between means was determined with Tukey's test at the significance level of  $p \leq 0.05$ . All the calculations were performed with the Statistica software (version 13, Statsoft, USA).

Meteorological data provided by the IMGW-PIB Hydrological and Meteorological Station in Siedlce in 2019–2020 confirmed climate change and the dynamism of weather conditions in this part of Europe (Table 2). The average monthly air

temperatures recorded in April, June and August 2019 were higher by 1.4–5.3°C than the average multi-annual values for the same months. In 2020, monthly temperatures in the spring were close to average ones, while in June and August they exceeded multi-annual values by 2.5°C and 1.6°C, respectively. The average air temperature for the entire onion growing period was 1.4°C higher in 2019 and 0.3°C higher in 2020 than for the 1981–2010 multi-annual period.

Moisture conditions in 2020 were significantly better for onion growth and development than in 2019. Total rainfall during the onion growing season in 2019 was 263.8 mm, which was 28.8 mm lower than the average for the 1981–2010 period. In 2020, total rainfall in the April–August period exceeded the multi-annual average by 99.9 mm. In both years of the research, immediately after sowing onion seeds, the amount of precipitation was very small (April), which prolonged the process of their germination. In May, both in 2019 and in 2020, an above-average amount of precipitation was recorded, which allowed refreshing moisture reserves in the soil after very dry April. June 2019 was also very dry (28.6 mm of precipitation) and very wet in 2020 (169.6 mm). In both years of the research, less rain than the multi-annual average was recorded in July, while the amount of precipitation in August was average.

Table 1

**Treatments detail combination**

Notation	Treatment	Doses of nitrogen, calcium and boron (g·ha <sup>-1</sup> ) supplied via foliar application:		
		N-NO <sub>3</sub>	CaO	B
C1	<i>Control 1</i> no treatment (only soil fertilization: 180 kg N, 70 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 145 kg K <sub>2</sub> O)	-	-	-
C2	<i>Control 2</i> without boron but with pre-seeding mineral fertilizer application to the soil and three foliar doses of calcium nitrate 8.5N (3 l·ha <sup>-1</sup> )	1125	2250	-
B1	<i>One dose of boron</i> pre-seeding mineral fertilizer application to the soil, one foliar dose of calcium nitrate 8.5N with boron (3 l·ha <sup>-1</sup> ) and two foliar doses of calcium nitrate 8.5N (3 l·ha <sup>-1</sup> )	1125	2250	2.2
B2	<i>Two doses of boron</i> pre-seeding mineral fertilizer application to the soil, two foliar doses of calcium nitrate 8.5N with boron (3 l·ha <sup>-1</sup> ) and one foliar dose of calcium nitrate 8.5N (3 l·ha <sup>-1</sup> )	1125	2250	4.5
B3	<i>Three doses of boron</i> pre-seeding mineral fertilizer application to the soil and three foliar doses of calcium nitrate 8.5N with boron (3 l·ha <sup>-1</sup> )	1125	2250	6.7

**Weather condition in the experiment area, 2019–2020  
(Siedlce Meteorological Station, Poland)**

Years	Month					Mean / Sum	
	IV	V	VI	VII	VIII	IV-VIII	I-XII
Air temperature (°C)							
2019	9.4	13.0	21.5	18.0	19.3	16.2	9.9
2020	7.9	11.1	18.7	18.4	19.3	15.1	9.7
1981-2010	8.0	13.6	16.2	18.4	17.7	14.8	7.8
Precipitation (mm)							
2019	8.9	113.9	28.6	40.3	72.1	263.8	475.9
2020	6.9	111.4	169.6	39.2	65.4	392.5	666.2
1981-2010	32.1	56.9	70.9	65.6	67.1	292.6	526.5

**Results and discussion.** The average total and marketable yields of onion were 59.2 and 57.2 t ha<sup>-1</sup> in 2019 and 72.3 and 69.3 t ha<sup>-1</sup> in 2020 (Table 3). The yield recorded in 2020 was significantly higher than in 2019. Undoubtedly, this was due to more favourable weather conditions for onion growth in the second year of research.

The average onion trade yield in 2019 was significantly higher than the average yields in Poland (21.6 t ha<sup>-1</sup>) and the EU (34.7 t ha<sup>-1</sup>) [10; 15]. High yields resulted from good growing conditions and the high-yielding onion variety tested in the experiment. According to its breeder, ‘Spirit’ is a very high-yielding variety, better than many others available on the market. The field experiment was carried out in an area with favourable conditions for horticultural production. It is located in the valley of the River Liwiec, with very good soil, favourable microclimate and a long tradition of growing vegetables.

Statistical analysis of the results showed a significant effect of foliar boron application on the yield. The C2 and B1-B3 treatment combinations i.e. those with calcium nitrate applied three times to the leaves, resulted in higher onion yields compared to those with fertilizers applied to the soil (C1). However, differences in yields were not always statistically significant. In 2019, spraying onions with boron two or three times at a total dose of 4.5 and 6.7 g ha<sup>-1</sup>, respectively, resulted in a significant increase in the total yield compared to control 1 (with no foliar feeding). In addition, three doses of boron-enriched calcium nitrate also resulted in a significant increase in the marketable yield in relation to plot B1 (treated with one dose of calcium nitrate with boron and two doses of calcium nitrate). However, in 2020 three doses of boron contributed to a significant increase in the marketable onion yield only in relation to C1 control. As an average for two experimental years, application of two or three doses of boron-

enriched calcium nitrate increased the onion yield compared to the C1 control plot in a statistically significant way. The marketable yield of onion treated three times with boron was also significantly higher than in control C2 (treated with three doses of calcium nitrate, without boron) and in B1 (treated with one dose of boron-enriched calcium nitrate and two doses of calcium nitrate).

According to Goldbach and Wimmer [13] and Miwa et al. [20], boron increases the growth and yield of plants because it stimulates division and elongation of the cell and development of its walls. Boron plays an important role in the metabolism of carbohydrates and proteins. It is also crucial for development of the nitrogen-fixing cyanobacteria [1; 2]. Pramanik and Tripathy [13] reported an increase in the yield of *Allium cepa* L., compared to control with no treatment, after spraying plants twice with Borax solution (2×0.25 %). The authors also found that foliar spraying had a better yield effect than soil application of this fertilizer. Manna and Maity [19] reported a significant increase, referring to the control, in the onion yield after two foliar doses of 0.5 % boron solution. Increasing the dose of boron resulted in a proportional increase in the yield of onion. Smriti et al. [22] achieved similar results. Biswas et al. [8] also reported a significant increase in the yield of marketable onion, as compared to the control, after two doses of Borax at a concentration of 0.25 %.

It was found that the foliar application of boron increased the share of the marketable onion yield in the total yield (Fig. 1). This share increased with an increase in the number of boron doses. In the control plot, with no treatment, the share of marketable yield to the total yield was on average 93 %. With three doses of calcium nitrate, it increased to 94.5 %. One dose of boron increased this share to 95.5 %, and two and three doses resulted in 97.1 % and 98.4 % shares of the marketable yield in the total yield.

## Onion yield

Treatment	Total yield (t·ha <sup>-1</sup> )			Marketable yield (t·ha <sup>-1</sup> )		
	2019	2020	Mean	2019	2020	Mean
C1	50.1 a	66.0 a	58.0 a	46.6 a	61.6 a	54.1 a
C2	56.9 ab	73.6 a	65.2 abc	54.3 abc	69.9 ab	62.1 ab
B1	55.8 ab	67.6 a	61.7 ab	53.9 ab	64.6 ab	59.2 ab
B2	64.6 b	75.8 a	70.2 bc	63.4 bc	73.2 ab	68.3 bc
B3	68.7 b	78.5 a	73.6 c	67.5 c	77.4 b	72.5 c
Mean	59.2 A	72.3 B	65.8	57.2 A	69.3 B	63.2
ANOVA	Years (Y)	Treatment (T)	Y × T	Years (Y)	Treatment (T)	Y × T
F-value	42.07	42.52	41.87	31.31	40.36	31.22
p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
LSD <sub>0.05</sub>	4.2	9.4	13.4	4.1	9.3	13.2

\* Means followed by different lowercase letters in columns and different uppercase letters in rows differ significantly at  $p \leq 0.05$

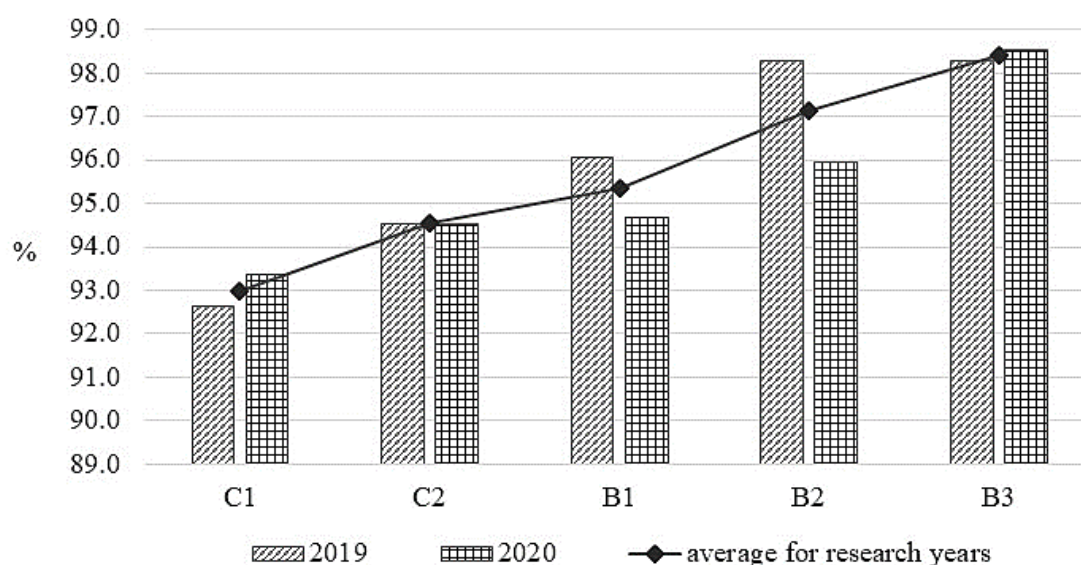


Fig. 1. The share of marketable yield in the total yield.

The onion dry matter content was on average 11.45 % (Table 4). In 2019, foliar treatment did not result in its significant changes. In 2020, onion sprayed once with boron-enriched calcium nitrate and twice with calcium nitrate without boron (B1) contained significantly more dry matter than plants fed three times with calcium nitrate enriched with boron (B3). In both years, increasing the number of boron doses resulted in a decrease in onion dry matter content as compared to plots treated three times with calcium nitrate without boron. Onion from the plot B3 contained significantly less dry matter than plants

from plots C2 and B1. The opposing results were obtained by Manna and Maity [19], when they found that as the number of boron doses increased, onion dry matter content increased. After foliar application of boron at a concentration of 0.5 %, plants contained significantly more dry matter than those grown in control without boron. Gurjar et al. [14] also reported an increase in dry matter content in onion fertilized with boron. After soil application at doses of 1.0 and 2.0 kg ha<sup>-1</sup>, it contained significantly more dry matter than control plants and those treated with 0.5 kg ha<sup>-1</sup>B.

The content of dry matter and total sugars in onion

Treatment	Dry matter (%)			Total sugars (g·100g <sup>-1</sup> F.M.)		
	2019	2020	Mean	2019	2020	Mean
C1	11.17 a	11.65 ab	11.41 ab	4.89 a	4.52 a	4.70 a
C2	11.80 a	11.91 ab	11.86 b	5.12 a	5.14 a	5.13 a
B1	11.42 a	12.08 b	11.75 b	4.95 a	5.24 a	5.10 a
B2	11.33 a	11.71 ab	11.52 ab	4.51 a	4.86 a	4.69 a
B3	11.16 a	11.28 a	11.22 a	4.87 a	4.48 a	4.68 a
Mean	11.38 A	11.72 B	11.55	4.87 A	4.85 A	4.86
ANOVA	Years (Y)	Treatment (T)	Y × T	Years (Y)	Treatment (T)	Y × T
F-value	12.64	25.77	12.64	0.06	1.26	0.06
p	0.002	<0.001	<0.001	>0.05	>0.05	>0.05
LSD <sub>0.05</sub>	0.20	0.46	0.65	ns**	ns	ns

\* Means followed by different lowercase letters in columns and different uppercase letters in rows differ significantly at  $p \leq 0.05$

\*\* Not significant

FM – fresh matter

Treatment combinations applied to onion grown in 2019 and 2020 resulted in total sugars content ranging from 4.48 to 5.24 g·100 g<sup>-1</sup> FM. Statistical analysis of the results did not show a significant effect of treatment or weather conditions during the experimental years on this parameter.

**Conclusions.** Foliar treatment of onion with calcium nitrate containing boron contributed to an increase in the yield. The highest yield was recorded after spraying plants three times with a total dose of 6.7 g ha<sup>-1</sup> of boron. As the dose increased from 2.2 to 6.7 g ha<sup>-1</sup>, the share of the marketable onion yield in the total yield increased, but dry matter content decreased. Foliar feeding of onion with boron did not alter the total sugar content of plants.

### References

1. Bolanos L., Brewin N. J., Bonilla I. Effects of boron on Rhizobium-legume cell-surface interactions and nodule development. *Plant Physiology*. 1996. No. 110. P. 1249–1256.
2. Bonilla I. et al. The aberrant cell walls of boron-deficient bean root nodules have no covalently bound hydroxyproline-proline-rich proteins. / *Plant Physiology*. 1997. No. 115. P. 1329–1340.
3. Boron uptake, yield and quality of carrot (*Daucus carota* L.) in response to boron application. / Sultana S. et al. *International Journal of Plant and Soil Science*. 2015. No. 8(5). P. 1–5.
4. Brady N. C. The nature and properties of soils. 10th edition, A. K. Ghosh. Printing-Hall of India Pvt. Ltd., New Delhi. 1990. P. 383.
5. Brodowska M. Znaczenie boru w uprawie roślin. (Boron importance in plant cultivation.) URL: <https://nawozy.eu/wiedza/porady-ekspertow/nawozenie/znaczenie-boru-w-uprawie-roslin.html> (Accessed 21 April 2021).
6. Brown P. H. et al. Boron in plant biology. *Plant Biology*. 2002. No. 4. P. 205–223.
7. Dake S. D., Hiwale B. G., Patil V. K., Naik P. G. Effect of micronutrients on growth, yield and quality of onion (*Allium cepa* L.) cv. Baswant 780. National symposium on Alliums: current Scenario and Emerging Trends, 12–14 March, 2011, Pune. P. 205.
8. Effect of micronutrient application on vegetative growth and bulb yield attributes of Rabi onion (*Allium cepa* L.) / Biswas P. et al. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2020. No. 9(3). P. 556–565.
9. EU 2009. Commission Regulation NO 152/2009. Official Journal of the European Union L54. P. 1–130.
10. EUROSTAT 2020. Agricultural production – crops. URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agricultural\\_production\\_-\\_crops#Vegetables](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agricultural_production_-_crops#Vegetables) (Accessed 26 April 2021).
11. FAOSTAT 2021. Onions production in 2019, Crops/Regions/World list/Production Quantity (pick lists). UN Food and Agriculture Organization, Corporate Statistical Database. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> (Accessed 26 April 2021).

12. Franczuk J., Rosa R., Zaniewicz-Bajkowska A., Słonecka D. Effects of boron application and treatment with effective microorganisms on the growth, yield and some quality attributes of broccoli. *Journal of Elementology*. 2019. No. 24(4). P. 1335–1348.
13. Goldbach H. E., Wimmer M. A. Boron in plants and animals: is there a role beyond cell-wall structure? *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2007. No. 170(1). P. 39–48.
14. Gurjar P., Lekhi D. R., Uikey A. Effect of sulphur and boron on growth and quality of onion (*Allium cepa* L.). *International Journal of Chemical Studies*. 2020. No. 8(3). P. 1955–1957.
15. GUS. Rocznik Statystyczny Rolnictwa. (Statistical Yearbook of Agriculture). Główny Urząd Statystyczny w Warszawie, 2020.
16. Improvement of growth, yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Azad T-6 with foliar application of zinc and boron. / Meena D.C. et al. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*. 2015. No. 6(5). P. 598–601.
17. Islam M., Hoque M. A., Reza M. M., Chakma S. P. Effect of boron on yield and quality of broccoli genotypes. *International Journal of Experimental Agriculture*. 2015. No. 5(1). P. 1–7.
18. Kocoń A. Potrzeby nawożenia mikroelementami. (The need for fertilization with micronutrients.) *Studia i Raporty IUNG-PIB*. 2013. No. 34(8). P. 133–144.
19. Manna D., Maity T. K. Growth, yield and bulb quality of onion (*Allium cepa* L.) in response to foliar application of boron and zinc. *Journal of Plant Nutrition*. 2016. No. 39(3). P. 438–441.
20. Plants tolerant of high boron levels / Miwa K. et al. *Science*. 2007. No. 318(5855). P. 1417–1417.
21. Pramanik K., Tripathy P. Effect of micronutrients on growth and total yield of onion (*Allium cepa* L.). *The Bioscan*. 2017. No. 12(01). P. 322–326.
22. Smriti S., Kumar R., Singh S.K. Effect of sulphur and boron nutrition on growth, yield and quality of onion (*Allium cepa* L.). *Journal of Applied Biology*. 2002. No. 12. P. 40–46.
23. Szulc W., Rutkowska B. Diagnostics of boron deficiency for plants in reference to boron concentration in the soil solution. *Plant, Soil and Environment*. 2013. No. 59. P. 372–377.

Стаття надійшла 28.04.2021

## ВПЛИВ НОВОГО КОМПЛЕКСНОГО МІНЕРАЛЬНОГО ДОБРИВА НІТРОАМОФОСКИ-М НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ КАПУСТИ ЦВІТНОЇ

**О. Дидів, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0003-4155-5945*

**І. Дидів, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0001-8605-1092*

*Львівський національний аграрний університет*

**А. Заневич-Байковська, д. габ.**

*ORCID ID: 0000-0002-0317-8571*

**Й. Франчук, д. габ.**

*ORCID ID: 0000-0002-8440-850X*

**Р. Роса, д. габ.**

*ORCID ID: 0000-0001-6344-538X*

**Л. Гайко, магістр**

*ORCID ID: 0000-0001-5293-8402*

*Природничо-гуманітарний університет в Седльце (Польща)*

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.096>

**Дидів О., Дидів І., Заневич-Байковська А., Франчук Й., Роса Р., Гайко Л. Вплив нового комплексного мінерального добрива Нітроаммофоски-М на врожайність і якість капусти цвітної**

Вперше в умовах Західного Лісостепу України на темно-сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах проведені дослідження з вивчення впливу різних норм нового комплексного мінерального добрива Нітроаммофоски-М на врожайність та біохімічний склад капусти цвітної.

Предметом дослідження був гібрид капусти цвітної Бригантина F<sub>1</sub>. Схема досліду передбачала такі варіанти: 1) Контроль (без добрив); 2) Аміачна селітра (N<sub>60</sub>) – фон; 3) Фон + N<sub>18</sub>P<sub>36</sub>K<sub>44</sub>; 4) Фон + N<sub>36</sub>P<sub>72</sub>K<sub>88</sub>; 5) Фон + N<sub>54</sub>P<sub>108</sub>K<sub>132</sub>; 6) Фон + N<sub>77</sub>P<sub>144</sub>K<sub>176</sub>.

У середньому за два роки досліджень великий діаметр (20 і 21 см) та масу головок (910 і 1280 г) одержали у варіантах: Фон + N<sub>36</sub>P<sub>72</sub>K<sub>88</sub> і Фон + N<sub>54</sub>P<sub>108</sub>K<sub>132</sub>, тоді як на контролі (без добрив) ці показники були найменші та становили відповідно 14 см та 650 г.

За безрозсадного способу вирощування капусти цвітної із використанням комплексного мінерального добрива Нітроаммофоски-М у нормі 400 кг/га (N<sub>36</sub>P<sub>72</sub>K<sub>88</sub>) та 600 кг/га (N<sub>54</sub>P<sub>108</sub>K<sub>132</sub>) одержали високий урожай товарних головок (58,3 та 62,9 т/га), що перевищує контроль (без добрив) відповідно на 19,1 і 23,7 т/га. Встановлено, що підвищені норми добрив Нітроаммофоски-М 800 кг/га (N<sub>77</sub>P<sub>144</sub>K<sub>176</sub>) не сприяють суттєвому зростанню врожайності порівняно з варіантом 5 за внесення добрив у нормі 600 кг/га (N<sub>54</sub>P<sub>108</sub>K<sub>132</sub>).

Комплексне мінеральне добриво Нітроаммофоска-М підвищувало якість головок капусти цвітної, зокрема найвищий вміст сухої речовини (10,3 %), загального цукру (5,2 %), аскорбінової кислоти (61,8 мг/100 г) одержали у варіанті 5 за внесення Нітроаммофоски-М у нормі 600 кг/га (N<sub>54</sub>P<sub>108</sub>K<sub>132</sub>). Вміст нітратного азоту в усіх варіантах досліду не перевищував гранично допустиму концентрацію (400 мг/кг сирої маси).

З метою одержання високого врожаю з доброю якістю продукції головок капусти цвітної гібрида Бригантина F<sub>1</sub> за безрозсадного способу вирощування на темно-сірих опідзолених ґрунтах в умовах Західного Лісостепу України доцільно вносити нове комплексне мінеральне добриво Нітроаммофоска-М у нормі 600 кг/га (N<sub>54</sub>P<sub>108</sub>K<sub>132</sub>) на фоні аміачної селітри (175 кг/га – N<sub>60</sub>).

**Ключові слова:** капуста цвітна, безрозсадний спосіб, комплексне мінеральне добриво, норми добрив, діаметр та маса головки, врожайність, якість продукції.

**Dydiv O., Dydiv I., Zanevych-Baikovska A., Franchuk J., Rosa R., Haiko L. Influence of the new complex mineral fertilizer Nitroammophoska-M on the yield and quality of cauliflower**

The effect of different rates of the new complex mineral fertilizer Nitroammophoska-M on the yielding capacity and biochemical composition of cauliflower in the Western Forest-Steppe of Ukraine on dark gray podzolic loamy soils is studied for the first time.

A hybrid of cauliflower Brigantine F<sub>1</sub> was taken as the subject of the research was. The scheme of the experiment included the following versions: 1) Control (without fertilizers); 2) Ammonium nitrate (N<sub>60</sub>) – background; 3) Background + N<sub>18</sub>P<sub>36</sub>K<sub>44</sub>; 4) Background + N<sub>36</sub>P<sub>72</sub>K<sub>88</sub>; 5) Background + N<sub>54</sub>P<sub>108</sub>K<sub>132</sub>; 6) Background + N<sub>77</sub>P<sub>144</sub>K<sub>176</sub>.



For two years of the research, a large diameter (20 and 21 cm) and weight of heads (910 and 1280 g) were obtained on the versions: Background +  $N_{36}P_{72}K_{88}$  and Background +  $N_{54}P_{108}K_{132}$ , while in the control version (without fertilizers), these figures were the lowest and amounted to 14 cm and 650 g respectively.

Having applied the field-seeded method of growing cauliflower using the complex mineral fertilizer Nitroammophoska-M at the rate of 400 kg/ha ( $N_{36}P_{72}K_{88}$ ) and 600 kg/ha ( $N_{54}P_{108}K_{132}$ ), one obtained the high yielding capacity of cauliflower heads (58.3 and 62.9 t/ha), which exceeded the control (without fertilizers) by 19.1 and 23.7 t/ha respectively. It was found that the increased rates of Nitroammophoska-M fertilizers of 800 kg/ha ( $N_{77}P_{144}K_{176}$ ) did not contribute to a significant increase in yielding capacity as compared to the version 5 with the application of fertilizers at a rate of 600 kg/ha ( $N_{54}P_{108}K_{132}$ ).

The complex mineral fertilizer Nitroammophoska-M improved the quality of cauliflower heads, in particular, it provided the highest content of dry matter (10.3 %), total sugar (5.2 %), ascorbic acid (61.8 mg/100 g) in the version 5 Nitroammophoska-M at the rate of 600 kg/ha ( $N_{54}P_{108}K_{132}$ ). The content of nitrate nitrogen in all versions of the experiment did not exceed the maximum allowable concentration (400 mg/kg of wet weight).

There is a suggestion to apply a new complex mineral fertilizer Nitroammophoska-M at the rate of 600 kg/ha ( $N_{54}P_{108}K_{132}$ ) on the background of ammonium nitrate (175 kg/ha –  $N_{60}$ ) in order to obtain a high yielding capacity with good quality of cauliflower heads of the hybrid Brigantine F<sub>1</sub>. One should apply the field-seeded method of cultivation on dark gray podzolic soils in the Western Forest-Steppe of Ukraine.

**Key words:** cauliflower, field-seeded method, complex mineral fertilizer, fertilizer rates, diameter and weight of the head, yielding capacity, product quality.

**Постановка проблеми.** Західний Лісостеп України сприятливий для вирощування високих урожаїв капустяних овочевих рослин, зокрема капусти цвітної. Аналіз літературних джерел свідчить про те, що одним із суттєвих факторів підвищення урожайності овочевих культур є внесення органічних і мінеральних добрив, мікродобрив, регуляторів росту та їх комбіноване застосування [1; 9; 11].

Для формування доброго врожаю капусти цвітної з високою якістю продукції, крім основних елементів живлення, важливу роль відіграють мікроелементи, які входять до складу ферментів. Мікроелементи стимулюють ріст рослин капусти, прискорюють їх розвиток, підвищують стійкість рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища та хвороб. За наявності мікроелементів рослини краще засвоюють основні елементи живлення [10].

Внесення добрив та способи вирощування – один із найбільш швидкодіючих факторів, який впливає на врожайність та якість овочевої продукції [1]. Тому з огляду удосконалення технології вирощування і одержання екологічно безпечної продукції капусти цвітної на сьогодні актуального значення набуває вивчення ефективності оптимальних норм нового комплексного мінерального добрива Нітроамфоски-М з мікроелементами в умовах Західного Лісостепу України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз публікацій свідчить про те, що урожайність і якість капусти цвітної значною мірою залежать від багатьох чинників. За даними О. Й. Дидів [3; 4], необхідно врахувати біологічні особливості сортів та гібридів капусти цвітної для конкретної

грунтово-кліматичної зони, системи обробітку, способу вирощування.

Відомо, що одним із суттєвих факторів підвищення врожайності овочевих культур, зокрема капустяних, є внесення органічних та мінеральних добрив. Як показують дослідження О. Й. Дидів [5], в умовах Західного Лісостепу України на темно-сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{120}P_{90}K_{120}$  на фоні 3 т/га  $CaCO_3$  забезпечило високий урожай головок цвітної капусти (55,7 т/га) з доброю якістю продукції.

За даними багатьох науково-дослідних установ країни, доцільним при вирощуванні капусти цвітної [1; 9] є сумісне внесення органічних та мінеральних добрив. Під капусту вносять повне мінеральне добриво (кг/га д.р.  $N_{60-120}$ ,  $P_{60-100}$ ,  $K_{60-150}$ ) залежно від типу і родючості ґрунту. Слід враховувати, що у ґрунті щорічно розкладається 40–50 т органічної маси попередника. Підвищені й високі дози азотних добрив, особливо в тих випадках, коли їх вносять без урахування біологічних особливостей культури й сорту, оптимального співвідношення між NPK, сприяють накопиченню нітратів у головках капусти [6].

Застосування фосфорно-калійних добрив на сірих лісових ґрунтах у дозах  $P_{120}K_{120}$  підвищувало вміст у головках капусти цвітної вітаміну С на 4,1 мг/100 г, цукрів – на 0,2 %. Внесення мінеральних добрив у дозах  $N_{120}P_{120}K_{120}$  та 27 т/га гною і сумісного внесення 27 т/га гною +  $N_{90}P_{40}K_{120}$  суттєво підвищило врожайність капусти цвітної, але при цьому знизився у головках вміст сухої речовини, цукрів, вітаміну С [1; 7; 9].

**Постановка завдання.** Метою досліджень було вивчити вплив норм нового комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-М на врожайність і якість головок цвітної капусти за безрозсадного вирощування в умовах Західного Лісостепу України.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження проводили на дослідному полі кафедри садівництва та овочівництва. І. П. Гулька Львівського національного аграрного університету. У досліді застосовували комплексне мінеральне добриво Нітроамофоску-М з мікроелементами у формі водорозчинних гранул. Добриво входить до Державного реєстру пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Його хімічний склад: N – 9,0 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 18 %, K<sub>2</sub>O – 22 %, CaO – 20 %, S – 1,2 %, та мікроелементи Na<sub>2</sub>O – 0,5 %, MgO – 0,5 %, Fe – 0,1 %, Zn – 97,8 мг/кг, Cu – 6,5 мг/кг, Mn – 310 мг/кг. Унікальність цього добрива полягає в тому, що наявність у його складі карбонатів кальцію та магнію забезпечує меліоративний ефект, який проявляється в нейтралізації підвищеної кислотності, покращанні агрофізичних властивостей ґрунту, створенні агрономічно-цінної його структури та кращому засвоєнню елементів живлення рослинами капусти цвітної. Внесення такого добрива ефективно на різних типах ґрунтів, а особливо на кислих.

Схема досліді передбачала такі варіанти: 1) Контроль (без добрив); 2) Аміачна селітра (N<sub>60</sub>) – фон; 3) Фон + N<sub>18</sub>P<sub>36</sub>K<sub>44</sub>; 4) Фон + N<sub>36</sub>P<sub>72</sub>K<sub>88</sub>; 5) Фон + N<sub>54</sub>P<sub>108</sub>K<sub>132</sub>; 6) Фон + N<sub>77</sub>P<sub>144</sub>K<sub>176</sub>.

Навесні під культивуацію вносили мінеральне добриво Нітроамофоску-М згідно зі

схемою досліді, а також як фон у всіх варіантах досліді – аміачну селітру в нормі 175 кг/га. Досліди закладали згідно з методикою досліді справи в овочівництві та баштанництві [2]. Попередником капусти цвітної була картопля. Капусту цвітну гібридна Бригантіна F<sub>1</sub> вирощували безрозсадним способом. Строки висіву насіння – III декада квітня, на глибину 1,5–2,0 см.

Облікова площа ділянки – 20 м<sup>2</sup>. Повторність досліді триразова, розміщення варіантів систематичне. Ґрунт дослідіного поля темно-сірий опідзолений легкосуглинковий в орному горизонті (0–20 см), характерний такими агрохімічними показниками: рН<sub>сол.</sub> – 5,5–5,6, гідролітична кислотність – 3,44–3,60 мг-екв/100 г ґрунту, сума увібраних основ – 11,0–12,4 ммоль/100 г ґрунту, вміст гумусу – 2,30–2,35 %, забезпеченість легкогідролізованим азотом – 119–126 мг/кг, рухомим фосфором – 98–112 мг/кг, обмінним калієм – 90–94 мг/кг. Технологія вирощування капусти цвітної загальноприйнята для умов Західного Лісостепу України.

На дослідіних ділянках проводили догляд за посівами, який передбачав інтегрований захист від бур'янів та шкідників. У період вегетації рослин визначали середню масу головки та її діаметр. Облік урожаю проводили суцільно ваговим методом у першій декаді серпня. У зібраних головках капусти цвітної визначали біохімічні показники. Статистичну обробку отриманих даних результатів дослідіжень проводили методом дисперсійного аналізу за методикою Б. А. Доспехова [8].

Дослідіженнями встановлено, що норми внесення мінерального добрива Нітроамофоски-М з мікроелементами впливали на масу та діаметр головки капусти цвітної (рис. 1).



Рис. 1. Вплив мінерального добрива Нітроамофоски-М на масу та діаметр головки капусти цвітної, середнє за 2019–2020 рр.

У середньому за два роки досліджень (табл. 1) діаметр головки змінювався в межах від 14 см (контроль) до 23 см (Фон + N<sub>77</sub>P<sub>144</sub>K<sub>176</sub>). Середня маса головок зростала із збільшенням норм мінерального добрива, приріст до контролю становив від 110 г (Аміачна селітра (N<sub>60</sub>) – фон) до 970 г (Фон + N<sub>77</sub>P<sub>144</sub>K<sub>176</sub>). Найбільший діаметр (23 см) та середню масу головки (1620 г) одержали за внесення: Фон + N<sub>77</sub>P<sub>144</sub>K<sub>176</sub>.

Встановлено, що менш сприятливі ґрунтово-кліматичні умови були у 2019 році досліджень порівняно із 2020 роком, що вплинуло загалом на зменшення діаметра та маси головки капусти цвітної, а відповідно, й урожайності. У середньому

за два роки досліджень найменшу врожайність капусти цвітної відзначали у контрольному варіанті (без добрив) – 39,2 т/га. Так, внесення N<sub>18</sub>P<sub>36</sub>K<sub>44</sub> на фоні аміачної селітри N<sub>60</sub> забезпечило приріст урожаю порівняно з контрольним варіантом на 10,6 т/га, або 27%. За безрозсадного способу вирощування збільшення норми комплексного мінерального добрива у два рази Фон + N<sub>36</sub>P<sub>72</sub>K<sub>88</sub> виявилось дуже ефективним. Зокрема врожайність капусти цвітної порівняно з контролем зросла на 19,1 т/га або 48,7%. За внесення комплексного добрива в нормі Фон + N<sub>54</sub>P<sub>108</sub>K<sub>132</sub> приріст урожаю головок капусти цвітної порівняно з нормою Фон + N<sub>54</sub>P<sub>108</sub>K<sub>132</sub> становила лише 4,6 т/га або 11,7% (табл. 2).

Таблиця 1

**Якісні показники врожаю капусти цвітної залежно від норм мінерального добрива  
Нітроамофоски-М, середнє за 2019–2020 рр.**

Варіант досліджу	Середній діаметр головки, см	±, до контролю	Середня маса головки, г	±, до контролю
Без добрив (контроль)	14	-	650	-
Аміачна селітра (N <sub>60</sub> ) – фон	16	2	760	110
Фон + N <sub>18</sub> P <sub>36</sub> K <sub>44</sub>	18	4	820	170
Фон + N <sub>54</sub> P <sub>108</sub> K <sub>132</sub>	20	6	910	260
Фон + N <sub>54</sub> P <sub>108</sub> K <sub>132</sub>	21	7	1280	630
Фон + N <sub>77</sub> P <sub>144</sub> K <sub>176</sub>	23	9	1620	970
НІР <sub>0,5</sub>	0,75		75,4	

Таблиця 2

**Урожайність капусти цвітної залежно від норм комплексного мінерального добрива  
Нітроамофоски-М, т/га**

Варіант досліджу	Рік		Середнє	Приріст до контролю	
	2019	2020		т/га	%
Без добрив (контроль)	38,7	39,8	39,2	-	-
Аміачна селітра (N <sub>60</sub> ) – фон	43,9	45,7	44,8	5,6	14,2
Фон + N <sub>18</sub> P <sub>36</sub> K <sub>44</sub>	48,8	50,8	49,8	10,6	27,0
Фон + N <sub>36</sub> P <sub>72</sub> K <sub>88</sub>	57,2	59,4	58,3	19,1	48,7
Фон + N <sub>54</sub> P <sub>108</sub> K <sub>132</sub>	61,3	64,6	62,9	23,7	60,4
Фон + N <sub>77</sub> P <sub>144</sub> K <sub>176</sub>	63,8	65,9	64,8	25,6	65,3
НІР <sub>05</sub>	2,52	2,64			

Підвищені норми добрив Фон + N<sub>77</sub>P<sub>144</sub>K<sub>176</sub> сприяли незначному підвищенню врожайності (1,9 т/га) та зниженню якості товарної продукції капусти цвітної. Отож, урожайність капусти цвітної за безрозсадного вирощування зростала до певного рівня внесення норм комплексного мінерального добрива.

На якість овочевої продукції великий вплив мають ґрунтово-кліматичні умови, сорти, агротехніка вирощування, система удобрення та способи вирощування. Мінеральні добрива активно впливають на обмін речовин у рослинах та якість агропродукції [7; 9]. Тому для підвищення врожайності та покращання якості продукції капусти цвітної необхідно раціонально застосовувати комплексні мінеральні добрива.

Ефективність добрив зумовлює агрофізичні, агрохімічні та мікробіологічні властивості ґрунтів, що неабияк позначається на якості агропродукції. На основі проведених досліджень встановлено, що залежно від норм комплексного мінерального

добрива Нітроамофоски-М та року досліджень, змінювався біохімічний склад головок капусти цвітної (табл. 3).

Аналізуючи табл. 3, необхідно зазначити, що загалом комплексне мінеральне добриво Нітроамофоска-М з мікроелементами підвищує вміст сухої речовини. Так, за внесення міндобрива в нормі Фон + N<sub>18</sub>P<sub>36</sub>K<sub>44</sub> зріс вміст сухої речовини порівняно з контролем на 0,6 %. Найвищий вміст сухої речовини 9,8 та 10,3 % виявлено у варіантах Фон + N<sub>36</sub>P<sub>72</sub>K<sub>88</sub> та Фон + N<sub>54</sub>P<sub>108</sub>K<sub>132</sub>. Натомість за внесення підвищених норм комплексного мінерального добрива Фон + N<sub>77</sub>P<sub>144</sub>K<sub>176</sub> спостерігали зниження вмісту сухої речовини до 9,2 %.

Встановлено, що застосування комплексного мінерального добрива сприяє збільшенню вмісту загального цукру в головках капусти цвітної порівняно з контролем (без добрив). Високий вміст загального цукру (4,6 та 5,2 %) спостерігали у варіантах: Фон + N<sub>36</sub>P<sub>72</sub>K<sub>88</sub> та Фон + N<sub>54</sub>P<sub>108</sub>K<sub>132</sub>.

Таблиця 3

**Вплив комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-М на біохімічні показники капусти цвітної, середнє за 2019–2020 рр.**

Варіант	Суша речовина, %	Загальний цукор, %	Вітамін С, мг/100 г	Нітрати, мг/кг
Без добрив (контроль)	9,0	3,8	53,7	213
Аміачна селітра (N <sub>60</sub> ) – фон	9,3	4,2	56,3	235
фон + N <sub>18</sub> P <sub>36</sub> K <sub>44</sub>	9,6	4,4	58,2	257
фон + N <sub>36</sub> P <sub>72</sub> K <sub>88</sub>	9,8	4,6	60,4	268
фон + N <sub>54</sub> P <sub>108</sub> K <sub>132</sub>	10,3	5,2	61,8	296
фон + N <sub>77</sub> P <sub>144</sub> K <sub>176</sub>	9,2	3,0	56,9	342
НР <sub>0,5</sub>	0,65	0,21	4,76	18,7

Важливим показником якості овочевої продукції є вміст вітаміну С. Отримані результати досліджень підтверджують, що за внесення комплексного мінерального добрива в нормі Фон + N<sub>18</sub>P<sub>36</sub>K<sub>44</sub> вміст вітаміну С зріс на 4,5 мг/100 г порівняно з контрольним варіантом. Найвищий вміст аскорбінової кислоти (61,8 мг/100 г) відзначено у варіанті за внесення комплексного добрива в нормі N<sub>18</sub>P<sub>36</sub>K<sub>44</sub>. За внесення N<sub>77</sub>P<sub>144</sub>K<sub>176</sub> спостерігали тенденцію до зниження вітаміну С (56,9 мг/100 г).

У середньому за два роки досліджень вміст нітратів у головках капусти цвітної за безрозсадного вирощування не перевищував ГДК в усіх варіантах досліду. Так, за внесення комплексного мінерального добрива в нормі Фон

+ N<sub>18</sub>P<sub>36</sub>K<sub>44</sub> вміст нітратного азоту порівняно з контролем (без добрив) зріс лише на 44 мг/кг сирової маси. Тоді як у варіанті Фон + N<sub>54</sub>P<sub>108</sub>K<sub>132</sub> концентрація нітратів у головках капусти цвітної зросла порівняно з контролем на 83 мг/кг сирової маси. Найбільший вміст нітратного азоту (342 мг/кг сирової маси) виявили в головках капусти цвітної за внесення комплексного мінерального добрива в нормі Фон + N<sub>77</sub>P<sub>144</sub>K<sub>176</sub>.

**Висновки.** Одержані результати досліджень з вивчення ефективності різних норм нового комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-М за безрозсадного способу вирощування капусти цвітної на темно-сірих опідзолених ґрунтах Західного Лісостепу України є цілком новими та актуальними. Встановлено, що

застосування комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-М у нормі 400 кг/га ( $N_{36}P_{72}K_{88}$ ) та 600 кг/га ( $N_{54}P_{108}K_{132}$ ) на фоні аміачної селітри ( $N_{60}$ ) дало змогу одержати високий урожай головок капусти цвітної (58,3 і 62,9 т/га) з доброю якістю продукції.

#### Бібліографічний список

1. Господаренко Г. М. Удобрення сільськогосподарських культур. Київ: Вища освіта, 2010. 181 с.
2. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001. 370 с.
3. Дидів О. Й. Подбор сортів и гибридов капусты цветной в условиях Западной Лесостепи Украины. РУП «Институт Овощеводства»: сборник научных трудов. Т. 17. Минск, 2010. С. 56–59.
4. Дидів О. Й. Агробіологічна оцінка сортів і гібридів капусти цвітної в умовах Західного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету: агрономія і біологія*. 2010. Вип. 10(20). С. 152–154.
5. Дидів О. Й., Дидів І. В., Дидів А. І. Продуктивність і якість капусти цвітної залежно від рівня мінерального удобрення на темно-сірому ґрунті Західного Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2015. № 19. С. 86–90.
6. Дидів І. В., Дидів О. Й., Дидів А. І. Нітрати в овочах. *Плантатор*. Київ: АГП Медіа, 2017. № 5(35). С. 16–19.
7. Дидів О. Й., Дидів І. В., Дидів А. І. Овочеві рослини групи капуст: навч. посібник. Львів, 2011. 159 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Мінеральні добрива та їх застосування. 2-ге вид., доповн. і виправл. Львів: НФВ «Українські технології», 2012. 324 с.
10. Nurzylnski J. Nawozenie roslin ogrodniczych. Lublin: Wydawnictwo AR, 2013. 179 s.
11. Kolota E., Orłowski M., Biesiada A. *Warzywnictwo*. Wydanie II poprawione i uzupełnione. Wrocław, 2007. 557 s.

Стаття надійшла 29.04.2021

## ВПЛИВ НОВОГО КОМПЛЕКСНОГО МІНЕРАЛЬНОГО ДОБРИВА НІТРОАМОФОСКИ-М НА УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ПЕТРУШКИ КОРЕНЕПЛІДНОЇ

**І. Дидів, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0001-8605-1092*

**О. Дидів, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0003-4155-5945*

**А. Дидів, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-4436-9008*

**М. Юзьків, викл.**

*ORCID ID: 0000-0001-9904-7586*

*Львівський національний аграрний університет*

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.102>

### **Дидів І., Дидів О., Дидів А., Юзьків М. Вплив нового комплексного мінерального добрива Нітроаммофоски-М на урожайність і якість петрушки коренеплідної**

Рослинам петрушки для їх повноцінного росту і розвитку необхідний комплекс елементів. Одним із таких добрив, яке у своєму складі поєднує макро- та мікроелементи, є нове вітчизняне комплексне мінеральне добриво пролонгованої дії Нітроаммофоска-М.

Добриво Нітроаммофоска-М використовували у формі водорозчинних гранул. Отримані результати досліджень підтверджують, що за вирощування петрушки на гребнях із використанням комплексного мінерального добрива Нітроаммофоски-М у нормі  $N_{72}P_{144}K_{176}$  отримали найвищий врожай – 45,0 т/га, що перевищує контроль (без добрив) на 15,9 т/га або 54,6 %. За внесення Нітроаммофоски-М у нормі  $N_{54}P_{108}K_{132}$  врожайність становила 43,9 т/га, що на 1,1 т/га менше порівняно з нормою  $N_{72}P_{144}K_{176}$ . Отже, за використання підвищених норм добрив ( $N_{72}P_{144}K_{176}$ ) спостерігаємо тенденцію до зниження врожайності коренеплодів петрушки. Найвищий вихід товарних коренеплодів (93,5 і 93,7 %) відзначено у варіантах за внесення мінерального добрива Нітроаммофоски-М у нормах  $N_{36}P_{72}K_{88}$  та  $N_{54}P_{108}K_{132}$  кг/га д.р.

Комплексне мінеральне добриво Нітроаммофоска-М підвищує якість коренеплодів петрушки. Так, найвищий вміст сухої речовини (23,5 %) та загального цукру (4,8 %) одержали за внесення добрив у нормі  $N_{54}P_{108}K_{132}$ . Встановлено, що за внесення комплексного мінерального добрива в нормі  $N_{72}P_{144}K_{176}$  спостерігається тенденція до зниження якості продукції коренеплодів петрушки. За використання Нітроаммофоски-М вміст аскорбінової кислоти змінювався від 21,5 мг/100 г ( $N_{54}P_{108}K_{132}$ ) до 18,6 мг/100 г ( $N_{72}P_{144}K_{176}$ ), залишаючись на контролі (без добрив) – 17,6 мг/100 г. Найменший вміст нітратів спостерігали на контролі (134 мг/кг) та у варіанті за внесення Нітроаммофоски-М у нормі  $N_{18}P_{36}K_{44}$  (147 мг/кг), тоді як за внесення азотних добрив у нормі  $N_{60}$  (фон) цей показник був найвищим – 209 мг/кг сирої маси. Вміст нітратного азоту в усіх варіантах дослідження не перевищував гранично допустиму концентрацію (400 мг/кг сирої маси).

**Ключові слова:** петрушка коренеплідна, Нітроаммофоска-М, урожайність, товарність, якість, нітрати.

### **Dydiv I., Dydiv O., Dydiv A., Yuzkiv M. Influence of a new complex mineral fertilizer Nitroammophoska-M on the yielding capacity and quality of root parsley**

Parsley plants need a set of elements for their full growth and development. One of such fertilizers, which combines macro- and microelements, is the latest Ukrainian complex mineral fertilizer of prolonged action Nitroammophoska-M.

One used Nitroammophoska-M fertilizer in the form of water-soluble granules. The obtained research results confirm that when growing parsley on the ridges using the complex mineral fertilizer Nitroammophoska-M in the norm  $N_{72}P_{144}K_{176}$  provided the highest yielding capacity – 45.0 t/ha, which exceeded the control (without fertilizers) by 15.9 t/ha or 54.6 %. Application of Nitroammophoska-M in the norm  $N_{54}P_{108}K_{132}$  has supplied the yielding capacity of 43.9 t/ha, which is 1.1 t/ha less than the norm  $N_{72}P_{144}K_{176}$ . Therefore, applying the increased rates of fertilizers ( $N_{72}P_{144}K_{176}$ ) there is a tendency to reduce the yielding capacity of parsley roots. The highest yielding capacity of marketable roots (93.5 and 93.7 %) was observed in the versions with application of the mineral fertilizer Nitroammophoska-M in the norms  $N_{36}P_{72}K_{88}$  and  $N_{54}P_{108}K_{132}$  kg/ha of a primary nutrient.

The complex mineral fertilizer Nitroammophoska-M improves the quality of parsley roots. Thus, it secured the highest content of dry matter (23.5 %) and total sugar (4.8 %) by applying fertilizers in the norm of  $N_{54}P_{108}K_{132}$ . Using Nitroammophoska-M, the content of ascorbic acid varied from 21.5 mg/100 g ( $N_{54}P_{108}K_{132}$ ) to 18.6 mg/100 g ( $N_{72}P_{144}K_{176}$ ),

remaining under control (without fertilizers) – 17.6 mg/100 g. The lowest content of nitrates in the control (134 mg/kg) was marked and in the version for the application of Nitroammophoska-M in the norm  $N_{18}P_{36}K_{44}$  (147 mg/kg), while for application of nitrogen fertilizers in the norm  $N_{60}$  (background) this figure was the highest – 209 mg/kg of wet weight. The content of nitrate nitrogen in all versions of the experiment did not exceed the maximum allowable concentration (400 mg/kg of wet weight).

**Key words:** root parsley, Nitroammophoska-M, yielding capacity, marketability, quality, nitrates.

**Постановка проблеми.** Західний Лісостеп за своїми агрокліматичними умовами сприятливий для вирощування високих і сталих урожаїв коренеплідних овочевих рослин, зокрема петрушки кореневої. Петрушка городня (*Petroselinum crispum* (Mill. Nym)) – цінна пряно-смакова овочева культура [1; 5]. Широкого розповсюдження вона набула завдяки своїм унікальним смаковим, харчовим, дієтичним та лікарським властивостям. Рослина належить до прямих овочів з високим вмістом вітаміну С (аскорбінової кислоти) та провітаміну А ( $\beta$ -каротину), найбільша кількість яких міститься в листках. Ефірні олії, наявні в усіх частинах рослин, надають їй приємний запах і смак та сприяють травленню. Використовують петрушку в кулінарії, консервній, фармацевтичній та парфумерній промисловості [6; 9; 11].

Упровадження петрушки у виробництво потребує розробки нових елементів технології вирощування для конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Тому з огляду вдосконалення технології вирощування та одержання екологічно безпечної продукції петрушки кореневої на сьогодні актуального значення набуває вивчення ефективності оптимальних норм нового комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-М з мікроелементами в умовах Західного Лісостепу України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз літературних джерел свідчить про те, що одним із суттєвих чинників підвищення урожайності та якості овочевих культур, зокрема коренеплідних, є внесення органічних (перегній, компост, біогумус) і мінеральних добрив, мікродобрив, регуляторів росту та їх комбіноване застосування [3; 4; 12]. В умовах достатнього зволоження коренеплідні овочеві рослини (моркву, пастернак, петрушку), крім звичайного (широкорядного) способу, можна успішно вирощувати на грядках або гребенях [7].

Важливу роль для формування доброго урожаю коренеплідів петрушки з високою якістю продукції, крім основних елементів живлення, мають мікроелементи. Головна роль мікроелементів у живленні рослин полягає в тому, що вони входять до складу ферментів, які є каталізаторами

біохімічних процесів, підвищуючи їхню активність. Брак мікроелементів призводить до зниження врожаю, погіршення якості, зумовлює низку захворювань у рослин, а інколи й їх загибель. Мікроелементи стимулюють ріст рослин та прискорюють їх розвиток, позитивно впливають на стійкість рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища, а також підвищують стійкість рослин до хвороб. За наявності мікроелементів рослини краще засвоюють основні елементи живлення [4; 10; 13].

Тому для більш ефективного живлення рослин петрушки необхідно раціонально застосовувати комплексні мінеральні добрива, враховуючи в них вміст та співвідношення макро- і мікроелементів у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

**Постановка завдання.** Наше завдання – вивчити вплив норм нового вітчизняного комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-М на врожайність і якість коренеплідів петрушки за вирощування гребневим способом в умовах Західного Лісостепу України.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження проводили на дослідному полі кафедри садівництва та овочівництва ім. проф. І. П. Гулька Львівського національного аграрного університету. У досліді застосовували комплексне мінеральне добриво Нітроамофоску-М з мікроелементами у формі водорозчинних гранул. Добриво внесено до Державного реєстру пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні.

Схема досліді передбачала такі варіанти: 1) Контроль (без добрив); 2)  $N_{60}$  – фон; 3) Фон +  $N_{18}P_{36}K_{44}$ ; 4) Фон +  $N_{36}P_{72}K_{88}$ ; 5) Фон +  $N_{54}P_{108}K_{132}$ ; 6) Фон +  $N_{72}P_{144}K_{176}$  кг/га д.р. Навесні під культивуацію вносили мінеральне добриво Нітроамофоска-М згідно зі схемою досліді. Як фон у всіх варіантах досліді застосовували аміачну селітру в нормі  $N_{60}$  кг/га д.р. Досліди закладали згідно з методикою дослідної справи в овочівництві та баштанництві [2].

Попередником петрушки була картопля. Петрушку сорту Арат вирощували на гребенях.

Норма висіву насіння петрушки становила 1,2 млн шт./га. Строки висіву – I декада квітня.

Облікова площа ділянки – 20 м<sup>2</sup>. Повторність досліджу триразова, розміщення варіантів систематичне. Грунт дослідного поля темно-сірий опідзолений легкосуглинковий в орному горизонті (0–20 см), характерний такими агрохімічними показниками: рН<sub>сол.</sub> – 5,6–5,7, гідролітична кислотність – 3,43–3,60 мг.-екв/100 г ґрунту, сума увібраних основ – 11,4–12,1 ммоль/100 г ґрунту, вміст гумусу – 2,29–2,32 %, забезпеченість легкогідролізованим азотом – 119–126 мг/кг, рухомим фосфором – 97–112 мг/кг, обмінним калієм – 88–97 мг/кг. Технологія вирощування петрушки загальноприйнята для умов Західного Лісостепу України.

На дослідних ділянках здійснювали догляд за посівами, який передбачав інтегрований захист від бур'янів, шкідників та хвороб. У період вегетації рослин визначали середню масу коренеплодів. Облік урожаю проводили суцільно ваговим методом у другій декаді жовтня. У зібраних коренеплодах петрушки визначали біохімічні показники. Статистичну обробку отриманих даних результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу за методикою Б. А. Доспехова [8].

За результатами дворічних досліджень встановлено, що середня маса коренеплодів та врожайність петрушки залежать від багатьох чинників, зокрема від норм внесення комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-

М. Так, найвищу середню масу (147 і 153 г) коренеплодів петрушки одержали за внесення комплексного мінерального добрива в нормі N<sub>54</sub>P<sub>108</sub>K<sub>132</sub> і N<sub>72</sub>P<sub>144</sub>K<sub>176</sub> кг/га д.р. Найменшу середню масу коренеплодів петрушки відзначали на контролі (без добрив) – 97 г, тоді як за внесення тільки азотних добрив у нормі N<sub>60</sub> кг/га д.р. (фон) середня маса коренеплодів зростає на 14 г і становила 111 г.

На основі проведеного кореляційного аналізу виявлено неабияку кореляційну залежність ( $r = 0,98$  при коефіцієнті детермінації  $R = 0,97$ ) між врожайністю та середньою масою коренеплодів петрушки (див. рис.).

У середньому за два роки досліджень найменшу врожайність коренеплодів петрушки (29,1 т/га) відзначали на контрольному варіанті без добрив. Внесення тільки азотних добрив у формі аміачної селітри (Фон – N<sub>60</sub>) підвищило врожайність на 2,7 т/га, або 9,3 %. Застосування добрива Нітроамофоски-М у нормі N<sub>18</sub>P<sub>36</sub>K<sub>44</sub> кг/га забезпечило приріст урожаю порівняно з фоном на 3,9 т/га або 12,3 %.

Внесення Нітроамофоски-М у нормі N<sub>36</sub>P<sub>72</sub>K<sub>88</sub> кг/га сприяло збільшенню врожайності петрушки порівняно з попереднім варіантом (N<sub>18</sub>P<sub>36</sub>K<sub>44</sub>) на 4,7 т/га або 13,2 %. Проте за внесення Нітроамофоски-М у нормі N<sub>54</sub>P<sub>108</sub>K<sub>132</sub> кг/га приріст урожаю коренеплодів петрушки порівняно з нормою N<sub>36</sub>P<sub>72</sub>K<sub>88</sub> кг/га становив 3,5 т/га або 8,7 % (табл. 1).

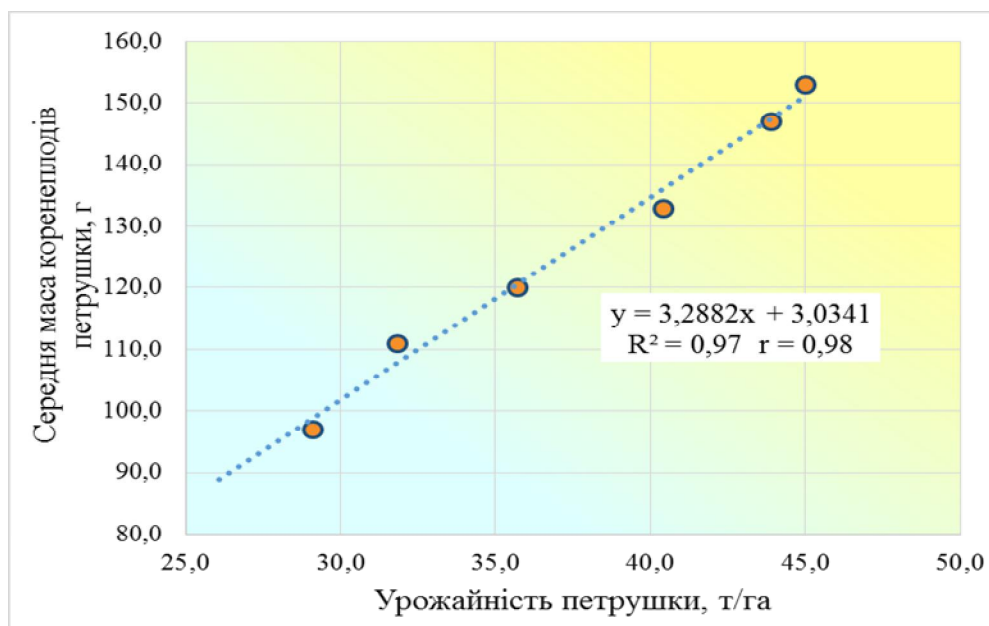


Рис. Графік кореляційної залежності між урожайністю та середньою масою коренеплодів петрушки залежно від норм внесення Нітроамофоски-М, середнє за 2019–2020 рр.



**Врожайність та товарність коренеплодів петрушки залежно від норм внесення комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-М**

Варіант	Рік		Середнє за два роки	Приріст урожаю		Товарність, %
	2019	2020		т/га	%	
1) Контроль (без добрив)	27,6	30,5	29,1	-	-	87,2
2) Фон – N <sub>60</sub>	29,5	34,1	31,8	2,7	9,3	89,5
3) Фон + N <sub>18</sub> P <sub>36</sub> K <sub>44</sub>	32,7	38,6	35,7	6,6	22,7	90,6
4) Фон + N <sub>36</sub> P <sub>72</sub> K <sub>88</sub>	36,9	43,8	40,4	11,3	38,8	91,8
5) Фон + N <sub>54</sub> P <sub>108</sub> K <sub>132</sub>	39,8	47,9	43,9	14,8	50,9	93,7
6) Фон + N <sub>72</sub> P <sub>144</sub> K <sub>176</sub>	40,6	49,3	45,0	15,9	54,6	93,9
НІР <sub>05</sub>	3,48	4,01	-	-	-	-

Як бачимо за результатами досліджень, застосування комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-М сприяло підвищенню врожайності коренеплодів петрушки до певного рівня, при якому відзначали найвищу окупність одиниці добрив отриманою сільськогосподарською продукцією. Так, за вирощування петрушки на гребнях внесення Нітроамофоски-М у нормі N<sub>72</sub>P<sub>144</sub>K<sub>176</sub> кг/га сприяло підвищенню врожайності порівняно з варіантом 5 на 1,1 т/га, або 2,5 %.

Аналізуючи товарність коренеплодів петрушки за два роки (див. табл. 1), слід відзначити, що вона змінювалася залежно від норм внесення Нітроамофоски-М. Так, найменшу товарність коренеплодів спостерігали у контрольному варіанті – 87,2 %. Застосування мінерального добрива в нормі N<sub>18</sub>P<sub>36</sub>K<sub>44</sub> підвищило товарність коренеплодів петрушки порівняно з контролем на 3,4 %. Найвищу товарність коренеплодів

петрушки відзначено у варіантах за внесення мінерального добрива в нормі N<sub>54</sub>P<sub>108</sub>K<sub>132</sub> і N<sub>72</sub>P<sub>144</sub>K<sub>176</sub> кг/га, відповідно 93,7 і 93,9 %, тобто товарність коренеплодів була майже однаковою.

Проведені біохімічні аналізи показали, що залежно від норм комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-М та року досліджень, змінювався біохімічний склад коренеплодів петрушки. Так, найвищий вміст сухої речовини – 22,9 та 23,5 % – у коренеплодах петрушки одержали за внесення комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-М у нормі N<sub>36</sub>P<sub>72</sub>K<sub>88</sub> та N<sub>54</sub>P<sub>108</sub>K<sub>132</sub> кг/га д.р., тоді як на контролі цей показник становив 20,7 %, а у варіанті 2 знизився до 20,2 %. Застосування підвищених норм Нітроамофоски-М (N<sub>72</sub>P<sub>144</sub>K<sub>176</sub>) сприяло зменшенню вмісту сухих речовин до 22,1 % (табл. 2).

Таблиця 2

**Вплив комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-М на біохімічний склад коренеплодів петрушки, середнє за 2019–2020 рр.**

Варіант	Суша речовина, %	Загальний цукор, %	Вітамін С, мг/100 г	Нітрати, мг/кг сирової маси
1) Контроль (без добрив)	20,7	3,7	39,2	134
2) Фон – N <sub>60</sub>	20,2	3,8	42,3	209
3) Фон + N <sub>18</sub> P <sub>36</sub> K <sub>44</sub>	21,6	4,3	43,5	147
4) Фон + N <sub>36</sub> P <sub>72</sub> K <sub>88</sub>	22,9	4,6	45,7	163
5) Фон + N <sub>54</sub> P <sub>108</sub> K <sub>132</sub>	23,4	4,8	46,8	174
6) Фон + N <sub>72</sub> P <sub>144</sub> K <sub>176</sub>	22,1	4,4	44,1	192
НІР <sub>05</sub>	0,79	0,27	3,75	7,83

Встановлено, що комплексне мінеральне добриво Нітроамофоска-М сприяло підвищенню в коренеплодах петрушки вмісту загального цукру. Так, найвищий вміст загального цукру (4,8 %) визначено у варіанті за внесення Нітроамофоски-М у нормі  $N_{54}P_{108}K_{132}$  кг/га д.р. За використання Нітроамофоски-М у нормах  $N_{36}P_{72}K_{88}$  та  $N_{72}P_{144}K_{176}$  кг/га д.р. виявили майже однаковий вміст загального цукру, відповідно 4,6 та 4,5 %. Найменший вміст загального цукру в коренеплодах петрушки встановлено на контролі (без добрив) – 3,7 %.

Важливим показником якості коренеплодів петрушки є вміст вітаміну С. Дослідженнями встановлено, що найвищий вміст аскорбінової кислоти одержали за внесення Нітроамофоски-М у нормі  $N_{36}P_{72}K_{88}$  та  $N_{54}P_{108}K_{132}$  кг/га д.р., відповідно 45,7 і 46,8 мг/100 г. За внесення підвищених норм комплексних добрив ( $N_{72}P_{144}K_{176}$ ) вміст вітаміну С знизився до 44,1 мг/100 г. На контрольному варіанті цей показник становив 39,2 мг/100 г.

У середньому за роки досліджень встановлено, що найвищий вміст нітратного азоту 209 мг/кг сирової маси одержали у варіанті 2 (фон) за внесення азотних добрив у нормі  $N_{60}$  кг/га д.р. Використання мінерального добрива Нітроамофоски-М у нормі  $N_{18}P_{36}K_{44}$  кг/га д.р. сприяє підвищенню вмісту нітратного азоту порівняно з контролем (без добрив) на 13 мг/кг сирової маси, а за внесення подвійної норми Нітроамофоски-М ( $N_{36}P_{72}K_{88}$ ) – на 29 мг/кг, проте вміст нітратного азоту порівняно з фоном у зазначених варіантах знизився відповідно на 62 і 48 мг/кг. За використання добрива Нітроамофоски-М у нормі  $N_{54}P_{108}K_{132}$  та  $N_{72}P_{144}K_{176}$  кг/га д.р. вміст нітратів зріс від 174 мг/кг до 192 мг/кг сирової маси. Проте зазначимо, що вміст нітратного азоту в коренеплодах петрушки не перевищував гранично допустиму концентрацію (400 мг/кг сирової маси).

**Висновки.** В умовах Західного Лісостепу України на темно-сірих опідзолених ґрунтах за вирощування петрушки сорту Арат гребневим способом найвищі врожайність та якість коренеплодів одержали за внесення нового вітчизняного комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-М з мікроелементами в нормі Фон +  $N_{54}P_{108}K_{132}$  кг/га д.р. Застосування Нітроамофоски-М у підвищених нормах Фон +  $N_{72}P_{144}K_{176}$  кг/га д.р.

нерациональне, оскільки спостерігається тенденція до зменшення врожайності та погіршення якості продукції коренеплодів петрушки.

### Бібліографічний список

1. Болотских А.С. Энциклопедия овощевода. Харьков: Фолио, 2005. 799 с.
2. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві та баштанництві. Харків: Основа, 2001. 369 с.
3. Вендило Г. Г., Петриченко В. Н. Удобрение овощных и бахчевых культур на приусадебном участке: справочник. Москва: Агропромиздат, 1990. С. 6–9.
4. Господаренко Г. М. Удобрения садовых культур: навч. посіб. Київ: ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2017. 340 с.
5. Дидів І. В. Господарсько-біологічна оцінка сортів петрушки кореневої. *Селекційні і технологічні інновації в овочівництві, резерви збільшення виробництва продукції та насіння*: матеріали тез Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених (25 липня 2013 р., м. Харків). Харків: Пляда, 2013. С. 46–48.
6. Дидів І. В., Дидів О. Й. Продуктивність петрушки кореневої в умовах Західного Лісостепу України. *Теоретичні основи і практичні аспекти розвитку агропромислового виробництва та сільських територій*: матеріали Міжнар. наук.-практ. форуму (18–20 вересня 2013 р., м. Львів). Львів, 2013. С. 79–81.
7. Дидів І. В. Гребневий спосіб вирощування петрушки як запорука одержання високого та стабільного урожаю. *Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву: каталог інноваційних розробок*. 2014. Вип. 14. Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2014. С. 33.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Кецало В. В. Врожайність петрушки коренеплодної залежно від сортових особливостей. *Овочівництво України: історія, традиції, перспективи*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 95-й річниці створення кафедри овочівництва (21 вересня 2016 р., м. Умань). Умань: ВПЦ «ВІЗАВІ», 2016. С. 41–44.
10. Корнієнко С. І., Гончаренко В. Ю., Ходєєва Л. П. Удобрения овощевых та баштанних культур: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 172 с.
11. Сазонова Л. В., Власова Я. Н. Корнеплодные растения: морковь, сельдерей, петрушка, пастернак, редис, редька. Ленинград: Агропромиздат, 1990. 293 с.
12. Nurzylnski J. Nawozenie roslin ogroddniczych. Lublin: Wydawnictwo AR, 2013. 179 s.
13. Sady W. Nawozenie warzyw polowych. Krakow: Plantpress, 2012. 267 s.

Стаття надійшла 11.08.2021

## Розділ 4

# СЕЛЕКЦІЯ І НАСІННИЦТВО

УДК 633.21 : 631.526.3 (4) (477.83/86)

### ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА СОРТІВ КАРТОПЛІ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

П. Завірюха, к. с.-г. н.

ORCID ID: 0000-0002-1256-4220

Львівський національний аграрний університет

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.107>

#### Завірюха П. Порівняльна оцінка сортів картоплі європейської селекції в умовах Західного регіону України

У 2018–2019 рр. в умовах Гусятинського району Тернопільської області (зона Холодного Поділля) на темно-сірому опідзоленому ґрунті проведені експериментальні дослідження щодо порівняльної оцінки сортів картоплі європейської селекції різних груп стиглості. Дослідження проведені із дев'ятьма сортами картоплі зарубіжного походження: ранній Вінета (Німеччина); середньоранні – Опал (Німеччина), Романо (Нідерланди); середньостиглі – Аурея (Франція), Каррера (Нідерланди), Сюзанна (Німеччина); середньопізні – Євростарч (Німеччина), Румба (Німеччина), Сіфра (Нідерланди). Контрольними сортами були: для середньоранньої групи – Опал; середньостиглої – Каррера, і середньопізньої – Євростарч. Усі досліджувані сорти картоплі європейської селекції занесені до Державного реєстру сортів рослин, рекомендованих для поширення в Україні.

Завданнями досліджень були: оцінка різних зарубіжних сортів за врожайністю бульб, за формуванням елементів структури врожаю; вивчення значення сорту для формування якісних показників бульб, зокрема нагромадження в них крохмалю та виходу його з одиниці площі. Сорти картоплі висаджували із площею живлення рослин 70 × 28–30 см із розрахунку забезпечення густоти 50 тис. кущів на гектарі.

Встановлено, що ранньостиглий сорт картоплі Вінета (Німеччина) був найкращим у своїй групі – у середньому за 2018–2019 рр. його врожайність становила 41,31 т/га, що на 14,17 т/га, або на 52,2 % більше від показника урожайності контролю Опал (Німеччина) – 27,14 т/га. У групі середньостиглих сортів найкращим виявився новий сорт картоплі німецької селекції Сюзанна (у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2017 р.) – середня врожайність 31,85 т/га, що на 2,49 т/га більше від врожайності сорту-контролю Каррера – 29,36 т/га. Найвищою була середня врожайність середньопізнього сорту картоплі голландської селекції Сіфра – 33,36 т/га, що на 7,06 т/га, або на 26,8 % більше від показника контрольного сорту Євростарч – 26,30 т/га.

У виробничих умовах найбільшу кількість товарних бульб формували нові сорти картоплі німецької селекції: Вінета – 10,9 шт./кущ, Сюзанна – 12,0, і Румба – 10,9 шт./кущ, та новий сорт картоплі французької селекції Аурея – 11,0 шт./кущ. Для середньопізнього сорту Сіфра характерна була крупнобульбовість – середня маса товарної бульби була досить високою і становила 139. Ознака крупнобульбовості характерна також для середньостиглого сорту Каррера (Нідерланди) – середня маса товарної бульби становила 135 г, що, відповідно, на 47 і 38 г більше, ніж у сортів Сюзанна (Німеччина) і Аурея (Франція). Встановлено, що у зарубіжних сортів картоплі Вінета, Сюзанна, Аурея, Румба рівень кінцевої врожайності більше визначається кількістю сформованих під кущем товарних бульб, а у сортів Романо, Каррера, Євростарч, Сіфра – їх крупністю.

За результатами досліджень, у групі ранніх і середньоранніх зарубіжних сортів картоплі найвищий вміст крохмалю у бульбах зафіксовано в середньораннього сорту німецької селекції Опал: 16,4 % у 2018 р. і 17,2 % у 2019 р. У середньостиглій групі найвищий вміст крохмалю нагромаджував сорт Сюзанна (Німеччина) – 17,8 % у 2018 році і 21,2 % у 2019 році. Підвищеним і високим вмістом крохмалю у бульбах характерні середньопізні сорти картоплі німецької селекції Євростарч і Румба: відповідно 17,2 та 17,5 % у 2018 році і 20,6 та 19,1 % у 2019 році, що вказує на значну роль генотипу в нагромадженні крохмалю.

В умовах господарства окремі сорти картоплі зарубіжної селекції можуть забезпечувати збір крохмалю на рівні 5–6 т/га, що дає змогу використовувати їхні бульби для технічної переробки. До них належать: Романо – середній вихід крохмалю за 2018–2019 рр. становив 5,798 т/га, Вінета – 5,824 т/га, Сюзанна – 6,210 т/га, Євростарч – 4,970 т/га.

На основі комплексної оцінки дев'яти зарубіжних сортів картоплі у господарствах Гусятинського району Тернопільської області доцільно розширити площі вирощування під ранньостиглим сортом Вінета, середньораннім

Романо, середньостиглим Сюзанна і середньопізнім Сіфра. При цьому сорти Романо, Сюзанна і Євростарч доцільно вирощувати для потреб підприємств із переробки картоплі.

**Ключові слова:** картопля, зарубіжні сорти, урожай, структура врожаю, вміст крохмалю, вихід крохмалю.

#### **Zaviriukha P. Comparative estimates of potato varieties of the European selection in the western region of Ukraine**

In 2018–2019, in the conditions of Husiatyn district of Ternopil region (Cold Podillya zone) on dark gray podzolic soil, the experimental studies on the comparative evaluation of potato varieties of the European selection of different maturity groups were conducted. The research was conducted with 9 varieties of potatoes of foreign origin: early Vineta (Germany); middle-early – Opal (Germany), Romano (Netherlands); medium-ripe – Aurea (France), Carrera (Netherlands), Suzanne (Germany); medium-late – Eurostarch (Germany), Rumba (Germany), Sifra (Netherlands). The following varieties were taken for control: for the middle-early group – Opal; medium-ripe – Carrera and medium-late – Eurostarch. All studied varieties of potatoes of the European selection are included in the State Register of plant varieties recommended for distribution in Ukraine.

The task of the research was to evaluate different foreign varieties on the yield of tubers, to examine the varieties concerning formation of elements of crop structure, to study the importance of the variety for formation of tuber quality indicators, and in particular the accumulation of starch and its output per unit area. Potato varieties were planted with a plant feeding area of 70 × 28–30 cm at the rate of providing a density of 50 thousand bushes per hectare.

It is established that the early-ripe variety of potato called Vineta (Germany) was the best in its group – on average for 2018–2019, its yield was 41.31 t/ha, which is 14.17 t/ha, or by 52.2 % more than the yield of control Opal (Germany) – 27.14 t/ha. In the group of medium-ripe varieties, the best yield was a new variety of potato of German selection called Suzanne (in the State Register of Plant Varieties of Ukraine since 2017) – the average yield was 31.85 t/ha, which was by 2.49 t/ha more than the yield of the control variety Carrera – 29.36 t/ha. The highest average yield was provided by the medium-late potato variety of Dutch selection called Cifra – 33.36 t/ha, which was by 7.06 t/ha, or 26.8 % more than the control variety Eurostarch – 26.30 t/ha.

In production conditions, the largest number of marketable tubers was formed by new varieties of potatoes of German selection, i.e. Vineta – 10.9 tubers / bush, Suzanne – 12.0 and Rumba – 10.9 tubers/bush and a new variety of potatoes of French selection Aurea – 11.0 tubers / bush. The mid-late variety Sifra and the medium-ripe variety Carrera were characterized by large tubers – the average weight of marketable tubers was quite high and amounted to 139 and 135 g, respectively. It was found that the foreign potato varieties Vineta, Suzanne, Aurea, Rumba provided the level of final yield that was largely determined by the number of marketable tubers formed under the bush, and in varieties Romano, Carrera, Eurostarch, Sifra – their size.

According to the research, in the group of early and middle-early foreign varieties of potatoes, the highest starch content in tubers was recorded in the middle-early variety of German selection Opal: 16.4 % in 2018 and 17.2 % in 2019. In the middle-ripe group, the highest starch content accumulated Suzanne variety (Germany) – 17.8 % in 2018 and 21.2 % in 2019. The increased and high starch content in tubers was characterized by medium-late potato varieties of German selection such as Eurostarch and Rumba: 17.2 and 17.5 % in 2018 and 20.6 and 19.1 % in 2019, respectively, which indicated a significant role of genotype in starch accumulation.

Under the farm conditions, certain varieties of potatoes of foreign selection can ensure the collection of starch at the level of 5–6 t/ha, which makes it possible to use their tubers for technical processing. These include: Romano – the average starch yield from 2018–2019. It amounted to 5.798 t/ha, Vineta – 5.824 t/ha, Suzanne – 6.210 t/ha, Eurostarch – 4.970 t/ha.

On the basis of a comprehensive assessment of nine foreign varieties of potatoes, it is proposed to expand the cultivation areas for the early ripening variety Vineta, middle-early Romano, medium-ripe Suzanne and medium-late Sifra at the potato farms of the Husiatyn district of Ternopil region. At the same time, it is advisable to grow the varieties Romano, Suzanne and Eurostarch for the needs of potato processing enterprises.

**Key words:** potatoes, foreign varieties, harvest, yield structure, starch content, starch yield.

**Постановка проблеми.** Картопля належить до однієї з найважливіших як сільськогосподарських, так і народногосподарських культур. Тому нарощування обсягів виробництва картоплі – стратегічне та завжди актуальне завдання [8; 10; 11]. Його передусім треба вирішувати, застосовуючи низку комплексних заходів. Зокрема, поряд із упровадженням прогресивних технологій вирощування картоплі, потрібно серйозну увагу приділяти і сортам цієї культури. Сьогодні, в час інтенсифікації аграрного виробництва, до сортів

картоплі ставлять низку вимог щодо високої й стабільної врожайності, стійкості до несприятливих умов вирощування, до хвороб і шкідників, повної придатності до механізованого вирощування і збирання, високої лежкості урожаю при зберіганні, високих смакових і кулінарних якостей продукції тощо. При цьому, надзвичайно важливого значення набуває необхідність вивчення нових сортів картоплі безпосередньо у виробничих умовах – на конкретних ґрунтах і за наявних агрокліматичних ресурсів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

У сучасному картоплярстві підтверджено особливу роль селекції як найбільш дешевого, результативного та екологічного чинника його інтенсифікації [1; 6]. При цьому головна функція прикладної селекції картоплі – надалі створення нових сортів для підвищення врожайності та поліпшення якості бульб [2; 10; 17]. На цьому наголошують Н. В. Воробйова [3], О. В. Захарчук [7], В. В. Шелепов та ін. [16], вказуючи, що сорти картоплі мають виняткове значення для різкого збільшення врожайності культури.

Селекціонери-картоплярі Л. А. Ільчук, Р. В. Ільчук [4], В. Г. Влох, І. Ф. Дудар, О. Ф. Литвин [2], П. Д. Завірюха [6] зазначають, що сорти картоплі істотно відрізняються за врожайністю, скоростиглістю, вмістом крохмалю в бульбах, стійкістю до хвороб, посухи та за іншими ознаками і властивостями. Сорти по-різному проявляють себе залежно від ґрунтово-кліматичних умов того або іншого району. За даними вчених, немає жодного сорту картоплі, який би в різних екологічних умовах давав однакові результати [18; 19]. Тому для встановлення придатності сорту для тих чи інших умов необхідно його випробувати в різних географічних зонах та ґрунтово-кліматичних умовах.

Низка вчених надають великого значення пластичності сортів картоплі [1; 4; 10; 20]. Зокрема вони наголошують, що екологічна пластичність сорту дає змогу йому закріпитися в широкому діапазоні зовнішніх умов. Ця властивість рослин особливо чітко проявляється, коли агротехніка картоплі сприяє успішному розвитку рослин у конкретних умовах вирощування.

Сорт у картоплярстві також є важливим чинником охорони навколишнього середовища. Вирощування стійких проти хвороб і шкідників сортів картоплі зумовлює зменшення використання пестицидів, а це у свою чергу зменшує хімічне навантаження на довкілля. На важливе екологічне значення сортів картоплі вказують М. П. Лісовий [12], С. О. Трибель [15], П. Д. Завірюха, О. М. Коханець, Г. О. Косилович [5], Л. П. Калінчик, В. Г. Сергієнко [9] та інші вчені.

Проте кожен сорт картоплі має посідати свій ареал вирощування з такими ґрунтово-кліматичними умовами, які найбільш придатні для повної реалізації потенційних можливостей, що закладені в його генотипі у процесі прикладної селекційної роботи. І це стосується сортів картоплі як вітчизняної, так і зарубіжної селекції. Отже, вивчення сортів картоплі за господарськими і біологічними ознаками у різних регіонах України актуальне.

**Постановка завдання.** У 2018–2019 рр. в умовах Гусятинського району Тернопільської області (зона Холодного Поділля) проведені експериментальні дослідження щодо порівняльної оцінки сортів картоплі європейської селекції різних груп стиглості. Завдання досліджень полягало у здійсненні оцінки різних зарубіжних сортів за врожайністю бульб, сортів за формуванням елементів структури врожаю, вивченні значення сорту для формування якісних показників бульб, і зокрема нагромадження в них крохмалю та виходу його з одиниці площі.

*Матеріали і методика досліджень.* Дослідження проведені із дев'ятьма сортами картоплі зарубіжного походження. Це зокрема: ранній Вінета (Німеччина); середньоранні – Опал (Німеччина), Романо (Нідерланди); середньостиглі – Аурейя (Франція), Каррера (Нідерланди), Сюзанна (Німеччина); середньопізні – Євростарч (Німеччина), Румба (Німеччина), Сіфра (Нідерланди). Контрольними були сорти: для середньоранньої групи – Опал; середньостиглої – Каррера, і середньопізньої – Євростарч. Усі вказані сорти картоплі занесені до Державного реєстру сортів рослин, рекомендованих для поширення в Україні.

Дослідження проведені на темно-сірому опідзоленому ґрунті, характерному близькою до нейтральної кислотністю ґрунтового розчину (рН = 6,2) та середньою і доброю забезпеченістю поживними речовинами. Вміст легкогідролізного азоту за Тюриним-Коновою становив 138–152, рухомого фосфору і калію за Чириковим – відповідно 92–101 та 132–141 мг/кг ґрунту. Додатково щорічно при вирощуванні картоплі вносили мінеральні добрива із розрахунку одержання 40 т/га бульб: аміачну селітру (N<sub>34</sub>) у нормі 150 кг д.р./га, амофос (N<sub>12</sub>P<sub>52</sub>) – 120 кг д.р./га, і фосфорно-калійне добриво (P<sub>5</sub>K<sub>55</sub>) у нормі 220 кг д.р./га, тобто сумарне удобрення картоплі становило N<sub>180</sub>P<sub>105</sub>K<sub>205</sub>.

Загальна площа дослідної ділянки кожного сорту становила 0,12 га, облікова – 0,10 га, повторність – триразова. Сорти картоплі висаджували картоплесаджалкою із площею живлення рослин 70×28–30 см із розрахунку забезпечення густоти 50 тис. кущів на гектарі.

Порівняльну оцінку сортів картоплі зарубіжної селекції проводили згідно із вимогами типових методик досліджень з цією культурою [13; 14]. Кінцеву врожайність кожного сорту визначали суцільним ваговим методом з окремої ділянки з подальшим перерахунком на врожайність з гектара. Безпосередньо перед зби-

ранням урожаю на десяти кущах кожного сорту, відібраних підряд у рядку, визначали загальну й товарну кількість сформованих бульб під кущем. До товарних відносили бульби із масою понад 30 г. Згодом на пробі 10 кг бульб, яку довільно відбирали із зібраного урожаю, визначали середню масу однієї бульби, однієї товарної бульби, товарність урожаю (як частку товарних бульб у загальному врожаї) та вміст крохмалю за їхньою питомою масою у воді.

Агротехніка вирощування картоплі – загальноприйнята для зони Холодного Поділля. Метеорологічні умови в роки досліджень були різними. Зокрема у 2018 році температура повітря і кількість опадів у період вегетації рослин були

близькими до норми, а у 2019 році спостерігали брак вологи за вегетаційний період – 356 мм, або на 90 мм менше від норми. Це негативно позначилося на формуванні врожаю бульб, і загальна врожайність (залежно від сорту) була на 4–9 т/га нижчою, ніж у 2018 році.

**Виклад основного матеріалу.** Облік урожаю в досліджуваних сортів картоплі зарубіжної селекції у 2018 році свідчить, що найбільш урожайним виявився ранній сорт Вінета (Німеччина) – зібрано 47,89 т/га, або на 19,97 т/га більше, ніж у контрольного сорту Опал (Німеччина), врожайність якого становила 27,92 т/га (табл. 1).

Таблиця 1

**Порівняльна характеристика сортів картоплі зарубіжної селекції врожайністю за 2018–2019 рр.**

Сорт	Країна-оригінатор	Урожай бульб, т/га		У сер. за два роки	До контролю	
		2018	2019		т/га	%
<i>Ранньостиглі та середньоранні сорти</i>						
Опал – контроль	Німеччина	27,92	26,37	27,14	-	100,0
Романо	Нідерланди	39,97	35,33	37,65	10,51	138,7
Вінета	Німеччина	47,89	34,74	41,31	14,17	152,2
<i>Середньостиглі сорти</i>						
Каррера – контроль	Нідерланди	34,31	24,42	29,36	-	100,0
Сюзанна	Німеччина	35,16	28,54	31,85	2,49	108,4
Аурея	Франція	28,75	21,30	25,02	-4,34	85,2
<i>Середньопізні сорти</i>						
Євростарч – контр.	Німеччина	29,48	23,12	26,30	-	100,0
Румба	Німеччина	24,98	22,70	23,84	-2,46	90,6
Сіфра	Нідерланди	36,95	29,78	33,36	7,06	126,8
<b>У середньому за роками</b>		<b>33,93</b>	<b>27,36</b>	-	-	-
НІР <sub>05</sub> , т/га		1,19	1,01	-	-	-

Цього року у групі середньостиглих сортів картоплі найбільш продуктивним виявився сорт німецької селекції Сюзанна – 35,16 т/га, або на 0,85 т/га більше, ніж урожай бульб контрольного сорту Каррера (Нідерланди) – 34,31 т/га. Менш продуктивним виявився середньостиглий французький сорт Аурея – 28,75 т/га, або на 5,56 т/га менше від показника контролю Каррера. Високу врожайність бульб у 2018 р. забезпечив новий середньопізній сорт картоплі голландської селекції Сіфра – 36,95 т/га, або на 7,47 т/га (25,3 %) більше, ніж урожайність контрольного сорту Євростарч – 29,48 т/га.

У середньому за дев'ятьма досліджуваними сортами картоплі європейської селекції у 2018 році врожайність становила 33,93 т/га,

причому цей показник перевищили п'ять сортів – Романо, Вінета, Каррера, Сюзанна, Сіфра.

Специфіка метеорологічних умов вегетаційного періоду 2019 року, і зокрема вища на 2–2,5 °С температура повітря у поєднанні з браком опадів, спричинили зниження врожайності бульб практично в усіх досліджуваних сортах картоплі зарубіжної селекції. Цього року у групі ранніх і середньоранніх сортів картоплі найбільш продуктивним виявився голландський середньоранній сорт Романо – 35,33 т/га, або на 8,96 т/га більше, ніж врожайність контрольного сорту Опал (Німеччина) – 26,37 т/га. Як і попереднього року, у групі середньостиглих сортів поза конкуренцією був сорт німецької селекції Сюзанна – 28,54 т/га, або на 4,12 т/га більше за врожайність контролю

Каррера – 24,42 т/га. Сорт Сіфра найкращим був серед досліджуваних середньопізніх сортів – 29,78 т/га, або на 6,66 т/га більше від урожайності сорту-контролю Євростарч – 23,12 т/га.

Порівняльна характеристика сортів картоплі зарубіжної селекції за врожайністю в умовах Гусятинського району в середньому за 2018–2019 рр. свідчить, що ця ознака є сортовою, тобто генетичною особливістю. При цьому ранньостиглий сорт картоплі Вінета був найкращим у своїй групі стиглості – 41,31 т/га, що на 14,17 т/га, або на 52,2 % більше від показника врожайності контролю Опал (Німеччина) – 27,14 т/га.

Найкращим у групі середньостиглих був новий сорт картоплі німецької селекції Сюзанна (у Державному реєстрі сортів рослин України з 2017 р.) – середня врожайність 31,85 т/га, що 2,49 т/га більше від урожайності сорту-контролю Каррера – 29,36 т/га. Найвищою була середня врожайність середньопізнього сорту картоплі голландської селекції Сіфра – 33,36 т/га, що на 7,06 т/га, або на 26,8 % більше від показника контрольного сорту Євростарч – 26,30 т/га, а найнижчою – врожайність німецького середньопізнього сорту Румба – 23,84 т/га, або 90,6 % від показників контролю, і французького сорту Аурей – 25,02 т/га, або 85,2 % від показників контролю.

Картопля – це культура, кінцевий урожай якої формується за рахунок таких елементів продуктивності як кількість сформованих у кущі бульб і середня маса бульби – передусім товарна.

При цьому якість урожаю картоплі визначається його товарністю – часткою товарного врожаю бульб у загальному (валовому) їх урожаї. Нетоварну частину урожаю картоплі складають дрібні бульби з масою менше за 30 г, механічно пошкоджені, уражені хворобами і шкідниками, неправильної форми та ін. Порівняльна оцінка зарубіжних сортів картоплі за елементами структури врожаю та його якістю подана у табл. 2.

Як свідчать дослідні дані, у виробничих умовах найбільшу кількість товарних бульб формували нові сорти картоплі німецької селекції: Вінета – 10,9 шт./кущ, Сюзанна – 12,0, і Румба – 10,9 шт./кущ, та новий сорт картоплі французької селекції Аурей – 11,0 шт./кущ. Істотно меншу кількість товарних бульб формували сорти картоплі з Нідерландів: Романо – 8,9 шт./кущ, Каррера – 9,3, і Сіфра – 10,2 шт./кущ. Утім, для згаданого середньопізнього сорту Сіфра характерною була крупнобульбовість – середня маса товарної бульби становила аж 139 г. Доцільно зазначити, що ознака крупнобульбовості характерна також і для іншого сорту картоплі з Нідерландів: у середньостиглого сорту Каррера середня маса товарної бульби становила 135 г.

Встановлено, що у зарубіжних сортів картоплі Вінета, Сюзанна, Аурей, Румба рівень кінцевої врожайності більше визначається кількістю сформованих під кущем товарних бульб, а в сортів Романо, Каррера, Євростарч, Сіфра – їхньою крупністю, тобто розміром.

Таблиця 2

**Порівняльна характеристика сортів картоплі європейської селекції за елементами структури врожаю, середнє за 2018–2019 рр.**

Сорт	Кількість товарних бульб		Середня маса товарної бульби		Товарність урожаю	
	шт./кущ	до к	г	до к	%	до к
<i>Ранньостиглі та середньоранні сорти</i>						
Опал – контроль	10,5	-	112	-	88,6	-
Романо	8,9	-1,6	93	-19	90,2	1,6
Вінета	10,9	0,4	86	-26	93,6	5,0
<i>Середньостиглі сорти</i>						
Каррера – контроль	9,3	-	135	-	90,3	-
Сюзанна	12,0	2,7	88	-47	88,8	-1,5
Аурей	11,0	1,7	97	-38	88,8	-1,5
<i>Середньопізні сорти</i>						
Євростарч – контроль	10,3	-	115	-	91,0	-
Румба	10,9	0,6	110	-5	88,4	-2,6
Сіфра	10,2	-0,1	139	24	88,8	-2,2

Щодо товарності врожаю, то слід зазначити, що різкої відмінності між досліджуваними сортами картоплі зарубіжної селекції за вказаним показником не спостерігали. Виняток – лише сорт картоплі німецької селекції Вінета, у якого товарна частина врожаю загалом була найбільшою з-поміж інших досліджуваних зарубіжних сортів і досягла 93,6 %. При цьому найнижче значення товарності врожаю було в сорту Румба (Німеччина) – 88,4 %.

Важливим показником якості картоплі та напрям використання її врожаю – на харчові, кормові, технічні цілі, є вміст у бульбах крохмалю. Ця господарсько-цінна ознака залежить від низки факторів, однак найбільш детермінувальним фактором її вияву є генотипні особливості конк-

ретного сорту картоплі, про що свідчать експериментальні дані табл. 3.

За результатами досліджень, у групі ранніх і середньоранніх зарубіжних сортів картоплі найвищий уміст крохмалю в бульбах зафіксовано в середньораннього сорту німецької селекції Опал: 16,4 % у 2018 р. і 17,2 % у 2019 р., або в середньому за 2018–2019 рр. – 16,8 %. У групі середньостиглих сортів за цим показником випередив усіх сорт Сюзанна – 17,8 % у 2018, і 21,2 % у 2019 році. Підвищений і високий уміст крохмалю в бульбах мали середньопізні сорти картоплі німецької селекції Євростарч і Румба: відповідно 17,2 та 17,5 % у 2018, і 20,6 та 19,1 % у 2019 році, що вказує на значну роль генотипу в нагромадженні крохмалю.

Таблиця 3

**Порівняльна характеристика сортів картоплі європейської селекції за вмістом крохмалю в бульбах, 2018–2019 рр.**

Сорт	Країна-оригінатор	Уміст крохмалю за роками, %		У середньому за два роки, %	До контролю
		2018	2019		
<i>Ранньостиглі та середньоранні сорти</i>					
Опал – контроль	Німеччина	16,4	17,2	16,8	-
Романо	Нідерланди	14,2	16,6	15,4	-1,4
Вінета	Німеччина	13,5	14,7	14,1	-2,7
<i>Середньостиглі сорти</i>					
Каррера – контроль	Нідерланди	15,2	17,0	16,1	-
Сюзанна	Німеччина	17,8	21,2	19,5	3,4
Аурея	Франція	14,6	16,0	15,3	-0,8
<i>Середньопізні сорти</i>					
Євростарч – контр.	Німеччина	17,2	20,6	18,9	-
Румба	Німеччина	17,5	19,1	18,3	-0,6
Сіфра	Нідерланди	12,3	14,7	13,5	-5,4
<b>У середньому за роками</b>		<b>15,4</b>	<b>17,5</b>	-	-
НІР <sub>05</sub> , %		0,36	0,42	-	-

Порівняння абсолютного значення вмісту крохмалю в середньому за всіма досліджуваними сортами свідчить, що у 2018 р. воно становило 15,4 %, а у 2019 році – 17,5 %, або на 2,1 % вище, що пов'язано з більшою кількістю сонячних днів та кращими температурними умовами для нагромадження цього цінного вуглевода у період вегетації рослин 2019 року.

Як уже зазначали, цільове використання картоплі залежить від біологічних особливостей того чи іншого сорту цієї культури. Для переробки картоплі на спирт та інші крохмалепродукти важливе значення має вихід крохмалю з одиниці площі, який є інтегральним показником рівня врожайності бульб та вмісту в них крохмалю. Результати вивчення цього питання у дослі-

джуваних нами зарубіжних сортів картоплі різних селекційних установ подані в табл. 4.

Аналізуючи дані табл. 4, можна стверджувати, що серед досліджуваного сортименту картоплі зарубіжної селекції наявні сорти, які можуть в умовах господарства забезпечувати збір крохмалю на рівні 5–6 т/га, а це досить непоганий показник використання їхніх бульб для технічної переробки. До них зокрема належать: Романо – вихід крохмалю 5,798 т/га, Вінета – 5,824 т/га, Сюзанна – 6,210 т/га, Євростарч (Німеччина) – 4,970 т/га. Менш перспективно використовувати для цих цілей новий французький сорт картоплі Аурея – середній збір крохмалю 3,828 т/га, що становить лише 61,6 % до найкращого за цим показником німецького сорту Сюзанна (6,210 т/га).



**Порівняльна характеристика сортів картоплі зарубіжної селекції за виходом крохмалю з одиниці площі (т/га), середнє за 2018–2019 рр.**

Сорт	Середній показник		Вихід крохмалю, т/га	До контролю	
	урожай, т/га	уміст крохмалю, %		т/га	%
<i>Ранньостиглі та середньоранні сорти</i>					
Опал – контроль	27,14	16,8	4,603	-	100,0
Романо	37,65	15,4	5,798	1,195	125,9
Вінета	41,31	14,1	5,824	1,221	126,5
<i>Середньостиглі сорти</i>					
Каррера – контроль	29,36	16,1	4,726	-	
Сюзанна	31,85	19,5	6,210	1,484	131,4
Аурея	25,02	5,3	3,828	-0,898	81,0
<i>Середньопізні сорти</i>					
Євростарч – контроль	26,30	18,9	4,970	-	100,0
Румба	23,84	18,3	4,362	-0,608	87,7
Сіфра	33,36	13,5	4,503	-0,467	90,6

**Висновки.** В умовах Гусятинського району Тернопільської області найкращими сортами картоплі європейської селекції за врожаєм бульб були: ранньостиглий сорт Вінета (Німеччина) – в середньому за 2018–2019 рр. 41,31 т/га, або на 52,2 % більше від показника врожайності контролю, середньостиглий сорт німецької селекції Сюзанна – 31,85 т/га, що на 2,49 т/га більше від урожайності сорту-контролю, і середньопізній сорт Сіфра – 33,36 т/га, або на 26,8 % більше від показника контрольного сорту. Встановлено, що в таких зарубіжних сортах картоплі як Вінета (Німеччина), Сюзанна (Німеччина), Аурея (Франція), Румба (Німеччина) рівень кінцевої врожайності більше визначається кількістю сформованих під кушем товарних бульб, а в сортів Романо (Нідерланди), Каррера (Нідерланди), Євростарч (Німеччина), Сіфра (Нідерланди) – їхньою крупністю. У виробничих умовах окремі сорти картоплі зарубіжної селекції можуть забезпечувати збір крохмалю на рівні 5–6 т/га, що дає змогу використовувати їхні бульби для технічної переробки. До них належать: Романо – середній вихід крохмалю за 2018–2019 рр. склав 5,798 т/га, Вінета – 5,824 т/га, Сюзанна – 6,210 т/га, Євростарч – 4,970 т/га.

На основі комплексної оцінки дев'яти зарубіжних сортів картоплі у господарствах Гусятинського району Тернопільської області доцільно розширити площі вирощування під ранньостиглим сортом Вінета, середньораннім Романо, середньостиглим Сюзанна і середньопізнім Сіфра. При

цьому сорти Романо, Сюзанна і Євростарч доцільно вирощувати для потреб підприємств із переробки картоплі.

#### Бібліографічний список

1. Бондарчук А. А. Стан та пріоритетні напрямки розвитку галузі картоплярства в Україні. *Картоплярство*. 2008. № 37. С. 7–12.
2. Влох В., Дудар І. та ін. Формування урожайності бульб картоплі залежно від сортових особливостей. *Вісник Львівського національного університету: агрономія*. 2013. № 17 (2). С. 8–11.
3. Воробйова Н. В. Роль і значення сорту у формуванні урожаю картоплі ранньостиглої в Правобережному Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2013. № 1. С. 97–104.
4. Ільчук Л. А., Ільчук Р. В. Сорт як фактор впливу на продуктивність і якість картоплі. *Передгірне і гірське землеробство і тваринництво*. Львів, 2002. Вип. 44. С. 37–44.
5. Завірюха П., Коханець О., Косилович Г. Хворобостійкі сорти як основа екологічного картоплярства. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2013. № 17 (2). С. 208–215.
6. Завірюха П. Д. Селекція картоплі у Львівському НАУ: результати і перспективи. *Інноваційний розвиток АПК: проблеми та їх вирішення*. Житомир: ЖНАЕУ. 2015. С. 45–50.
7. Захарчук О. В. Сорт як інноваційна основа розвитку рослинництва. *Агроінком*. 2009. № 5–8. С. 17–22.
8. Каленська С. М., Кнап Н. В. Стан та перспективи виробництва картоплі в світі та Україні. *Зб. наук. пр. Вінницького національного аграрного університету*. 2012. Вип. 4 (63). С. 41–47.

9. Калінчик Л. П., Сергієнко В. Г. Фітофтороз на картоплі. *Карантин і захист рослин*. 2007. № 1. С. 13–14.
10. Кожушко Н. С., Дубовик В. І. Перспективи розвитку картоплярства. *Вісник Сумського НАУ*. 2005. Вип. 12. С. 5–7.
11. Кучеренко Т. Картофель в Украине: проблемы производства и использования. *Овощеводство*. 2012. № 9 (93). С. 24–26.
12. Лісовий М. П. Стан і перспективи селекції на стійкість щодо збудників основних хвороб рослин в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2000. С. 70–72.
13. Методика проведення експертизи сортів картоплі (*Solanum tuberosum L.*) на відмінність, однорідність і стабільність. Київ, 2016. 72 с.
14. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею. Немішаєве, 2002. 184 с.
15. Сорт і його значення в підвищенні врожайності. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. Шелепов В. В. та ін. Київ: Алефа, 2006. 140 с.
16. Трибель С. О. Стійкі сорти: проблеми і перспективи. *Карантин і захист рослин*. 2005. № 4. С. 3–5.
17. Manolov I., Neshev N., Chalova V. Tuber Quality Parameters of Potato Varieties Depend on Potassium Fertilizer Rate and Source. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2016. Т. 10. С. 63–66.
18. Phosphorous and foliar applied nitrogen improved productivity and quality of potato. Qadri R. W. K. et al *American Journal of Plant Sciences*. 2015. Т. 6. № 01. P. 144–146.
19. The productivity of potato plants affected by urea fertilizer as foliar spraying and humic acid added with irrigation water. Rizk F. A. et al. *Middle East Journal of Agricultural Research*. 2013. Т. 2. P. 76–83.
20. Wadas W., Dziugiel T. Effect of complex fertilizers used in early crop potato culture on loamy sand soil. *Journal of Central European Agriculture*. 2015. Т. 16, № 1.

Стаття надійшла 08.04.2021

УДК 42.15:361.527:635.21

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЧОГО ВИКОРИСТАННЯ НОВОГО СОРТУ КАРТОПЛІ КНЯЖА

**І. Дудар, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-4467-9946*

**О. Литвин, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0003-3966-9222*

**М. Бомба, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0001-7753-4885*

**О. Дудар, старший викладач**

*ORCID ID: 0000-0002-7065-6887*

*Львівський національний аграрний університет*

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.115>

**Дудар І., Литвин О., Бомба М., Дудар О. Перспективи виробничого використання нового сорту картоплі Княжа**

Подано характеристику нового, 2020 року реєстрації, нематодостійкого сорту картоплі Княжа, створеного у Львівському національному аграрному університеті.

Відзначено актуальність створення й впровадження у виробництво нових сортів картоплі – ефективного і доступного засобу одержання стабільно високих врожаїв.

Зауважено, що сучасна селекційна робота з картоплею дає змогу збільшити обсяги виробництва та покращити якісні показники бульб.

Новостворені сорти картоплі Львівського національного аграрного університету мають практичну цінність для селекції та широко використовуються в сільськогосподарському виробництві.

Для керування формотворчим процесом за врожайністю і отримання високопродуктивних нащадків у схрещування залучали найбільш урожайні батьківські форми.

Встановлена ефективність використання у селекційній роботі батьківських пар із високою комбінаційною здатністю. За участі в комбінації схрещування сортів Мавка × Нароч створено сорт Княжа – середньостиглий, багатобульбовий, високопродуктивний, нематодостійкий, з підвищеною стійкістю до фітофторозу і добрими показниками якості.

Описано основні морфологічні ідентифікаційні ознаки, урожайність, уміст крохмалю, товарність бульб, смакові якості, придатність до вирощування в умовах Полісся.

Висвітлено результати випробування сорту картоплі Княжа закладами експертизи сортів рослин України (Волинський ОДЦЕСР, Житомирський ОДЦЕСР, Львівський ОДЦЕСР, Чернігівський ОДЦЕСР).

Відзначено перевагу сорту Княжа за врожайністю (222,8 ц/га) над показниками усередненої врожайності сортів, що пройшли державну реєстрацію за п'ять попередніх років у зоні Полісся (190,3 ц/га).

На підставі аналізу даних трирічного випробування Державної служби з охорони прав на сорти рослин сорт Княжа рекомендовано для поширення з 2021 року.

**Ключові слова:** селекція, картопля, схрещування, сорт, господарська придатність, урожайність, якісні показники, випробування.

**Dudar I., Lytvyn O., Bomba M., Dudar O. Prospects of production use of the new potato variety called Kniazha**

The scientific article describes the new, 2020 registered, nematode-resistant potato variety called Kniazha, created at the Lviv National Agrarian University.

The urgency of creating and introducing of new potatoes varieties into production is an effective and affordable means of obtaining consistently high yields.

It is noted that modern selection work with potatoes secures increase of production and improvement of tubers quality.

Newly created varieties of potatoes of Lviv National Agrarian University have practical value for selection and are widely used in agricultural production.

To control the formation process in terms of yield and to obtain highly productive offspring, the most productive parental forms were involved in crossbreeding.

The efficiency of use of parent pairs with high combining ability in selection work is established. The Kniazha variety was created with participation of Mavka × Naroch varieties in the combination of crossing. The obtained variety is medium-ripe, multi-tuber, high-yielding, nematode-resistant with high resistance to late blight and good quality indicators.

The main morphological identification features, yield, starch content, marketability of tubers, taste qualities, suitability for cultivation in Polissya are described in the work.

The results of testing of the Kniazha potato variety by the plant variety examination institutions of Ukraine are highlighted.

The advantage of the Kniazha variety in terms of yield (222.8 c/ha) over the indicators of average yield of varieties that have passed state registration for the previous five years in the Polissia zone (190.3 c/ha) is noted by the authors.

Based on the analysis of data of the three-year testing of the State Service of the Protection of Plant Variety Rights is recommended for distribution starting from 2021.

**Key words:** selection, potatoes, crossing, grade, economic suitability, productivity, qualitative indicators, testing.

**Постановка проблеми.** Створення й упровадження у виробництво нових сортів сільськогосподарських культур є найефективнішим і найдоступнішим засобом одержання стабільно високих урожаїв.

Сучасна селекційна робота з картоплею дає змогу збільшити обсяг її виробництва, покращити якісні показники й забезпечити споживчі потреби населення України у продовольчій продукції.

Зміни клімату, що спостерігаються останнім часом, змушують селекціонерів створювати високопродуктивні сорти з адаптивними ознаками, які здатні ефективно використовувати ресурси навколишнього середовища і переносити стресові навантаження, зумовлені діяльністю шкідливих організмів, різкими перепадами температур, нерівномірністю вологозабезпечення тощо.

Важливими критеріями добору сортів картоплі є також і якісні характеристики: уміст сухої речовини, крохмалю, білка, технологічність за збирання, транспортування, зберігання, промислової переробки тощо.

Новостворені сорти картоплі Львівського національного аграрного університету відповідають зростаючим вимогам сучасного сільськогосподарського виробництва, мають практичну цінність для селекції та забезпечують формування сортових ресурсів країни.

Пропозиції щодо впровадження нових сортів у виробництво ґрунтуються на узагальнених даних державного сортовипробування з визначення критеріїв відмінності, однорідності та господарсько-цінних показників придатності сорту для поширення, виконаних в Українському інституті експертизи сортів рослин.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасне картоплярство України посідає вагомe місце в забезпеченні населення продуктами харчування і ґрунтується на досягненнях науково-технічного прогресу. Успішний розвиток його значною мірою залежить від використання високопродуктивних сортів.

Важливу роль сорту у підвищенні продуктивності картоплі довели результати багатьох експериментальних досліджень [5–10].

Науковий колектив Львівського національного аграрного університету протягом досить тривалого часу працює над створенням нових сортів картоплі та їх впровадженням у виробництво. Сучасна селекційна робота спрямована на високу потенційну продуктивність сортів у поєднанні з якістю врожаю, стійкістю проти грибних, вірусних і бактеріальних хвороб та іншими цінними ознаками [1–6].

**Постановка завдання.** Завданням досліджень було створення перспективних, конкурентоспроможних сортів картоплі з високими параметрами продуктивності і якості урожаю.

Метою дослідження є висвітлення інформації основних біологічних особливостей і параметрів господарсько-цінних ознак нового сорту картоплі Княжа селекції Львівського національного аграрного університету.

**Виклад основного матеріалу.** Недостатня поінформованість виробників щодо впровадження у виробництво нових сортів вітчизняної селекції є однією з причин низьких урожаїв бульб картоплі. Успіх гібридизації визначався спрямованим залученням до схрещування відповідних вихідних батьківських форм. Серед принципів добору батьківських пар для схрещування особливого значення надавали питанням використання сортів залежно від комбінаційної здатності.

Для керування формотворчим процесом за врожайністю і отримання високопродуктивних нащадків у схрещування залучали найбільш врожайні батьківські форми. Зокрема, попри численні поєднання, спрямовані на бажаний результат, у схрещуваннях брали участь і такі сорти, як Мавка та Нароч.

**Мавка.** Створений у колишньому НДІ землеробства і тваринництва західних районів України, нині Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, схрещуванням

сортів Арта х Карпатська. Сорт універсального призначення, стійкий проти раку, має польову стійкість проти фітофторозу. Відрізняється високою стійкістю проти вірусних хвороб. Середньокрохмалистий (15,5–19,1%), високоврожайний (60 т/га).

Кущ прямостоячий, компактний, середньої висоти. Стебла галузисті. Листя сильнорозсічене. Суцвіття компактне, багатоквіткове. Квіти білі, ягодоутворення рідке. Бульби білі, короткоовальні й овальні, злегка сплюснуті з тупою вершиною. М'якоть біла, не темніє при зрізі і після варіння. Смакові якості відмінні.

**Нароч.** Створений у колишньому Білоруському НДІ картоплярства і плодоовочівництва, нині РУП «НПЦ НАН Білорусі по картоплярству і плодоовочівництву» схрещуванням гібридів 1036-057 × 955-075 з подальшим індивідуальним добором. Пізньостиглий, столового призначення. Стійкий проти раку і картопляної нематоди.

Високоврожайний, середньокрохмалистий (15–17%).

Кущ прямостоячий, високий. Стебла слабогалузисті. Цвітіння тривале. Квіти білі, ягодоутворення рідке. Бульби округло-сплюснуті з тупою верхівкою. Вічка мілкі. М'якоть кремова, смакові якості добрі.

У комбінації схрещування сортів Мавка х Нароч виділено сіянець із селекційним номером 322-92, який під назвою Княжа у 2018 р. був переданий у державне сортопробування. Кваліфікаційна експертиза новоствореного сорту картоплі ґрунтувалася на експериментальних дослідженнях опису та аналізу морфологічних, біологічних і господарсько-цінних ознак, визначенні їхньої придатності до використання в певних екологічних умовах з дотриманням агротехнологічних та методичних вимог.

Опис основних морфологічних ознак сорту Княжа подано у табл. 1.

Таблиця 1

Морфологічні ознаки сорту картоплі Княжа

Ознака		Ступінь прояву
Світловий паросток	- розмір	великий
	- форма	сферична
	- інтенсивність антоціанового забарвлення основи	слабка
	- опушення верхівки	відсутнє або дуже слабке
	- кількість кореневих кінчиків	мало
	- бічні пагони за довжиною	короткі
Рослина	- тип розвитку	листяний
	- габітус	напіврозлогий
	- висота	висока
	- час досягання	середньостиглий
Стебло	- антоціанове забарвлення	слабке
Листок	- загальний розмір	малий
	- зелене забарвлення	помірне
	- антоціанове забарвлення жилок на верхньому боці	слабке
	- заглиблення жилок	глибоке
Рясність цвітіння		рясне
Віночок квітки	- розмір	великий
	- забарвлення	біле
Бульба	- форма	короткоовальна
	- вічка за глибиною	мілкі
	- забарвлення шкірки	жовте
	- забарвлення основи вічка	жовте
	- забарвлення м'якоті	світло-жовте

Для сорту картоплі Княжа притаманний великий світловий паросток, сферичної форми, зі слабким антоціановим забарвленням. Кущ напіврозлогий, багатостебловий, високий, добре облистнений. Стебло має слабке антоціанове забарв-

лення. Листок – малий за розміром, жилки глибоко заглиблені, зі слабким антоціановим забарвленням. Суцвіття велике, віночок квітки білий.

Бульби за формою короткоовальні з тупою верхівкою, жовті, шкірка гладенька, вічка мілкі

поверхневі, м'якуш світло-жовтий. Сорт характерний багатобульбовістю, вирівняністю бульб, компактністю гнізда (рис. 1).

Аналіз результатів польових досліджень показав, що однорідність сорту перебуває в межах норми.



Рис. 1. Бульби сорту Княжа.

Господарську оцінку новоствореного сорту картоплі ми проводили на дослідному полі Львівського НАУ.

Встановлено, що сорт Княжа вигідно вирізняється за комплексом ознак. Так, середня товарна урожайність за три роки у сорту Княжа становила 30,7 т/га, що більше від контролю (сорт Свалявська) на 10,4 т/га.

Маса однієї бульби у сорту Княжа (92 г) була на 17 г більша від сорту – стандарту, а товарність бульб переважала його на 8 %.

Сорт столового призначення, з добрими кулінарними якостями. Результати дегустаційної оцінки вказують на високі смакові якості (8,8 бала), хорошу розваристу текстуру. Картопляні бульби сорту Княжа практично не темніють ні в сирому вигляді, ні після варіння. Уміст крохмалю в бульбах новоствореного сорту – 18,0 %, що на 3,7 % більше за сорт Свалявська. Стійкий проти раку, картопляної нематоди; має підвищену стійкість до фітофторозу, парші звичайної, вірусних хвороб. Потенційна урожайність сорту – до 60 т/га (рис. 2).

Результати випробування сорту картоплі Княжа, за даними закладів експертизи сортів рослин України зони Полісся у 2020 р. (Волинський ОДЦЕСР Житомирський ОДЦЕСР, Львівський ОДЦЕСР, Чернігівський ОДЦЕСР) показали перевагу сорту за врожайністю (222,8 ц/га) над показниками усередненої врожайності сортів, що пройшли державну реєстрацію за п'ять попередніх років у зоні Полісся (190,3 ц/га). Приріст урожаю становив 32,5 ц/га. Варто відзначити й високу середню масу товарної бульби – 102 г. Вміст крохмалю коливався від 12,2 до 18,6 %.

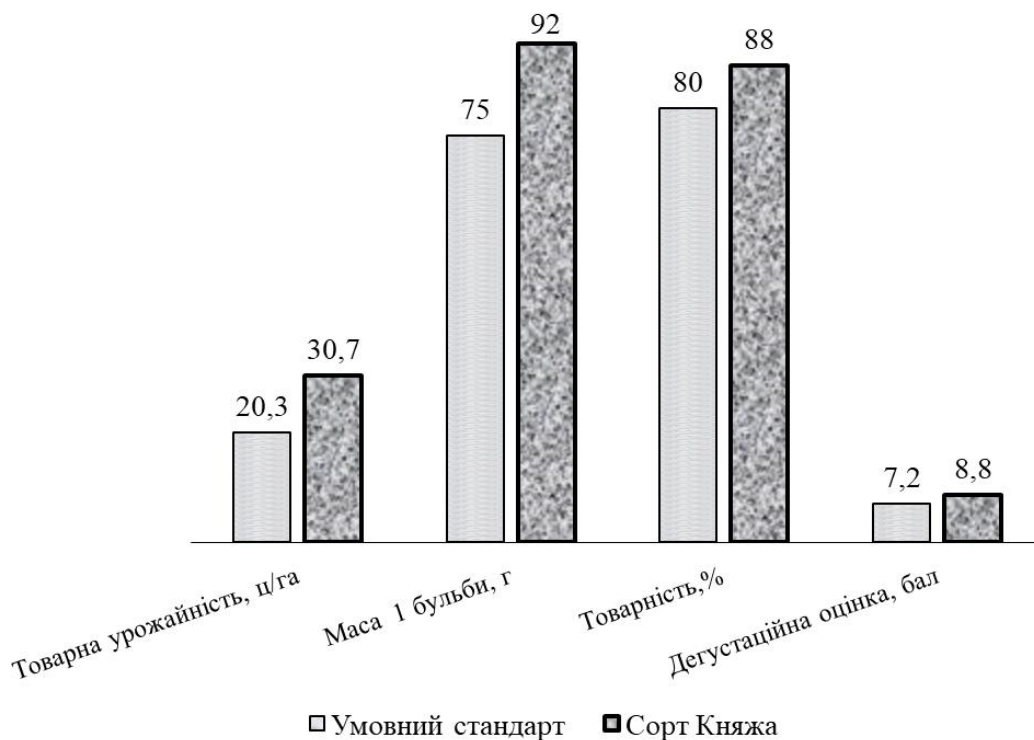


Рис. 2. Оцінка картоплі сорту Княжа за окремими господарськими ознаками (середнє за три роки).

**Висновки.** Від поєднання сортів Мавка × Нароч створено сорт картоплі Княжа – середньостиглий, багатобульбовий, високопродуктивний, нематодостійкий, з підвищеною стійкістю до фітофторозу і добрими показниками якості. На підставі аналізу даних трирічного випробування Державної служби з охорони прав на сорти рослин рекомендований для поширення в зоні Полісся з 2021 року.

#### Бібліографічний список

1. Влох В. Г., Дудар І. Ф., Литвин О. Ф. Створення та випробування нового сорту картоплі Дужа. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2011. № 15 (1). С. 291–295.
2. Влох В., Дудар І., Литвин О. Критерії продуктивності сіянців картоплі, створених за участі в генеалогічній сукупності сорту Карпатський. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2016. № 20. С. 122–126.
3. Влох В., Дудар І., Литвин О., Бомба М. Продуктивність селекційного матеріалу картоплі, створено за участі в генеалогічній сукупності сорту Карпатський. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2018. № 22 (1). С. 101–106.
4. Влох В. Г., Дудар І. Ф., Литвин О. Ф. та ін. Перспективний сорт картоплі для зони Полісся. *Еколого-генетичні аспекти в селекції польових культур в умовах змін клімату: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 90-річчю з дня народження генетика, селекціонера, професора М. М. Чекаліна (18–19 квіт. 2019 р.)*. / Полтавська державна аграрна академія. Полтава, 2019. С. 74–75.
5. Завірюха П. Д., Лоїк М. В., Коновалюк М. Г. Впровадження у виробництво нових сортів як фактор інтенсифікації картоплярства. *Вчені ЛДАУ виробництву: каталог наукових розробок*. Львів: ЛДАУ, 2008. Вип. 8. С. 33–35.
6. Завірюха П. Д., Тимошенко І. І. Перспективний сорт картоплі Дублянська ювілейна. *Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву: каталог наукових розробок*. Львів: ЛНАУ, 2009. Вип. 9. С. 38–39.
7. Осипчук А. А. Актуальні питання селекції картоплі. *Картоплярство*. Київ: Урожай, 2004. Вип. 33. С. 27–32.
8. Осипчук А. А. Результати та завдання з селекції картоплі в Україні. *Картоплярство*. Київ: Урожай, 2002. Вип. 31. С. 15–21.
9. Осипчук А. А. Селекція картоплі на початку ХХІ століття. *Картоплярство України*. 2005. № 1. С. 7–8.
10. Подгаєцький А. А. Генетичні ресурси картоплі України. *Картоплярство*. 2006. Вип. 34–35. С. 45–55.

Стаття надійшла 01.03.2021

УДК 635.262:631.527

**ЕФЕКТИВНІСТЬ СЕЛЕКЦІЇ ЧАСНИКУ ОЗИМОГО  
ЗА УЧАСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ ФОРМ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ****В. Борисюк, к. с.-г. н.***ORCID ID: 0000-0002-1730-6888***Т. Багай, к. с.-г. н.***ORCID ID: 0000-0001-7358-4703***О. Волинець, провідний фахівець***ORCID ID: 0000-0001-9134-5896***Л. Дика, провідний фахівець***ORCID ID: 0000-0001-5552-204X**Львівський національний аграрний університет*<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.120>**Борисюк В., Багай Т., Волинець О., Дика Л. Эффективность селекции чеснока озимого за участі екологічних форм Західного регіону України**

Важливою умовою розвитку часниківництва в Україні є необхідність термінового збільшення виробництва власного високоякісного насінневого матеріалу нових високопродуктивних сортів вітчизняної селекції. Саме з цією метою у Львівському національному аграрному університеті на виконання Розпорядження Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2006 р. № 665-р «Про віднесення наукових об'єктів до таких, що становлять національне надбання» та Договору між Міністерством освіти і науки України і Львівським національним аграрним університетом, проводиться відповідна робота з утримання, збереження та розвитку об'єкта НН «Колекційний генофонд екологічних форм часнику».

Наші досягнення ґрунтуються на багаторічних дослідженнях вивчення біологічних властивостей та використання в селекції часнику озимого ендеміків ґрунтово-кліматичних зон Західного регіону України та створеного від них клоновим доббором нових сортів із високим адаптивним потенціалом, екологічно пластичних, зорієнтованих на конкретні ґрунтово-кліматичні умови. Вони утворюють найякісніший вихідний матеріал для практичної селекції.

Охарактеризовано розвиток часниківництва за останні роки, наголошуючи на проблемах, які вирішують вітчизняні виробники часнику. Наведено особливості морфогенезу рослин, охарактеризовано морфотип цибулини (колір сухих лусок, вирівняність, щільність), встановлено продуктивність, товарність, спосіб проявлення господарсько-цінних ознак у нових для екоформ умовах вирощування, та виявлення модифікаційної мінливості.

Показники врожайності різнилися за роками (вплив гідротермічних умов вирощування та інтродукції), серед нестрількуючих підвидів найвищими вони були у 2019 році і становили 10,1 та 12,5 т/га для форми 16/73 та 17/26 відповідно, що на 41,6% та 51,4% більше порівняно зі сортом-стандартом Лідер. Аналогічну тенденцію спостерігали й за якісними показниками.

**Ключові слова:** часник озимий, нестрількуючий, екоформи, маса цибулини, крупність зубця, параметри, щільність, урожайність.

**Borysiuk V., Bahai T., Volenets O., Dyka L. Efficiency of winter garlic selection when considering ecological forms of the Western Region Ukraine**

The advanced development of garlic growing in Ukraine is not possible without urgent extension of production of high quality seed material of new varieties selected by native researchers. The research is focused on the above-mentioned tasks and considers the Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine No 665-p (27 Dec. 2006) On Including Scientific Objects to the Number of Those Which Mean National Achievements and the Agreement of the Ministry of Education and Science with Lviv National Agrarian University, appropriate work is underway to maintain, preserve and develop the NN object «Collection gene pool of ecological forms of garlic».

Our achievements are based on the many-year research aimed to study the biological properties and use in winter breeding of endemics of soil and climatic zones of the Western region of Ukraine and to create the new varieties with high adaptive potential, environmentally plastic, focused on specific soil and climatic conditions by clonal selection. They are the highest quality source material for practical selection.

The given article examines the development of garlic growing during the last years. Its authors dwell upon the methods of the given crop selection. They present peculiarities of morphogenesis of plants and characterize the morphotype of a bulb (colour of dry scales, smoothing and compactness of fruits). A particular attention is paid to productivity and marketing parameters as well as to the way of presenting economically valuable characteristics under the conditions of the crop growing that are new for ecoforms, and indicating its modifications mutabilities.



The yields differed by year (the impact of hydrothermal conditions of cultivation and introduction). among non-shooting subspecies, they were the highest in 2019 and amounted to 10.1 and 12.5 t/ha for the form 16/73 and 17/26, respectively, which was by 41.6 % and 51.4 % more than the standard variety Leader. A similar trend was observed for qualitative indicators.

**Key words:** winter garlic, non-arrow, mass of bulbs, largeness of a clove of garlic, compactness, yielding capacity.

**Постановка проблеми.** У результаті відкритого ринку для іноземного часнику в Україні суттєво обмежилась селекційна робота з цією культурою. Водночас безповоротно зникають місцеві екологічні форми, які для часнику, як для винятково вегетативно розмножуваної культури, є на сьогодні не тільки найціннішими, а й єдиними джерелами або донорами багатьох господарсько-цінних ознак. Вони утворюють найякісніший вихідний матеріал для практичної селекції, зокрема адаптивної, яка тепер набуває особливої актуальності, оскільки передбачає створення сортів з високим продуктивним потенціалом, екологічно пластичних, і орієнтованих на конкретні екологічні умови. На такі форми Україна, зокрема її західний регіон, багата, оскільки тут перебуває один із вторинних центрів походження часнику.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Посівні площі під часником в Україні у 2021 році становлять 3,5 тис. га, що на 75 % більше порівняно з 2 тис. га у 2020 році. Сьогодні середня врожайність із гектара становить близько 6 т., тоді як за дотримання відповідної технології вирощування можна отримати 12–14 т/га. Однак часто сорти часнику, завезені з інших ґрунтово-кліматичних зон або країн, приживаються погано, рослини масово уражують хвороби і шкідники. За різних ґрунтово-кліматичних умов сорти часнику можуть видозмінюватися, втрачаючи стрілку, змінюючи забарвлення головки, кількість зубців тощо [6].

За даними В. А. Попкова [7], за садіння часнику без урахування екологічних умов стрілкуючі та нестрілкуючі сорти можуть утворювати однозубку, або форми з ослабленим стрілкуванням. А врожайність спадає у 2–3 рази. Зокрема встановили, що перевезення сортів часнику, створених у південно-східному регіоні, в умови Правобережного Лісостепу України, зокрема Черкаську область, спричинило різкий стрибок продуктивності першого року вирощування та її суттєвий спад наступного року [9; 10].

Тобто більшість сортів характерна обмеженістю ареалу вирощування, тож перенесення їх у іншу ґрунтово-кліматичну зону спричинює певні зміни як у морфологічних ознаках, так і в якісних показниках отриманого врожаю. Тому дуже цінним матеріалом є місцеві форми, адаптовані до

конкретних умов вирощування. Саме від таких форм часнику окремої еколого-географічної зони слід використовувати посадковий матеріал [1; 11].

**Постановка завдання.** Завдання нашого дослідження – збереження екологічного різноманіття місцевих форм озимого часнику Західного регіону України та створення на їх основі нових сортів культури методом клонового добору з подальшим закріпленням господарсько-цінних ознак.

**Виклад основного матеріалу.** Колекційні розсадники закладали на дослідному полі Навчально-наукового центру Львівського НАУ (м. Дубляни Жовківського району Львівської області) згідно із загальноприйнятими методиками [2; 3; 8]. Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений, середньозабезпечений поживними речовинами. Вміст гумусу (за Тюрнімом) – 2,7 %, рН сольового розчину – 5,8, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 110 мг/кг. Ґрунт середньо забезпечений рухомими формами фосфору (95 мг/кг) і обмінного калію (127 мг/кг). Вирощування часнику відповідало загальноприйнятій та опрацьованій нами у процесі багаторічної роботи технології. Попередником часнику є пшениця озима, після збирання якої проводили луцення стерні, а через два-три тижні – оранку на глибину 25–28 см, перед чим вносили органічні й мінеральні добрива в нормах 50 т/га гною і  $N_{35}P_{60}K_{60}$ .

Після оранки залежно від проростання бур'янів культивували ріллю на глибину 10–12 см. Безпосередньо перед садінням зубців нарізали борозни на глибину 6–8 см з міжряддям 40 см. Садили часник, розкладаючи зубці по дну борозни на відстані 8–10 см один від одного. Зубці в борознах загортали вручну, нагортаючи гребені заввишки до 15 см. Для захисту рослин часнику від проростання бур'янів в осінній і ранньо-весняний періоди вносили ґрунтовий гербіцид Стомп, к. е. (пендаметалін) у нормі 4,5 л/га, а у травні – червні Тотріл, к. е. (іоксиніл у формі октаноату ефіру) – 3,0 л/га (метод чверток) і Пантеру, к. е. (хізалофоп-п-тефурил) – 2,0 л/га.

Таблиця 1

**Біометрична характеристика найкращих екоформ часнику, які поповнили генфонд  
Львівського НАУ, в середньому за 2018–2020 рр.**

№ з/п	Шифр, колекційний номер	Походження	Підвид часнику	Цибулина, см				Зубець			Колір зовнішньої покривної плівки	
				форма	маса, г	ви-сота	параметри, см	Щільність, бал	к-сть, шт.	маса, г		форма
1	Лідер - st	Дубляни	н. с.	Овально-округла	45	3,6	4,8-4,6	5	7*+5**	5,2	Опукло видовжена	Бруднувато-білий
2	16/73	Карпати	н. с.	Широко-еліптична	85	3,6	6,6x6,4	5	6*+4**	8,5	Опукло видовжена	Темно бежевий з фіолетовими плямками
3	17/27	Жовківщина	н. с.	Вузько-еліптична сплюснута з боків	60	4,0	7,4x4,3	5	5	12,0	Опукло вкорочена по краях і видовжена по середині	Молочно білий

Примітка: \*-зовнішні зубці, \*\*-внутрішні зубці

Таблиця 2

## Урожайність часнику і його структура у сорту – стандарту та в найкращих екологічних формах

№ з/п	Шифр, колекційний номер	Урожай-ність, т/га	Різниця до стандарту			Фракції цибулин, %			Товар-ність, %	Середня маса, г	
			т/га	%	велика	середня	дрібно, розкриті, деформована	товарної цибулини		зубця	
2018 р.											
1	st – Лідер	5,0	-	-	53	41	6	94	36,0	6,0	
2	16/73 н. с.	10,0	+5,0	+50,0	57	43	-	100	50,0	8,3	
3	17/27 н. с.	7,1	+2,1	+29,5	45	48	7	93	37,3	7,5	
2019 р.											
1	st – Лідер	5,2	-	-	58	41	1	99	38,2	7,6	
2	16/73 н. с.	10,1	+4,9	+51,4	60	40	-	100	50,0	8,3	
3	17/27 н. с.	12,5	+7,3	+41,6	58	40	2	98	39,5	7,9	
2020 р.											
1	st – Лідер	4,9	-	-	63	35	2	98	38,0	7,6	
2	16/73 н. с.	9,4	+4,5	+52,1	50	45	5	95	48,0	8,0	
3	17/27 н. с.	8,3	+3,4	+59,0	48	47	5	95	36,1	7,2	

НІР<sub>05</sub>, т/га: для 2018 р. – 1,6  
 для 2019 р. – 2,4  
 для 2020 р. – 1,9

За висоти рослин 15–20 см з метою захисту від хвороб і шкідників часник обприскували баковою сумішшю Рекс Дуо, к. с. (епоксиконазол + тіофанат-метил) – 0,6 л/га та Нурел Д, к. е. (тіаметоксам) – 1 л/га.

Навесні двічі підживлювали аміачною селітрою: перший раз – по таломерзлому ґрунту, другий – у другій–третьій декаді травня у нормі  $N_{45} + N_{45}$  відповідно. При появі ґрунтової кірки міжряддя неглибоко рихлили на глибину до 5 см. Збирали врожай вручну, обережно підкопуючи лопатою кожну рослину та злегка очищаючи її від землі. Кількісні та якісні показники висаджених нестрлікуючих екоформ порівнювали із сортом-стандартом Лідер.

Обліковували врожай із ділянки площею  $6\text{ м}^2$  із наступним перерахунком у т/га. Повторність досліду триразова. Під час збирання врожаю визначали середню масу цибулини ваговим методом з точністю до 0,01 кг. Загальний урожай обліковували з кожної ділянки окремо та розподіляли на фракції й сортували відповідно до ДСТУ 3233-95 «Часник свіжий. Технічні умови» і ДСТУ ЕЭК ООН FFV-18:2016» та «Часник. Настанови щодо постачання і контролювання якості» [4; 5]. Для характеристики структури врожаю й визначення товарності цибулини розділяли на три фракції – великі, середні, дрібні. Деформовані та розкриті цибулини відносили до дрібної фракції. Товарність урожаю визначали додаванням маси великих та дрібних цибулин і виражали цей показник у відсотках. Морфологічні особливості, такі як забарвлення та форму цибулини, визначали органолептично.

Упродовж останніх років для поповнення генофонду часнику Львівського НАУ зібрано сотні екоформ із різних областей України, характеристики двох найкращих з них подані в табл. 1. Одержані результати досліджень показали, що зібрані екоформи характерні великою масою цибулини, в межах 60 та 85 г, крупним зубцем масою 8,5 та 12,0 г, високою щільністю (5,0 балів) та відповідними до стандарту параметрами висоти й діаметра. При цьому, за час досліджень форма цибулини екоформи 16/73 змінилася з овально-округлою на широко-еліптичну.

Ми вивчили особливості морфогенезу рослин, охарактеризували морфотип цибулини (колір сухих лусок, вирівняність, щільність), особливу увагу звертали на продуктивність, товарність, характер проявлення господарсько-цінних ознак у нових для екоформ умовах вирощування, та виявлення модифікаційної мінливості (див. табл. 1, 2).

Показники врожайності різнилися за роками: найвищими вони були 2019 року – 10,1 та 12,5 т/га для форми 16/73 та 17/26 відповідно, що на 41,6% та 51,4% більше порівняно зі сортом-стандартом Лідер. Аналогічну тенденцію спостерігали і в інші роки досліджень.

**Висновки.** Після проведеної всебічної оцінки 100 місцевих екоформ та наявних сортів вітчизняної й зарубіжної селекції форм 16/73 і 17/27 за комплексом господарсько-цінних ознак переважають сорт-стандарт Лідер як за кількісними, так і за якісними показниками, отож будуть розмножені й подані у реєстр сортів України.

### Бібліографічний список

1. Берговина И. Г. Оценка исходного материала озимого чеснока для создания сортов, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков: автореф. дисс. ... канд. с.-х. н. Горки, 2012. 21 с.
2. Волкодав В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (картопля, овочі та баштанні культури). Київ, 2001. 101 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1985. 422 с.
4. ДСТУ 3233-95. Часник свіжий. Технічні умови.
5. ДСТУ ЕЭК ООН FFV-18:2016. Часник. Настанови щодо постачання і контролювання якості.
6. Жук О. Я., Сич З. Д. Насінництво овочевих культур. URL: [https://agromage.com/stat\\_id.php?id=284](https://agromage.com/stat_id.php?id=284) (дата звернення 06.02.2021).
7. Попков В. А. Чеснок биология, технология, экономика. Минск: Наша Идея, 2012. 768 с.
8. Снітинський В. В., Лішак Л. П. Часник стрлікуючий: Основи технології та способи розмноження повітряною цибулинкою. Львів: Український бестселер, 2011. 100 с.
9. Яценко В. В. Адаптивність і стабільність сортів часнику озимого за інтродукції в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 2. С. 58–63.
10. Яценко В. В. Господарсько-біологічне оцінювання сортозразків часнику озимого. *Таврійський науковий вісник: науковий журнал*. 2019. Вип. 106. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2019. С. 163–172.
11. Agrobiological evaluation of *Allium ampeloprasum* L. variety samples in comparison with *Allium sativum* L. Cultivars. Ulianych O. et al. *Agronomy Research*. 2019. 17 (4), 1788–1799. URL: <https://doi.org/10.15159/AR.19.192> (Scopus and Web of Science).

Стаття надійшла 09.04.2021

УДК 631.524:633.853.494

## ВПЛИВ ВАРІАНТІВ УДОБРЕННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ НАСІННЯ СОРТІВ РІПАКУ ОЗИМОГО

**О. Стельмах, с. н. с.**

ORCID ID: 0000-003-2562-3530

**І. Кифорук, с. н. с.**

ORCID ID: 0000-0002-6268-3586

*Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція  
Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН***Я. Григорів, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0002-5892-9483

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника*<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.125>

### **Стельмах О., Кифорук І., Григорів Я. Вплив варіантів удобрення на урожайність та якість насіння сортів ріпаку озимого**

Упродовж 2016–2018 рр. досліджено вплив варіантів удобрення на урожайність і якість насіння сортів ріпаку озимого (Черемош, Смарагд, Дембо).

У результаті досліджень встановлено, що найвищу врожайність отримано у варіанті з внесенням добрив  $N_{75}P_{75}K_{75} + N_{60}$  Вимпел (500 г/га) + Оракул мультикомплекс (1 л/га) + Оракул сірка актив (2,0 л/га) (фаза відновлення вегетації) + Оракул коламін бор (1,0 л/га) сорту Черемош 3,74 т/га, що на 2,64 т/га вища від контролю. Встановлено, що врожайність 3,6 і 3,53 т/га отримано за вирощування сортів Смарагд і Дембо в цьому варіанті, що становить відповідно 236,4 і 239,4 % до контролю.

За вирощування сортів ріпаку озимого у 4-му варіанті удобрення спостерігали найбільшу кількість стручків на рослині, у сорту Черемош вона становила 133,1 шт., Смарагд – 130,4 шт., Дембо – 123,0 шт., кількість насінин у стручку була також найбільшою – сорт Черемош 23,05 шт., Смарагд – 22,5 шт., Дембо – 22,5 шт., маса 1000 насінин становила 3,64 г, 3,63 г і 3,62 г відповідно.

Найбільший вміст олії – 48,91 % – помічено за вирощування сорту Дембо на контролі, за вмістом глюкозинолатів насіння належить до першого класу та призначене на харчові цілі в разі промислової переробки. Встановлено, що внесення мінеральних добрив призводило до зниження вмісту олії в насінні ріпаку і становило в 4-му варіанті удобрення ( $N_{75}P_{75}K_{75} + N_{60}$ ) сорту Черемош – 47,06 %, Смарагд – 46,2 %, Дембо – 47,81 %, проте за рахунок вищої врожайності культури отримано її вищий вихід з гектара.

Внесення різних доз мінеральних добрив приводило до збільшення вмісту глюкозинолатів у середньому на 0,4–1,1 мкмоль/г сорту Черемош, сорту Смарагд на 0,6–1,3 мкмоль/г, Дембо – на 0,5–1,2 мкмоль/г.

Встановлено, що вміст ненасичених жирних кислот у насінні коливався в межах: олеїнової (С 18:1) – від 70,10 до 70,77 % сорту Черемош, від 69,72 до 70,22 % сорту Смарагд, від 70,21 до 72,53 % сорту Дембо; лінолевої (С 18:2) відповідно від 18,52 до 20,83, від 18,74 до 19,71 %, від 17,44 до 18,79 %.

**Ключові слова:** добрива, ріпак, урожайність, сорти, якість.

### **Stelmakh O., Kyforuk I., Hryhoriv Ya. Influence of fertilization variants on the yield and seed quality of winter rape varieties**

The influence of fertilization on the yield and seed quality of winter rape varieties (Cheremosh, Smaragd, Dembo) was studied During 2016–2018.

As a result of the research, it is established that the highest productivity is received on a variant with introduction of fertilizers  $N_{75}P_{75}K_{75} + N_{60}$  + Pennant (500 g/hectare) + Oracle multicomplex (1 l/hectare) + Oracle sulfur active (2,0 l/hectare) (vegetation restoration phase) + Oracle colamine boron (1,0 l/ha) variety Cheremosh 3,74 t/ha, which is 2.64 t/ha higher than the control. It was found that the yield of 3.6 and 3.53 t/ha was obtained by growing Smaragd and Dembo varieties in this variant, which is respectively 236.4 and 239.4 % before control.

It was determined that during the cultivation of winter rape varieties on 4 variants of fertilizer the largest number of pods on the plant was observed, i.e. on the Cheremosh variety it was 133.1 pcs, Smaragd – 130.4 pcs, Dembo – 123.05 pcs. The number of seeds per pod. was also the largest, particularly, the Cheremosh variety – 23.05 pcs, Smaragd – 22.5 pcs, Dembo – 22.5 pcs, weight of 1000 seeds was 3.64 g, 3.63 g and 3.62 g respectively.

The highest oil content, i.e. 48.91 % was observed under cultivation of the Dembo variety under control, the content of glucosinolates of seeds belongs to the first class and is intended for food purposes in the case of industrial processing. It

was found that the application of mineral fertilizers led to a decrease in the oil content in rapeseed and amounted to 4 variants of fertilizer ( $N_{75}P_{75}K_{75} + N_{60}$ ) Cheremosh variety – 47.06 %, Smaragd – 46.2 %, Dembo – 47.81 %, but due to the higher the yield of the crop, the higher its yield per hectare.

The application of different doses of mineral fertilizers led to an increase in the content of glucosinolates by an average of 0.4–1.1  $\mu\text{mol/g}$  Cheremosh variety, Smaragd variety by 0.6–1.3  $\mu\text{mol/g}$ , Dembo by 0.5–1.2  $\mu\text{mol/g}$ .

It was found that the content of unsaturated fatty acids in the seeds ranged from: oleic (C 18:1) – from 70.10 to 70.77 %, Cheremosh variety from 69.72 to 70.22 %, Smaragd variety from 70.21 to 72.53 % of the Dembo variety; linoleum (C 18:2), respectively, from 18.52 to 20.83, from 18.74 to 19.71 %, from 17.44 to 18.79 %.

**Key words:** fertilizers, rape, yield, varieties, quality.

**Постановка проблеми.** Серед завдань, спрямованих на піднесення аграрного сектору економіки України, велике значення мають заходи, спрямовані на подальше нарощування виробництва олійних культур. Особлива роль у цьому належить ріпаку, олія з якого, завдяки унікальним біологічним і хімічним властивостям, знаходить усе ширше застосування в харчуванні людей та в багатьох галузях народного господарства.

Насіння ріпаку містить від 38 до 50 % олії, 16–29 % білка, 6–7 % клітковини, 24–26 % безазотистих екстрактивних речовин. Ріпакова олія має широкий спектр застосування в народному господарстві, високо цінується як для задоволення харчових потреб населення, так і в різних галузях технічного спрямування [2; 3; 6].

Ріпакова олія, завдяки притаманним їй унікальним властивостям, надзвичайно корисна для людини. До її складу входять гліцериди ненасичених жирних кислот, що сприяють значному зменшенню ризику тромбоутворення, ефективно протидіють серцево-судинним захворюванням, регулюють вміст холестерину в крові [1; 5].

Порівняно з оліями інших культур та жирами тваринного походження ріпакова олія якісно переважає їх не тільки тим, що у своєму складі має найменше насичених жирних кислот, а й тим, що містить найбільше лінолевої й ліноленової кислот, які відіграють важливу роль у життєдіяльності людського організму [2; 3].

Ріпак – надзвичайно цінна кормова культура. При його переробці з кожних 100 кг насіння одержують до 41 кг олії та 57 кг макухи. Гектар цієї культури (за врожайності 30 ц) забезпечує вихід 1,0–1,3 т олії й 1,6–1,8 т шроту, який містить близько 40 % добре збалансованого за амінокислотним складом білка [2].

Ріпак – це універсальний корм. У годівлі тварин широко використовують зелену масу, силос, трав'яне борошно, гранули, шрот, макуху, подрібнене насіння [3].

В Україні ріпак почали інтенсивно впроваджувати лише останнього десятиріччя. Най-

переконливішими аргументами на користь розширення площ під посіви цієї культури є невідомо зростаючий попит на нього як на сировину для харчової й технічної олії (у тому числі для виробництва біодизеля), висока економічна віддача коштів, вкладених у його виробництво, та раннє повернення грошових коштів (липень – серпень) [5].

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Значним резервом у зростанні самозабезпеченості держави паливними екологічно безпечними ресурсами є агропромислове виробництво. Насамперед виділяється галузь ріпаківництва.

В Україні сприятливі ґрунтові та агрометеорологічні умови для формування високого врожаю ріпаку озимого спостерігають на більшій частині Лісостепу, у Західному Поліссі та частині північного Степу. В Україні середня урожайність насіння культури становить 3,75 т/га, в лісостеповій зоні за останні п'ять років вона варіювала в межах 3,24–3,63 т/га, що вказує на можливості реалізації потенційних можливостей нових сортів. Одним з основних чинників підвищення врожайності насіння та продуктивності сільського господарства загалом є удобрення сільськогосподарських культур. За даними вітчизняних і зарубіжних учених, вплив мінеральних добрив на формування врожаю є досить високим і становить близько 30–50 %, на приріст урожаю – 50–80 %. Витрати на їхнє внесення – 20–30 % усіх витрат у рослинництві [3; 5; 6].

Важливою умовою за застосування мінеральних добрив у виробництві є їхня економічна ефективність. За основу її визначення взято приріст урожаю, отриманого завдяки внесенню добрив, а також нормативи окупності мінеральних добрив додатковою продукцією.

**Постановка завдання.** Для оптимізації системи удобрення у 2016–2018 рр. на дослідному полі Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону проведено

польові дослідження. Агровиробнича група ґрунтів – дернові глибокі опідзолені глеюваті. Агрохімічна характеристика: рН (сольове) – 5,5; вміст гумусу – 2,81 %; азоту – 77,0; фосфору – 113,0; калію – 138,0 мг на 1 кг ґрунту.

Попередник – озима пшениця. Спосіб сівби – суцільний, міжряддя – 15 см. Дослід закладений у 4-разовій повторності. Загальна кількість ділянок 48, посівна площа однієї ділянки – 75 м<sup>2</sup>, облікової – 50 м<sup>2</sup>. Загальна площа досліду – 0,45 га. Розміщення ділянок – рендомізоване.

Предмет дослідження – процес формування врожайності та якості насіння ріпаку озимого залежно від сорту та удобрення.

Об'єкт дослідження – ріпак озимий сортів Дембо, Черемош, Смарагд: чотири варіанти удобрення:

1. контроль (без добрив);
2. N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> (під культивуацію) + Вимпел (500 г/га) + Оракул мультикомплекс (1 л/га) (фаза 4–6 листків) + Оракул сірка актив (2,0 л/га) (фаза розетка-стеблування) + Оракул мультикомплекс (1,0 л/га) + Оракул коламін бор (1,0 л/га) (фаза бутонізації);
3. N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> (під культивуацію) + N<sub>60</sub> (після відновлення вегетації) + N<sub>30</sub> (фаза стеблування);
4. N<sub>75</sub>P<sub>75</sub>K<sub>75</sub> (під культивуацію) + Вимпел (500 г/га) + Оракул мультикомплекс (1 л/га) (фаза 4–6 листків) + N<sub>60</sub> + Оракул мультикомплекс

(1 л/га) + Оракул сірка актив (2,0 л/га) (фаза відновлення вегетації) + Оракул коламін бор (1,0 л/га) (фаза стеблування).

**Виклад основного матеріалу.** До реєстру сортів рослин України внесено нові сорти ріпаку, які різняться за екологічними типами, біологічними та технологічними властивостями й потребують інноваційної технології, адаптивної до умов Передкарпаття. Але недостатнє наукове обґрунтування особливостей вирощування, відсутність сортової агротехніки, рекомендацій щодо ефективного культивування ріпаку потребують уваги науковців щодо вирішення цієї проблеми [8].

Результати досліджень свідчать, що за роки досліджень найвищий врожай ріпаку озимого – 3,74 т/га – одержано за вирощування сорту Черемош у 4-му варіанті удобрення, цьому сприяло внесення N<sub>75</sub>P<sub>75</sub>K<sub>75</sub> + N<sub>60</sub>, гербіцидів Бутізан 40 к.с. (2,0 л/га) + Комманд 48 % к.е. (0,15 л/га), стимулятора росту Вимпел (500 л/га), мікродобрив Оракул мультикомплекс (1,0 л/га), Оракул коламін бор (1,0 л/га), фунгіциду Карамба в.р. (1,25 л/га). (табл. 1).

Урожайність 3,6 і 3,53 т/га отримано за вирощування сортів Смарагд і Дембо в цьому варіанті, що становить відповідно 236,4 і 239,4 % до контролю.

Таблиця 1

**Урожайність сортів ріпаку озимого за різних варіантів удобрення (у середньому за 2016–2018 рр.)**

Сорт	Варіант удобрення	Урожайність насіння, т/га		
		т/га	+, - до контролю	+, - до контролю, %
Черемош	1 (к)	1,10	-	-
	2	2,53	1,43	130,0
	3	3,14	2,04	185,4
	4	3,74	2,64	240,0
Смарагд	1 (к)	1,07	-	-
	2	2,42	1,35	126,1
	3	3,03	1,96	183,1
	4	3,6	2,53	236,4
Дембо	1 (к)	1,04	-	-
	2	2,35	1,31	125,3
	3	2,95	1,91	183,6
	4	3,53	2,49	239,4
НІР <sub>05</sub>				
Фактор А		0,0612		
Фактор Б		0,0430		
Взаємодія АВ		0,0430		

За вирощування сортів ріпаку озимого в 3-му варіанті удобрення ( $N_{45}P_{45}K_{45} + N_{60} + N_{30}$ , внесення ґрунтових гербіцидів Бутізан 40 к.с. – (2,0 л/га) + Комманд 48 % к.е. – (0,15 л/га), фунгіциду Карамба в.р. – (1,25 л/га) найбільший урожай досягнуто сортом Черемош 3,14 т/га, Смарагд – 3,03 т/га, Дембо – 2,95 т/га.

Найменший врожай отримали за вирощування ріпаку озимого в першому варіанті удобрення (контроль): сорт Черемош – 1,10 т/га, Смарагд – 1,07 т/га, Дембо – 1,04 т/га.

Результати досліджень свідчать, що варіанти удобрення мали прямий вплив на структурний аналіз рослин: кількість стручків на рослині, кількість насінин у стручку, маса 1000 насінин (табл. 2).

За вирощування сортів ріпаку озимого в 4-му варіанті удобрення спостерігали найбільшу кількість стручків на рослині, у сорту Черемош вона становила 133,1 шт., Смарагд – 130,4 шт., Дембо – 123,05 шт., кількість насінин у стручку була також найбільшою: сорт Черемош – 23,05 шт., Смарагд – 22,55 шт., Дембо – 22,5 шт., маса 1000 насінин становила 3,64 г, 3,63 г і 3,62 г відповідно.

Найнижчими показники структури рослин сортів ріпаку озимого були в першому варіанті удобрення (контроль). Мінеральні добрива мають значний вплив на хімічний склад насіння та його посівні якості (табл. 3).

У результаті проведених лабораторних аналізів насіння сортів ріпаку озимого можна зазначити, що найбільший вміст олії – 48,91 % – спостерігли за вирощування сорту Дембо в 1-му варіанті (контроль), за вмістом глюкозинолатів насіння належить до першого класу та призначене на харчові цілі в разі промислової переробки.

Внесення мінеральних добрив призводило до зниження вмісту олії в насінні ріпаку і становило в 4-му варіанті удобрення ( $N_{75}P_{75}K_{75} + N_{60}$ ) сорту Черемош – 47,06 %, Смарагд – 46,2 %, Дембо – 47,81 %, проте за рахунок вищої врожайності культури отримано її вищий вихід з гектара.

Найбільш об'єктивною оцінкою продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема ріпаку озимого, є приріст урожаю насіння та виходу олії.

Внесення різних доз мінеральних добрив призводило до збільшення вмісту глюкозинолатів у середньому на 0,4–1,1 мкмоль/г сорту Черемош, сорту Смарагд на 0,6–1,3 мкмоль/г, Дембо – на 0,5–1,2 мкмоль/г.

Вміст ненасичених жирних кислот у насінні коливався в межах: олеїнової (С 18:1) – від 70,1 до 70,77 % сорту Черемош, від 69,72 до 70,22 % – сорту Смарагд, від 70,21 до 72,53 % сорту Дембо; лінолевої (С 18:2) відповідно від 18,52 до 20,83, від 18,74 до 19,71 %, від 17,44 до 18,79 %.

Таблиця 2

**Вплив варіантів удобрення на кількісні показники сортів ріпаку озимого (у середньому за 2016–2018 рр.)**

Сорт	Варіант удобрення	Кількість стручків на рослині, шт.	Кількість насінин у стручку, шт.	Маса 1000 насінин, г
Черемош	1 (к)	45,85	20,2	3,21
	2	62,35	21,2	3,41
	3	107,85	21,95	3,51
	4	123,1	23,05	3,64
Смарагд	1 (к)	40,95	19,95	3,27
	2	60,45	21,05	3,47
	3	104,25	21,75	3,51
	4	130,40	22,55	3,63
Дембо	1 (к)	38,10	19,70	3,27
	2	57,03	20,3	3,45
	3	101,01	22,2	3,50
	4	123,05	22,5	3,62
$\bar{X} \pm S_x$		82,8±5,1	0,3±4,5	0,03±7,1



Таблиця 3

## Вплив варіантів удобрення на вміст якісних показників у насінні сортів ріпаку озимого

Варіант удобрення	Вміст жирних кислот, %						Олійність, %	Глюкозино- лати, мкмоль/г
	Пальметинова С 16:0	Олеїнова С 18:1	Лінолева С 18:2	Ліноленова С 18:3	Ейкозинова С 20:1	Ерукова С 22:1		
Черемош								
1 (к)	3,22	70,19	18,52	6,94	0,89	немає	47,83	21,1
2	3,23	70,32	20,81	5,48	0,59	немає	47,31	21,6
3	3,20	70,08	19,61	5,47	1,62	немає	47,11	21,9
4	2,70	70,77	20,83	4,95	0,94	немає	47,06	22,2
Смарагд								
1 (к)	3,83	70,22	19,71	5,96	0,39	немає	48,8	20,9
2	3,05	70,07	19,56	5,43	0,71	немає	48,07	21,5
3	3,10	69,90	18,90	6,51	1,03	немає	47,26	21,8
4	3,27	69,72	18,74	7,70	0,54	немає	46,20	22,2
Дембо								
1 (к)	4,68	70,73	17,84	6,56	0,63	немає	48,91	20,8
2	3,19	72,53	18,72	4,77	0,88	немає	48,53	21,2
3	3,43	70,21	17,44	6,86	1,83	немає	47,98	21,7
4	2,96	71,55	18,79	5,91	0,74	немає	47,81	22,0

**Висновки.** Складові елементи технологій вирощування сортів ріпаку озимого впливають на урожайність і якість насіння.

Найвищий рівень врожайності ріпаку озимого забезпечує сорт Черемош за вирощування у 4-му варіанті удобрення ( $N_{75}P_{75}K_{75} + N60 + \text{Вимпел}$  (500 л/га) + мікродобрива Оракул мультикомплекс (1,0 л/га) + Оракул сірка актив (2,0 л/га) + Оракул коламін бор (1,0 л/га) – 3,74 т/га.

Найбільший вміст олії – 48,91% – спостерігали за вирощування ріпаку озимого сорту Дембо в першому варіанті (без добрив). Із збільшенням доз мінеральних добрив олійність насіння зменшувалась, а вміст глюкозинолатів збільшувався від 20,4 до 22,2 мкМ/г.

#### Бібліографічний список

1. Бабич А. О. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси. Київ: Аграрна наука, 1996. 572 с.
2. Гайдаш В. Д. Ріпак: навч. посіб. / під заг. ред. В. Д. Гайдаша. Івано-Франківськ: Сіверсія ЛТД, 1998. 224 с.
3. Гайдаш В. Д., Ковальчук Г. М., Дем'янчук Г. М. Ріпак – культура великих можливостей: навч. посіб. / під заг. ред. М. І. Шестопаль. Ужгород: Карпати, 1986. 62 с.
4. Григорів Я. Я., Стельмах О. М. Використання ріпаку озимого у короткотраційних сівозмінах. Агрономія сьогодні. Київ, 2017. С. 50–53.
5. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні / Г. Т. Лазар та ін. Київ, 2006. 100 с.
6. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Ріпак. Львів, 2005. С. 18–19.
7. Макар М. М. Народногосподарське значення. Ріпак. Івано-Франківськ: Сіверсія ЛТД, 1998. С. 18.
8. Стельмах О. М., Григорів Я. Я., Кифорук І. М. Продуктивність сортів ріпаку озимого за різних варіантів удобрення. *Молодий вчений*. 2019. № 7 (71). С. 169–175.

*Стаття надійшла 16.08.2020*

## Розділ 5

### ЗАХИСТ РОСЛИН

---

УДК 635.21: 631.527.563

#### ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ НА ОЗИМІЙ ПШЕНИЦІ

**Г. Косилович, к. б. н.**

ORCID ID: 0000-0001-5908-3312

**Ю. Голячук, к. б. н.**

ORCID ID: 0000-0002-2890-164X

Львівський національний аграрний університет

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.131>

#### **Косилович Г., Голячук Ю. Використання біопрепаратів на озимій пшениці**

У результаті досліджень, проведених упродовж 2019–2020 рр. в умовах Навчально-наукового центру Львівського НАУ, встановлено, що основними хворобами пшениці, збудники яких уражували рослини, були кореневі й стеблові гнилі, зокрема фузаріозна та церкоспорельозна, а також борошниста роса, септоріоз, темно-бура плямистість листя, піренофороз, бура та жовта іржа, фузаріоз колосу. Серед шкідників, які живилися на рослинах у період вегетації, найпоширенішими були попелиці, злакові мухи, трипси, а під час колосіння – хлібні жуки, зокрема жук-кузька. Обробка насіння в день висіву біопрепаратами Фітохелп, с., Мікохелп, р.к., Вірідін, р., а також обприскування рослин у фазі ВВСН-29 біопрепаратами Фітохелп, с. або Мікохелп, р.к. у поєднанні з біопрепаратом Бітоксидацилін, с. і біостимулятором Агрінос Б, р. та застосування у фазі ВВСН-39 біопрепарату Біокомплекс БТУ зернові, р. і у фазі ВВСН-59 – препарату Вірідін, р., дали змогу стримувати розвиток шкідливих організмів на низькому рівні. У варіантах досліду з біопрепаратами отримано кращі показники структури врожаю порівняно з контролем, зокрема більшої кількості колосків і зерен у колосі, маси зерен з одного колосу. Маса 1000 зерен у варіантах із біопрепаратами була на 6,7–4,4 г вищою ніж на контролі, що забезпечило вищий урожай – 10,6 ц/га додатково до контролю.

З метою збереження потенційної врожайності сортів пшениці озимої в альтернативних технологіях виробництва зерна запропоновано систему біологічного захисту рослин від хвороб і шкідників, яка передбачає припосівну обробку насіння біопрепаратом Мікохелп, р.к. (*Trichoderma spp.*, *Bacillus subtilis*, *Azotobacter spp.*, *Enterococcus spp.*, *Enterobacter spp.*) у нормі витрати 3,0 л/т, обприскування рослин наприкінці кушіння (ВВСН-29) біопрепаратом фунгіцидної дії Мікохелп, р.к. – 1,2 л/га й біопрепаратом інсектицидної дії Бітоксидацилін, с. (*Bacillus thuringiensis var. thuringiensis* та продукти їх метаболізму) у нормі витрати 3,0 л/га одночасно з біостимулятором росту Агрінос Б, р. – 1,0 л/га, а також внесення по прапорцевому листку (ВВСН-39) препарату Біокомплекс БТУ зернові, р. (комплекс ґрунтових та фітопатогенних бактерій, біологічно активних речовин, мікро- і макроелементів) – 1 л/га та в період цвітіння (ВВСН-59) проти фузаріозу колосу – біопрепарату Вірідін, р. (*Trichoderma viride (lignorum)*) – 2,0 л/га.

**Ключові слова:** пшениця озима, біологічний метод захисту рослин, хвороби і шкідники пшениці, біопрепарати на пшениці озимій.

#### **Kosylovych H., Holiachuk Yu. Use of biopreparations for wheat winter**

The results of the research, conducted in 2019–2020 in the Education-Research Center of LNAU, showed that the main diseases of wheat plants were stem and root rots, in particular *Fusarium* and *Cercospora* and also powdery mildew, *Septoria* spot, *Drechslera sorokiniana* (dark brown spot), *Pyrenophora* spot, brown and yellow leaf rust, *Fusarium* head blight. Among the wheat pests, the most spread were aphids, cereal flies, cereal trips and in the earing phase grain beetles, in particularly *Anisoplia austriaca*.

The presowing seeds treatment with biopreparations Phythohelp, s., Micohelp, sl., Viridin, sl. and application of biopreparation Phythohelp, s. or Micohelp, sl. together with biopreparation Bithoksybicylin, s. on winter wheat plants in phase ВВСН-29 and biostimulant Agrinos B, s. and use in phase ВВСН-39 of biopreparation Biocomplex BTUcereal, s. and biopreparation Viridin, ls. in phase ВВСН-59 effectively restricted development of plant damage. In the experiment variants with biopreparations, higher rates of harvest structure were obtained as compared to control, in particularly, more spikelets and grain in ear, weight grain of one ear. Indicators of weight of 1000 seeds in variants with the biopreparations were 6.7–4.4 g higher as compared to the control that provided yield by 10.6 c/ha higher than in the control variant.

To save the yield potential of winter wheat varieties, in the alternative technologies of grain production it is proposed to use a system of biological control for harmful organisms, which includes presowing seeds treatment with biopreparation Micohelp, sl., (*Trichoderma* spp., *Bacillus subtilis*, *Azotobacter* spp., *Enterococcus* spp., *Enterobacter* spp.) in rate 3.0 l/t and spraying plants in the end of tillering phase (BBCH-29) with the biofungicide preparation Micohelp, sl. in rate 1.2 l/ha together with bioinsecticide Bithoksybicylin, s. (*Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* and product of their metabolism) at rate 3.0 l/ha and biostimulant Agrinos B, s. at rate 1.0 l/ha and use in the phase of flag leaf (BBCH-39), with the biopreparation Biocomplex BTUcereal, s. (soil and phytopathogenic bacterial complex and biological activity substances, micro- and macro- elements) at rate 1.0 l/ha and in the flowering phase (BBCH 59) with biopreparation Viridin, ls (*Trichoderma viride* (*lignorum*)) in rate 2.0 l/ha.

**Key words:** winter wheat, biological control of harmful organisms, diseases and pests of wheat, biopreparations on winter wheat.

**Постановка проблеми.** Рослини пшениці озимої впродовж вегетаційного періоду потерпають від живлення на них різноманітних видів шкідливих організмів. Втрати врожаю, як кількісні, так і якісні, залежать від видового складу фітофагів і рівня їх розвитку, а саме від ступеня ураження рослин збудниками хвороб, чисельності та ступеня пошкодження їх шкідниками [5; 8]. На сьогодні, поряд з інтенсивними технологіями вирощування озимої пшениці, активно розвивають й альтернативні. В аграрному секторі країни зростає частка сільськогосподарських підприємств, які переводять виробництво продукції рослинництва на органічні технології або запроваджують окремі елементи цих технологій. Важливим елементом таких технологій є використання для захисту рослин від хвороб і шкідників препаратів біологічного походження.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сьогодні людство зіткнулося з низкою екологічних проблем, у тому числі з негативними наслідками необґрунтованого й тотального застосування пестицидів [10]. Виходом із цієї ситуації вважають альтернативні технології, що передбачають виробництво органічної рослинницької продукції або застосування інтегрованих систем захисту рослин. Інтегрований захист рослин від хвороб і шкідників ґрунтується на використанні природних регулювальних механізмів агроценозу, що є передумовою розвитку біологічного методу захисту рослин [1–3; 4; 7; 9]. Основа біологічного методу захисту рослин – використання живих організмів – представників майже всіх систематичних груп: від вірусів до вищих хребетних тварин, зокрема природних ворогів фітофагів й антагоністів фітопатогенів або продуктів їх метаболізму [1; 3; 7]. Стратегічне завдання біологічного методу захисту рослин – пізнання закономірностей розвитку й функціонування агроценозів і використання взаємозв'язків між живими організмами щодо співіснування.

Біологічні засоби захисту рослин – біопрепарати – безпечні для людини та довкілля й можуть бути ефективними елементами системи регулювання чисельності шкідливих організмів у посівах сільськогосподарських культур.

**Постановка завдання.** Завдання наших досліджень – підібрати ефективні біопрепарати для введення їх у систему біологічного захисту рослин озимої пшениці від хвороб і шкідників.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження проведені впродовж 2019–2020 рр. в умовах Навчально-наукового центру ЛНАУ на сорті пшениці озимої Чародійка Білоцерківська. Для вивчення ефективності дії біопрепаратів використовували методику, розроблену колективом Інституту захисту рослин НААН України [6]. Вивчали ефективність застосування біопрепаратів фунгіцидної дії Фітохелп, Мікохелп, Вірідін, інсектицидної дії – Бітоксисабілін, біостимуляторів Біокомплекс БТУ зернові та Агрінос Б, р. (табл. 1). Характеристику препаратів за діючими речовинами наведено в табл. 2.

Погодні умови років проведення досліджень характерні різкими перепадами температур повітря та нестійким зволоженням, теплою погодою восени, аномально теплою та безсніжною зимою, затяжною і прохолодною весною. Відповідно, такі погодні умови були сприятливими для накопичення зимуючої інфекції збудників хвороб та для доброї перезимівлі шкідників. Спостерігали порівняно сильніший, ніж зазвичай, розвиток кореневих і стеблових гнилей, зокрема звичайної та церкоспорельозної, а також борошнистої роси, септоріозу, темно-бурої плямистості листя, піренофорозу, бруї та жовтої іржі, фузаріозу колосу.

Проте вже восени у фазі сходів у варіантах дослідів, де насіння у день висіву обробляли біопрепаратами, була помітна значна різниця в ураженні рослин збудниками кореневих гнилей

порівняно з контрольним варіантом. Обстеженнями посіву навесні у фазі кушіння така тенденція зберігалася. Розвиток корневих гнилей на контролі становив 14 %, тоді як у варіантах із препаратами був – 4–7 %. Найнижчий розвиток корневих гнилей спостерігали в четвертому варіанті

досліді, де для припосівної обробки насіння використовували біопрепарат Мікохелп, р.к., що містить у своєму складі бактерії *Bacillus subtilis* і гриби роду *Trichoderma*, та у третьому варіанті, де насіння обробляли препаратом Вірідін, р., що містить гриби роду *Trichoderma*.

Таблиця 1

Схема внесення біопрепаратів

№ варіанта	Обробка насіння	I внесення кушіння (ВВСН-29)	II внесення, прапорцевий листок (ВВСН-39)	III внесення, колосіння (ВВСН-59)
1	Контроль – обробка водою	обприскування водою	обприскування водою	обприскування водою
2	Фітохелп, с. (2,0 л/т)	Мікохелп, р.к. (1,2 л/га) + Бітоксидацилін, с. (3,0 л/га) + Агрінос Б, р. (1,0 л/га)	Біокомплекс БТУ зернові, р. (1,0 л/га)	Вірідін, р. (2,0 л/га)
3	Вірідін, р. (2,0 л/т)	Фітохелп, с. (1,0 л/га) + Бітоксидацилін, с. (3,0 л/га) + Агрінос Б, р. (1,0 л/га)	Біокомплекс БТУ зернові, р. (1,0 л/га)	Вірідін, р. (2,0 л/га)
4	Мікохелп, р.к. (3,0 л/т)	Мікохелп, р.к. (1,2 л/га) + Бітоксидацилін, с. (3,0 л/га) + Агрінос Б, р. (1,0 л/га)	Біокомплекс БТУ зернові, р. (1,0 л/га)	Вірідін, р. (2,0 л/га)

Таблиця 2

Характеристика препаратів за діючими речовинами

Фітохелп, с.	фітопатогенні бактерії <i>Bacillus subtilis</i> та продукти їх метаболізму
Мікохелп, р.к.	гриби роду <i>Trichoderma</i> , фітопатогенні бактерії <i>Bacillus subtilis</i> , ґрунтові бактерії родів <i>Azotobacter</i> , <i>Enterococcus</i> , <i>Enterobacter</i>
Вірідін, р.	гриб <i>Trichoderma viride (lignorum)</i>
Біокомплекс БТУ зернові, р.	комплекс ґрунтових та фітопатогенних бактерій, біологічно активних речовин, мікро- і макроелементів
Бітоксидацилін, с.	ентомопатогенні бактерії <i>Bacillus thuringiensis var. thuringiensis</i> та продукти їх метаболізму
Агрінос Б, р.	вільні амінокислоти, хітин, хітозан, глюкозамін, азот, калій, вуглець, марганець, мідь

Застосування біопрепаратів для обприскування рослин наприкінці кушіння та по прапорцевому листку достатньо ефективно стримувало й інтенсивний розвиток листостеблових захворювань пшениці (рис. 1). Розвиток борошнистої роси, септоріозу та бурої іржі був найвищим серед інших захворювань озимої пшениці, однак у варіантах із використанням біопрепаратів коливався від 5,0 до 7,0 %. У варіантах досліді з біопрепаратами спостерігали також низький розвиток темно-бурої плямистості листя,

піренофорозу й жовтої іржі – у межах 2,0–4,0 %. Застосування у фазі цвітіння препарату Вірідін, р., що містить гриби роду *Trichoderma*, забезпечило захист колосу від інтенсивного ураження фузаріозом, у межах 1,5–1,7 %. У контрольному варіанті розвиток виявлених хвороб коливався від 7 % (піренофороз і жовта іржа) до 18 % (борошнеста роса).

Показник технічної ефективності біопрепаратів у досліді коливався в межах 50,0–83,3 %. Найвищу ефективність проти збудників основних

хвороб отримано в четвертому варіанті досліді, де в день посіву насіння обробляли біопрепаратом Мікохелп, р.к. який використовували, і для обприскування рослин наприкінці кушіння, у поєднанні з біостимулятором росту Агрінос Б, р.

По прапорцевому листку застосовували біопрепарат Біокомплекс БТУ зернові, р., а у цвітінні – біопрепарат Вірідін, р. (рис. 2). Ефективність такої системи внесення біопрепаратів проти основних хвороб становила в середньому 69,8 %.

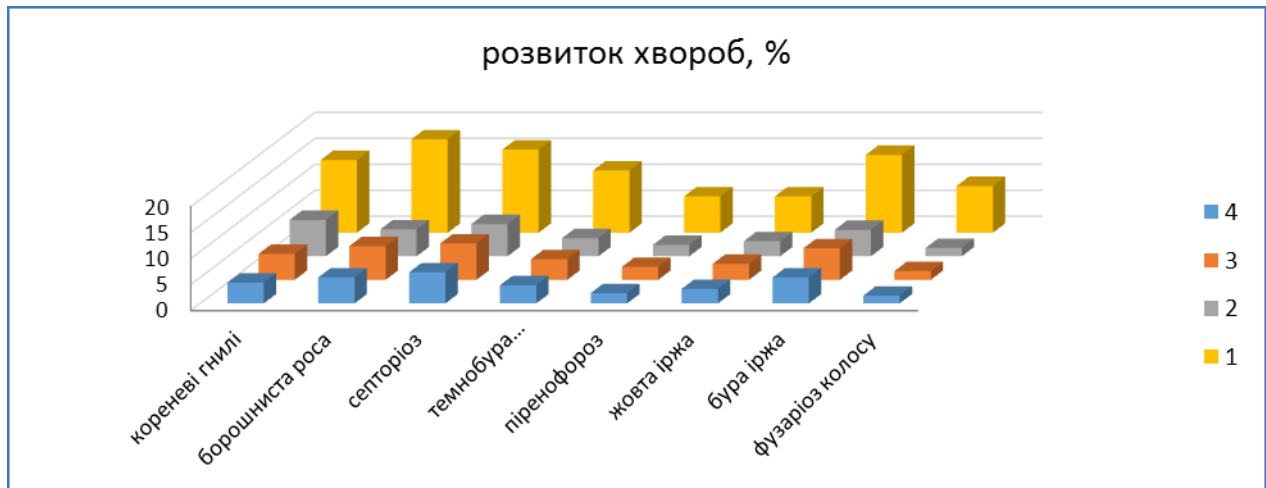


Рис. 1. Розвиток основних хвороб пшениці за варіантами досліді.

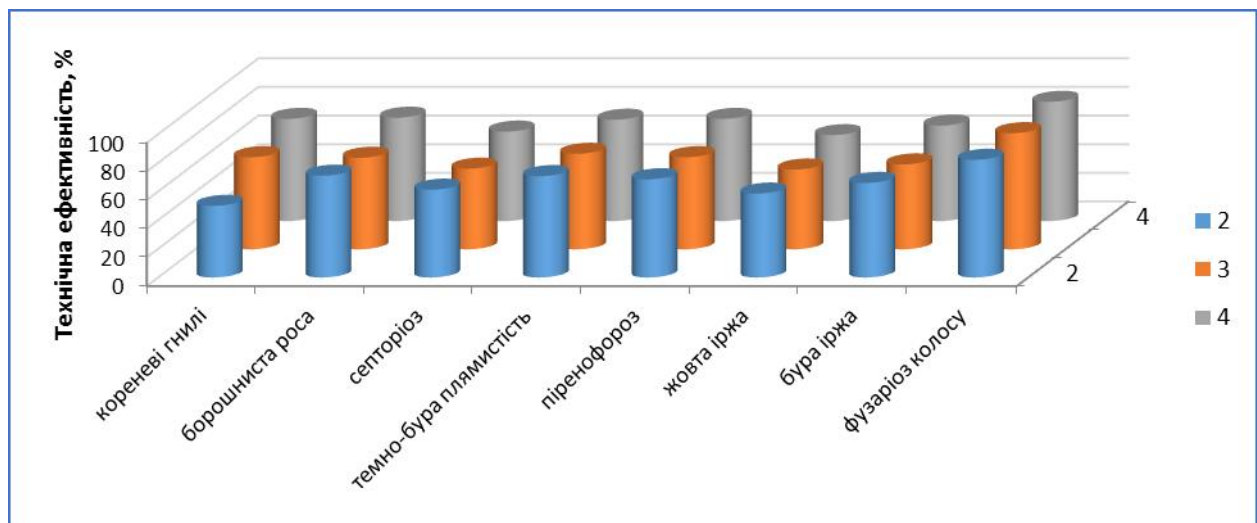


Рис. 2. Ефективність дії біопрепаратів проти хвороб пшениці.

Для захисту рослин озимої пшениці від основних шкідників використовували біопрепарат інсектицидної дії Бітоксубацилін, с., до складу якого входять бактерії *Bacillus thuringiensis*. У роки проведення досліджень найвищу заселеність посівів та ступінь пошкодження рослин спостерігали для попелиць, злакових мух, трипсів, а в колосінні – й для хлібних жуків, зокрема жука-кузьки. Ступінь пошкодження рослин у варіантах із застосуванням біопрепарату Бітоксубацилін, с. не перевищував 4,0–7,0 %. Ефективність дії

препарату проти шкідників коливалася в межах 61,1–77,8 % і була найвищою проти п'явиць, хлібних клопів, туруна й попелиць (рис. 3).

У варіантах досліді з біопрепаратами отримано кращі показники структури врожаю пшениці озимої сорту Чародійка Білоцерківська порівняно з контролем, зокрема більшу кількість колосків і зерен у колосі, масу зерен з одного колосу. Найвищі показники продуктивності рослин отримано в четвертому варіанті досліді (табл. 3).

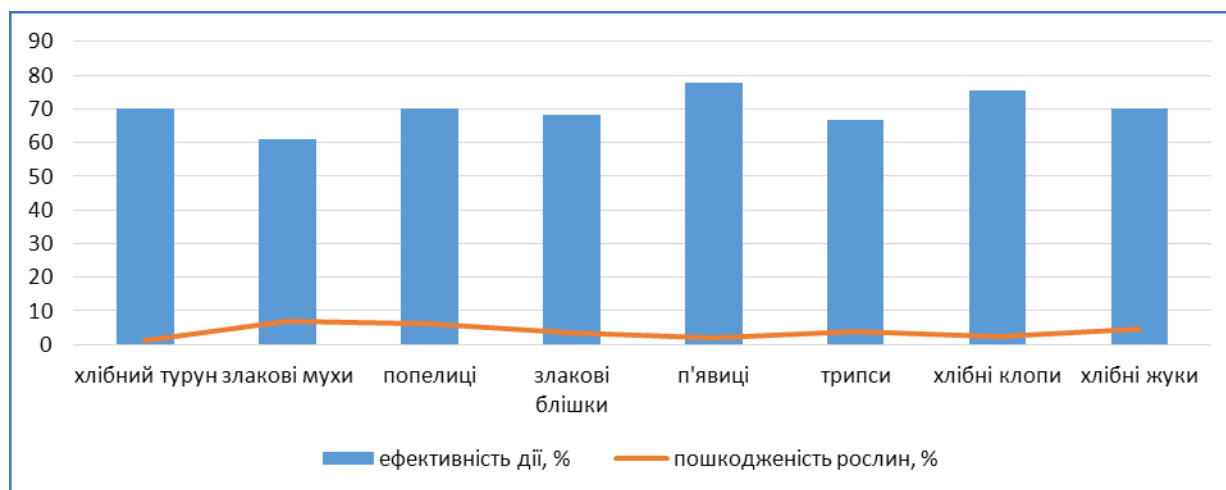


Рис. 3. Ефективність дії біопрепарату Бітоксикацилін, с. проти основних шкідників пшениці.

Таблиця 3

#### Вплив застосування біопрепаратів на формування структури врожаю рослин озимої пшениці

Варіант досліджу	Довжина колосу, см	Кількість колосків у колосі, шт.	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерен з одного колосу, г
1	6,9	10	27	0,88
2	10,2	14	36	1,11
3	10,0	13	32	1,10
4	10,4	15	40	1,12

Таблиця 4

#### Господарська ефективність застосування біопрепаратів на озимій пшениці

Варіант досліджу	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, ц/га			± до контролю, ц/га
		2019 р.	2020 р.	середня	
1	35,8	45,0	42,0	43,5	-
2	41,8	53,4	51,8	52,6	9,1
3	40,2	52,6	50,0	51,3	7,8
4	42,5	55,2	53,0	54,1	10,6
<i>НІР<sub>05</sub></i>	<i>0,64</i>	<i>1,86</i>	<i>1,75</i>	-	-

Маса 1000 зерен у варіантах із застосуванням біопрепаратів була на 6,7–4,4 г вищою ніж на контролі, що забезпечило вищий урожай зерна. У четвертому варіанті досліджу отримано найвищу врожайність, що становило 10,6 ц/га додатково до контролю (табл. 4).

**Висновки.** З метою збереження потенційної врожайності сортів пшениці озимої в альтернативних технологіях виробництва зерна запропо-

новано систему біологічного захисту рослин від хвороб і шкідників, яка охоплює прищипку обробку насіння біопрепаратом Мікохелп, р.к. у нормі витрати 3,0 л/т, обприскування рослин наприкінці кушніння (ВВСН-29) біопрепаратами фунгіцидної дії Мікохелп, р.к. – 1,2 л/га, й інсектицидної дії Бітоксикацилін, с. – 3,0 л/га одночасно з біостимулятором росту Агрінос Б, р. – 1,0 л/га, а також внесення по прапорцевому листку (ВВСН-39) препарату Біокомплекс БТУ зернові, р. –

1 л/га, та в період цвітіння (ВВСН-59) проти фузаріозу колосу – біопрепарату Вірідін, р. – 2,0 л/га.

#### Бібліографічний список

1. Віннічук Т., Коваленко О., Болоховська В. Біопрепарати проти хвороб. *Пропозиція*. Київ, 2013. № 4. С. 92–93.
2. Гамаюнова В. В., Панфілова А. В. Окупність сумісного використання добрив та біопрепаратів на пшениці озимій в Південному Степу України. *Вісник ПДАА*. 2019. № 1. С. 41–48.
3. Грабовська Т. О., Мельник Г. Г. Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої за органічного виробництва. *Агробіологія*. № 1. 2017. С. 80–85.
4. Марков І. Л. Біологічний метод захисту рослин від хвороб. *Агроном*. Київ: АгроМедіа, 2013. № 3. С. 60–62.
5. Марков І. Л. Плямистості пшениці. *Агроном*. Київ: Агро Медіа, 2010. № 4 (30). С. 52–56.
6. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибеля. Київ: Світ, 2011. 448 с.
7. Ретьман С., Ткаленко Г., Михайленко С. Біологічні препарати проти хвороб зернових колосових культур. Сучасні агротехнології із застосування біопрепаратів та регуляторів росту. *Пропозиція*. 2015. С. 18–20.
8. Ретьман С. В., Шевчук О. В., Горбачева Н. П. Хвороби листя і колоса зернових колосових культур: поширення, розвиток та заходи захисту. *Карантин і захист рослин*. Київ: Колоб'іг, 2011. № 4. С. 25–27.
9. Теслюк В. В., Яровий Г. І., Оніщенко О. І. Біологічний захист від хвороб. *Карантин і захист рослин*. Київ: Колоб'іг, 2008. № 1. С. 25–26.
10. Фокін А. В. Біометод та «хімія»: 50 : 50. *Карантин і захист рослин*. Київ: Колоб'іг, 2008. № 4. С. 22–23.

Стаття надійшла 14.03.2021



## PROTECTION OF SUGAR BEET CROPS FROM CERCOSPORA (*CERCOSPORA BETICOLA* SACC.)

**O. Dudar, Senior Lecturer,**

*ORCID ID: 0000-0002-7065-6887*

**I. Dudar, Candidate of Agricultural Sciences**

*ORCID ID: 0000-0002-4467-9946*

**H. Korpita, Candidate of Agricultural Sciences**

*ORCID ID: 0000-0002-0908-0129*

**O. Lytvyn, Candidate of Agricultural Sciences**

*ORCID ID: 0000-0003-3966-9222*

**M. Bomba, Candidate of Agricultural Sciences**

*ORCID ID: 0000-0001-7753-4885*

*Lviv National Agrarian University*

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.137>

**Дудар О., Дудар І., Корпіта Г., Литвин О., Бомба М. Захист посівів буряка цукрового від церкоспорозу**  
Відзначено актуальність збільшення виробництва коренеплодів цукрового буряка.

Суттєві втрати врожаю буряка цукрового спричиняють численні хвороби. Вказано, що обмежувальним чинником зростання врожайності є церкоспороз – одна із найнебезпечніших хвороб цукрового буряка.

В інтегрованому захисті рослин від хвороби найбільш поширеним і ефективним є хімічний метод.

Застосування вискоєфективних системних фунгіцидів у сучасних технологіях є чинником, що обмежує розвиток, поширення та шкодочинність церкоспорозу, підвищує результативність захисних заходів та суттєво впливає на врожайність коренеплодів.

За результатами дослідження визначено ефективність застосування фунгіцидів проти церкоспорозу.

Доведено, що за дії фунгіцидів розвиток хвороби знижувався порівняно з контролем.

Встановлено, що обприскування посівів буряка цукрового фунгіцидами зменшувало ураження листової поверхні церкоспорозом з 1,8 до 0,2 бала.

Доведено позитивну дію препаратів на врожайність культури.

Одноразове внесення фунгіциду Рекс дуо, к.с. (0,7) збільшувало урожайність коренеплодів буряка цукрового на 4,9 т/га порівняно з контролем (без обприскування).

Найвищу врожайність буряка цукрового (53,0 т/га) отримано за використання у посівах фунгіцидів Рекс дуо, к.с. (0,7) + Абакус (1,5).

Використанням для першого внесення фунгіциду Рекс дуо, к.с. (0,7) та для другого обприскування Амістар Екстра (0,75) забезпечило також високу врожайність (52,6 т/га).

Внесення препарату Рекс дуо, к.с. (0,7) та застосування фунгіциду Абакус (1,5) забезпечило найвищий приріст урожаю (12,9 т/га). Високий приріст урожаю спостерігали за внесення фунгіцидів Рекс дуо, к.с. (0,7) + Амістар Екстра (0,75) – 12,5 т/га.

**Ключові слова:** буряк цукровий, церкоспороз, фунгіциди, урожайність.

**Dudar O., Dudar I., Korpita H., Lytvyn O., Bomba M. Protection of sugar beet crops from cercospora (*cercospora beticola* sacc.)**

Significant losses of sugar beet harvest are caused by numerous diseases. It is pointed out that cercospora leaf spot is one of the most dangerous diseases limiting sugar beet yielding. An urgent problem of beet growing in Ukraine is the increase in the production of sugar beet roots.

In the integrated plant protection against disease, the chemical method is the most common and effective. The use of highly effective systemic fungicides in modern technologies is a factor that limits the development, spread and harmfulness of cercospora leaf spot, increases the effectiveness of protection treatments and significantly affects the yield of roots.

The conducted research allowed determining the effectiveness of selected fungicides (Rex Duo, Abacus, Amistar Extra) against *Cercospora beticola* Sacc. It is showed that under the action of fungicides development of the disease decreased as compared to the control. It was found that spraying sugar beet with fungicides reduced the damage to the leaf surface by *Cercospora beticola* from 1.8 to 0.2 points.

At the same time, a positive effect of fungicides on the yield of sugar beet was demonstrated. One-time application of Rex Duo (0.7 l/ha) increased the yield of sugar beet roots by 4.9 t/ha compared to the control (without fungicides).

The highest yield of sugar beets (53.0 t/ha) was obtained in condition of Rex duo (0.7 l/ha) + Abacus (1.5 l/ha) application.

Using Rex duo (0.7 l/ha) for the first treatment and spraying Amistar Extra (0.75 l/ha) for the second one provided also a high yield (52.6 t/ha).

Application of the Rex duo (0.7 l/ha) and Abacus (1.5 l/ha) secured the highest yield increase (12.9 t/ha) in relations to the control object. A high yield increase (12.5 t/ha) was observed in condition of Rex Duo (0.7 l/ha) + Amistar Extra (0.75 l/ha) application.

**Key words:** sugar beets, *Cercospora beticola* Sacc., fungicides, yield.

**Problem setting.** An urgent challenge for Ukraine's agriculture is to increase the production of sugar beet roots. The limiting factor for yield growth is cercospora leaf spot – one of the most dangerous diseases that manifests itself on well-developed leaves and is observed until the end of the growing season. In the integrated plant protection, the chemical method is the most common and effective. The range of chemical protection products is growing every year. This requires the constant search for new highly effective, environmentally friendly and cost-effective fungicides.

Analysis of the recent research and publications shows that significant losses of sugar beet harvest are caused by numerous diseases. Depending on the degree of plant damage, the yield reduction can range from 20 to 70 % or more [3; 5; 6].

It is the most common disease in all beet-growing regions of Ukraine, poses a special danger to sugar beet crops. As a result of the infestation, the leaves die off, the assimilation area decreases, the root yield and sugar content decrease [1; 7]. Scientists note a decrease in the mass of roots of in suppose the article concern the importance of plant protection treatments in sugar beet cultivation, and not the necessity to increase sugar beet cultivation.

To obtain a high yield of sugar beet requires multiple application of fungicides [8].

The use of highly effective systemic fungicides in modern technologies is a factor that limits the development, spread and harmfulness of cercospora leaf spot, increases the effectiveness of protection treatments and significantly affects the yield of roots [2].

**Setting objectives.** The aim of the research is to determine the effectiveness of fungicides against cercospora leaf spot on sugar beet crops, to estimate the effect of fungicides on crop yields and to select the most rational pesticides with a wide range of modern products.

**Presenting main material.** The effectiveness of fungicides against cercospora of sugar beet was determined in conditions of the field experiment

conducted in accordance with generally accepted methods.

The soil of the experimental plot is dark gray podzol light loam, contains little humus (2.64 %), the reaction of the soil solution is close to neutral (pH 6.2). The reaction of the soil solution is weakly acidic (pH – 5.5–6.5), hydrolytic acidity – 2.0–4.2 mg-eq/100 g of soil. The degree of saturation of the bases is 75–90 %, content of N (according to Cornfield) – 51.2, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (according to Chirikov) – 92.0 and K<sub>2</sub>O (according to Maslova) – 107.0 mg/kg of soil.

The experiment studied the fungicides Rex Duo s.c. (epoxiconazole, 187 g/l + thiophanate-methyl, 310 g/l), Abacus, m.e. (pyraclostrobin, 62.5 g/l + epoxiconazole, 62.5 g/l), Amistar Extra s.c. (cyproconazole 80 g/l + azoxystrobin 200 g/l), Alto Super c.e. (propiconazole 250 g/l + cyproconazole 80 g/l).

The experiment was performed according to the following scheme:

1 – control (without fungicides);

2 – application of the fungicide Rex duo, at a rate of 0.7 l/ha;

3 – application of fungicides Rex duo, at a rate of 0.7 l/ha + Abacus, at a rate of 1.5 l/ha;

4 – application of fungicides Rex duo, at a rate of 0.7 l/ha + Amistar Extra, at a rate of 0.75 l/ha;

5 – application of fungicides Rex duo, at a rate of 0.7 l/ha + Alto Super, at a rate of 0.5 l/ha.

The first spraying with fungicides was carried out at the first signs of cercosporosis, the second 20 days after the first application

According to the results of research, the highest infestation of sugar beet leaves with cercospora leaf spot (1.8 points) was found in the variant without application with fungicides (Fig. 1).

Application of fungicides Rex duo, (0.7 l/ha) + Abacus (1.5 l/ha) reduced the damage to the leaf surface of sugar beet plants to 0.2 points. In the second, fourth and fifth variants of the experiment, the damage to the leaves were 0.9, 0.23, 0.3 points, respectively.

The disease was especially dangerous under absence of fungicidal protection of crops (control). The development of sugar beet cercosporosis was 29.6 %. The use of fungicides reduced the

development of sugar beet disease, as compared to the control, to 2.6 % (Rex duo, (0.7 l/ha) + Abacus (1.5 l/ha)), 3.8 % (Rex duo, (0,7 l/ha) + Amistar Extra (0.75 l/ha)) and 4.4 % (Rex duo, (0.7 l/ha) + Alto Super (0.5 l/ha)). The lowest efficiency of the fungicide (50%) was in the option with a single application of the drug Rex duo hp, at a rate of 0.7 l/ha. With double application of fungicides, the efficiency increased. The best protection effect (91.1%) was achieved with fungicides Rex duo (0.7 l/ha) + Abacus (1.5 l/ha).

Spraying of sugar beet crops with fungicides increased the resistance of plants against the pathogen *Cercospora betivola* Sacc, reduced the damage to the leaf surface by the disease, which significantly affected the productivity of the crop (Fig. 2).

After the first signs of the disease appeared in June, a single application of the fungicide Rex Duo, hp, at a rate of 0.7 l/ha provided a yield of 45.0 t/ha. Spraying of sugar beet with fungicides Rex duo (0.7 l/ha) and Abacus (1.5 l/ha), increased the yield of

root to 53.0 t/ha, due to the high fungicidal properties of Abacus and its positive effect on the physiological state of the plant.

Quite good results against cercospora leaf spot gives the Rex duo (0.7 l/ha) + Amistar Extra (0.75 l/ha) and Rex duo (0.7 l / ha) + Alto Super (0.5 l/ha) application. Root yields were 52.6 and 50.0 t/ha respectively.

The use of the fungicide Rex duo, at a rate of 0.7 l/ha (second object in the experiment) increased the sugar beet yield by 4.9 t/ha. The largest difference with control (12.9 t/ha) was obtained with the application of fungicide Rex Duo (0.7 l/ha) + Abacus (1.5 l/ha). Also a high yield increase was observed with the using of fungicides Rex Duo (0.7 l/ha) + Amistar Extra (0.75 l/ha) – 12.5 t/ha. In all experimental variants, compared with the control, a significant increase in root crop yield was obtained (LSD 0.05 = 2.1 t/ha). Statistical reliability of experimental data was determined by analysis of variance by B. A. Dospekhov (Table).

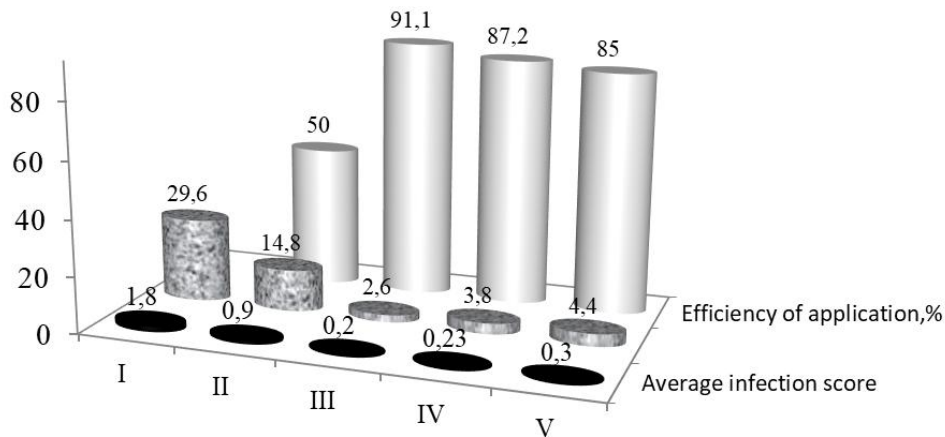


Fig. 1. The effectiveness of fungicides on the development of cercospora leaf spot of sugar beet, the average for 2018–2020.

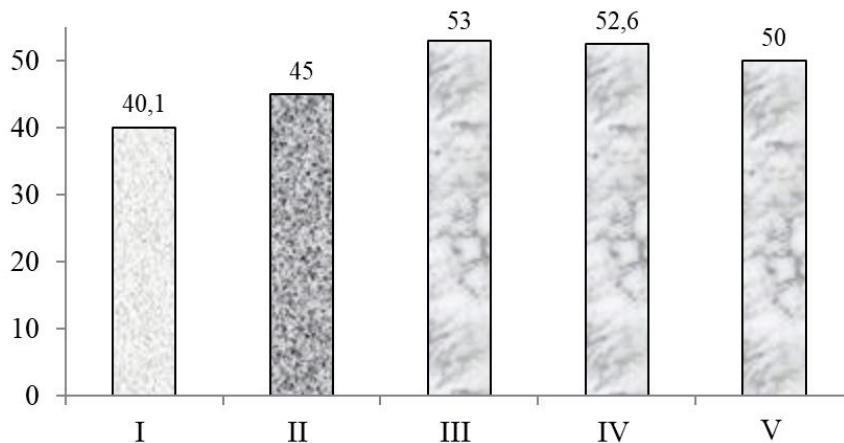


Fig. 2. Yield of sugar beet roots depending on the use of fungicides, t/ha.

Analysis of variance of yield data

VARIANT	Repetitions, X			Average value
	I	II	III	
1	41.0	40.0	39.3	40.1
2	44.7	46.0	44.3	45.0
3	53.9	52.3	52.8	53.0
4	53.1	51.0	53.7	52.6
5	49.7	48.9	51.4	50

CORRECTION FACTOR C= 34761.89

FISHER'S CRITERION IS ACTUAL: 72.29059

LSD 01= 3.079801

LSD 05= 2.117363

The high increase in yield with the introduction of fungicides can be explained by a decrease in the incidence of the disease in the summer months, an increase in the leaf assimilation area and the productivity of photosynthesis.

**Conclusions.** Appropriate and high-quality protection treatments against cercospora helps to improve the phytosanitary conditions of plants and increase the yield of sugar beet roots. The lowest development of the disease (2.6%), the highest efficiency of fungicides (91.1%), and the highest yield of roots (53.0 t/ha) was obtained with the using of fungicides Rex duo, at a rate of 0,7 l/ha and Abacus, at a rate of 1.5 l/ha.

#### References

1. Barnas S., Szreder A., Nowakowski M. Buraki cukrowe. Warszawa: *Agro Serwis, Biznes Press*, 2003. 80 p.
2. Dudar O. Effectiveness of fungicides in the fight against cercospora leaf spot of sugar beets. *Journal of Lviv National Agrarian University: agronomy*. 2013. № 17 (2). P. 364–367.
3. Fedorenko V. P., Pedos V. P., Mykolinska N. M. Cercospora leaf spot of sugar beets. *Quarantine and plant protection*. 2002. № 2. P. 11.
4. Galletti S., Burzi P. L., Cerato C. et al. *Trichoderma* as a potential biocontrol agent for *Cercospora* leaf spot of sugar beet. *Biocontrol*, 2008. P. 917–930.
5. Kostiuchko S. S., Lykhochvor V. V. Yield and sugar content of sugar beet depending on the use of fungicides. *Journal of Lviv National Agrarian University: agronomy*. 2013. № 17 (2). P. 367–371.
6. Kryvenko A. I., Karpuk L. M. The effectiveness of spraying sugar beet crops with fungicides against cercospora in the central forest-steppe of Ukraine. *Agrobiology: collection of scientific works*. Bila Tserkva, 2013. Issue 10 (100). P. 68–73.
7. Markov I., Pikovskyi M. We control diseases of sugar beets. *Propoal*. 2010. № 8. P. 71–72.
8. Trybel S., Stryhun O. Improvement of sugar crops. *Agribusiness today*. 2012. № 9 (May). P. 22–29.
9. Vlasiuk O. S. Influence of cercosporosis on sugar beet productivity. *Sugar beets*. 2006. № 1. P. 10–11.
10. Shyrokostup O. V. Beet leaves need protection. *Quarantine and plant protection*. 2014. № 12. P. 11–13.
11. Weiland J., Koch G. Sugar beet leaf spot disease (*Cercospora beticola*) / *Molecular Plant Pathology*. 2004. P. 157–166.

Стаття надійшла 01.03.2021

УДК 633.15

**УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНОГО УДОБРЕННЯ  
В ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ****Г. Господаренко, д. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0002-6495-2647

**І. Прокопчук, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0001-9608-6061

**В. Бойко**

ORCID ID: 0000-0002-8139-2039

*Уманський національний університет садівництва*<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.141>**Господаренко Г., Прокопчук І., Бойко В. Урожайність і якість зерна кукурудзи за різного удобрення в польовій сівозміні**

Досліджували вплив тривалого застосування різних доз і співвідношень мінеральних добрив у чотиріпільній польовій сівозміні на врожайність і якість зерна кукурудзи. Дослідження виконано у стаціонарному польовому досліді на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому у Правобережному Лісостепу України. У статті представлено середні дані щодо врожайності та якості зерна кукурудзи за результатами визначень упродовж 2016–2018 рр., на час другої ротації сівозміни. Схема досліді охоплює одинадцять варіантів комбінацій та окремого внесення мінеральних добрив, у тому числі контрольний варіант без удобрення. У варіанті досліді, де середня доза елементів живлення у сівозміні на гектар становить  $N_{110}P_{60}K_{80}$ , заплановано повне (100 %) компенсування добривами господарського винесення культурами основних елементів живлення. З'ясовано, що систематичне застосування добрив у сівозміні сприяє підвищенню врожайності кукурудзи на 18–77 %. Найвищі показники врожайності (13,07 т/га) забезпечує внесення на 1 га площі сівозміни  $N_{110}P_{60}K_{80}$ , у тому числі під кукурудзу –  $N_{160}P_{60}K_{110}$ . Вилучення з повного удобрення ( $N_{160}P_{60}K_{110}$ ) азотної складової знижує врожай кукурудзи на 47 %, фосфорної – на 25 %, а калійної – на 19 %. Зменшення у складі повного мінерального добрива дози фосфорних добрив зі 60 до 30 кг д. р./га і калійних з 80 до 40 кг д. р./га знижувало врожайність кукурудзи відповідно на 11 і 6 %. За одночасного зменшення доз фосфорних і калійних добрив урожайність зерна знижувалась на 13 %.

За узагальненим показником якості зерна кращим є внесення під кукурудзу повного мінерального добрива в дозі  $N_{160}P_{30-60}K_{55-110}$ . Найбільша натура зерна кукурудзи формується за доз добрив  $N_{60}K_{60}$ ,  $N_{160}P_{60}K_{110}$  і  $N_{160}P_{60}K_{110}$ , а вміст у ньому протеїну (10,3 %) і жиру (4,2 %) – за внесення повного мінерального добрива в дозі  $N_{160}P_{60}K_{110}$ .

**Ключові слова:** кукурудза, удобрення, чорнозем опідзолений, урожайність, натура зерна, протеїн, жир.

**Hospodarenko H., Prokopchuk I., Boiko V. Yield and quality of maize grain under applying different fertilizers in the field crop rotation**

The effect of prolonged use of different doses and ratios of mineral fertilizers in a 4-field crop rotation on the yield and quality of maize was investigated in the research. The study was performed in a stationary field experiment on podzolized heavy-loam black land soils in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The article presents the average yield and quality of maize according to the results of determinations during 2016–2018, at the time of this crop rotation. The experiment scheme included eleven variants of combinations and separate application of mineral fertilizers, including the test variant without fertilizers. In the experiment, where the average dose of nutrients in crop rotation was  $N_{110}P_{60}K_{80}$  per hectare, it was planned to make total (100 %) compensation of fertilizers for economic absorbing by crops of the essential nutrients. It has been found that the systematic application of fertilizers in crop rotation increases the maize yield by 18–77 %. The highest yields (13.07 t/ha) were provided by applying  $N_{110}P_{60}K_{80}$  on 1 ha of crop rotation area, including on maize –  $N_{160}P_{60}K_{110}$ . Exclusion of the nitrogen component from the complete fertilizer ( $N_{160}P_{60}K_{110}$ ) reduced maize yield by 47%, whereas phosphorous – by 25 %, and potassium by 19%. The reduction of phosphorus fertilizers dose from 60 to 30 kg p.n./ha and potassium ones from 80 to 40 kg p.n./ha in the composition of complete mineral fertilizer reduced the maize yield by 11 and 6 %, respectively. While reducing the doses of phosphorus and potassium fertilizers, grain yield decreased by 13 %.

According to the generalized index of grain quality, it is preferable to apply maize with complete mineral fertilizer at a dose of  $N_{160}P_{30-60}K_{55-110}$ . The largest grain unit of maize was formed by the doses of  $N_{60}K_{60}$ ,  $N_{160}P_{60}K_{110}$  and  $N_{160}P_{60}K_{110}$  fertilizers, and its content of protein (10.3 %) and fat (4.2 %) – under applying complete mineral fertilizer at the dose of  $N_{160}P_{60}K_{110}$ .

**Key words:** maize, fertilizer, podzolized black land soil, yield, grain-unit, protein, fat.

**Постановка проблеми.** З метою уточнення теоретичних положень стосовно оптимізації системи удобрення окремих сільськогосподарських культур у сівозміні та розроблення практичних рекомендацій щодо застосування добрив з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов необхідно встановити, який елемент або елементи живлення та в якому поєднанні зумовлюють їхню ефективність [1; 3]. Тому питання підвищення продуктивності кукурудзи, яку вирощують у польовій сівозміні, залишається актуальним, особливо за умов недостатнього застосування добрив в оптимальному поєднанні елементів живлення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Реалізувати потенційну продуктивність сільськогосподарських культур слід не за допомогою високих доз добрив, а оптимізацією всіх властивостей і життєвих процесів у ґрунті, що забезпечують відновлення його родючості, створення поживного, водного, повітряного режимів відповідно до біологічних вимог рослин [6; 16]. Дози різних видів мінеральних добрив повинні відповідати збалансованому живленню рослин з урахуванням екологічних наслідків їхнього застосування. Оптимізація доз добрив у сівозмінах вимагає вдосконалення методів ґрунтової і комплексної діагностики потреби культур в окремих елементах [15]. Усі ці питання неможливо вирішити без розширення та поглиблення досліджень у стаціонарних агрохімічних польових дослідках.

У поширених нині короткоротаційних польових сівозмінах зі значним насиченням зерновими культурами вплив систем удобрення на продуктивність кукурудзи у Правобережного Лісостепу вивчено недостатньо.

**Постановка завдання.** Метою наших досліджень було встановити особливості формування врожаю та основних показників якості зерна кукурудзи, яку вирощували у сівозміні на чорноземі опідзоленому з різним насиченням доз і поєднань видів мінеральних добрив в умовах стаціонарного польового дослідку у Правобережному Лісостепу України.

Дослідження проведено в умовах стаціонарного польового дослідку Уманського національного університету садівництва (атестат НААН

№ 87) [14], розміщеного у Правобережному Лісостепу України з географічними координатами за Гринвічем  $48^{\circ} 46'$  північної широти і  $30^{\circ} 14'$  східної довготи. Дослід закладено 2011 року. У чотирирічній польовій сівозміні вирощуються такі культури: пшениця озима; кукурудза; ячмінь ярий; соя. Метою польового дослідку є встановлення ефективності дії різних видів, доз і поєднань мінеральних добрив на врожайність і якість зерна та насіння польових культур, родючість чорнозему опідзоленого. Схема дослідку охоплює 11 варіантів комбінацій і окремого внесення мінеральних добрив, зокрема контрольний варіант без удобрення (табл. 1).

Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані врожайності всіх культур чотирирічної польової сівозміні і виявляти вплив агрометеорологічних чинників на їхню продуктивність та ефективність добрив. Висівали гібрид кукурудзи НК Термо. Технологія вирощування традиційна для регіону. Повторність дослідку триразова, розміщення варіантів послідовне. Загальна площа дослідної ділянки –  $110 \text{ м}^2$ , облікова –  $72 \text{ м}^2$ . Фосфорні (суперфосфат гранульований) і калійні добрива (калій хлористий) вносили під зяблевий обробіток ґрунту, азотні (аміачна селітра) – під передпосівну культивування та в підживлення пшениці озимої. Нетоварну частину врожаю культур сівозміні (солону, стебелиння) залишали на полі на добриво.

У варіанті дослідку, де середня доза елементів живлення у сівозміні на гектар становить  $N_{110}P_{60}K_{80}$ , заплановано повне (100 %) компенсування добривами середньорічного господарського винесення культурами основних елементів живлення. Схему дослідку складено так, щоб за результатами проведених досліджень можна було визначити можливість зниження доз окремих видів мінеральних добрив.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з умістом гумусу 3,8 %,  $pH_{KCl} = 5,7$ , вміст азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфільда) низький (105 мг/кг), рухомих сполук фосфору та калію (за методом Чирикова, екстракція 0,5 м  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) – відповідно підвищений (106 мг/кг) і високий (132 мг/кг) (за національними критеріями [12]).

Збирали врожай кукурудзи методом пробного снопа. У зерні визначали натуру за ДСТУ 4233:2003, вміст протеїну за ДСТУ 4117:2007 і жиру – згідно з ГОСТ 10857 – 64.

Статистичний аналіз експериментальних даних виконано з використанням програми Statistica 10. Для оцінювання тісноти зв'язку між досліджуваними чинниками використовували градації коефіцієнта кореляції за шкалою R. E. Chaddock [9]: 0,1–0,3 – зв'язок незначний; 0,3–0,5 – помірний; 0,5–0,7 – істотний; 0,7–0,9 – високий; 0,9–0,99 – дуже високий; 1 – функціональний. Коефіцієнт стабільності досліджуваних показників розраховували за такою формулою:  $K_{\text{стаб}} = \frac{V_{\text{сер}}}{(\text{max}-\text{min})}$ , де:  $V_{\text{сер}}$  – показник середньої величини; max–min – різниця між максимальним і мінімальним значеннями показника в досліді. Узагальнений показник якості зерна кукурудзи розраховували за методом Ацці [2].

**Виклад основного матеріалу.** Продуктивність сільськогосподарських культур є найбільш мінливим й інтегральним показником їхньої життєдіяльності, в якому акумулюються генетичний потенціал, родючість ґрунту, погодні умови і складові технології вирощування. Кукурудза, навіть за вирощування на чорноземних ґрунтах,

досить вимоглива до умов мінерального живлення та удобрення [3–5]. Результати досліджень показали, що врожайність кукурудзи змінювалась від 3,87 до 15,14 т/га залежно від погодних умов вегетаційного періоду та особливостей застосування добрив у польовій сівозміні (див. табл. 1). При цьому слід зазначити, що систематичне застосування мінеральних добрив у сівозміні в оптимальних дозах і поєднаннях сприяє її стабілізації, що можна передусім пояснити економним використанням ґрунтових запасів вологи. Порівняно з ділянками без добрив, застосування їх підвищувало врожайність кукурудзи на 2,20–8,34 т/га, або на 47–176 %, залежно від варіанта досліді. При цьому найбільші прирости врожаю були отримані за внесення повного мінерального добрива, а з їхніх видів найбільше культура реагувала на азотні добрива. У 2016 році вегетація кукурудзи тривала в досить контрастних погодних умовах. Так, з травня до другої декади червня випала надмірна кількість опадів, що призвело до формування в рослин великої вегетативної маси. З третьої декади червня встановилась жарка й суха погода, проте завдяки достатнім запасам вологи у ґрунті суттєвого негативного впливу на врожай кукурудзи вона не мала. Добрива позитивно впливали на формування врожайності зерна.

Таблиця 1

**Вплив різних систем удобрення на врожайність кукурудзи**

Варіант досліді – вноситься добрив		Урожайність, т/га				Зміна врожайності, ± т/га	
на 1 га площі сівозміни	під кукурудзу	2016 р.	2017 р.	2018 р.	середня за три роки	1*	2
Без добрив (контроль)	Без добрив (контроль)	4,79	3,87	5,53	4,73	–	–8,34
N <sub>55</sub>	N <sub>80</sub>	7,70	6,25	8,02	7,32	2,59	–5,75
N <sub>110</sub>	N <sub>160</sub>	9,43	7,62	9,96	9,00	4,27	–4,07
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	P <sub>60</sub> K <sub>110</sub>	6,94	5,69	8,17	6,93	2,20	–6,14
N <sub>110</sub> K <sub>80</sub>	N <sub>160</sub> K <sub>110</sub>	9,94	8,04	11,55	9,84	5,11	–3,23
N <sub>110</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>160</sub> P <sub>60</sub>	10,69	8,71	12,54	10,60	5,87	–2,47
N <sub>55</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	N <sub>80</sub> P <sub>30</sub> K <sub>55</sub>	10,09	8,23	11,68	10,00	5,27	–3,07
N <sub>110</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	N <sub>160</sub> P <sub>60</sub> K <sub>110</sub>	13,33	10,74	15,14	13,07	8,34	–
N <sub>110</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub>	N <sub>160</sub> P <sub>30</sub> K <sub>55</sub>	11,58	9,32	13,18	11,36	6,34	–1,71
N <sub>110</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	N <sub>160</sub> P <sub>60</sub> K <sub>55</sub>	12,39	10,04	14,35	12,26	7,53	–0,81
N <sub>110</sub> P <sub>30</sub> K <sub>80</sub>	N <sub>160</sub> P <sub>30</sub> K <sub>110</sub>	11,85	9,56	13,57	11,66	6,93	–1,41
НІР <sub>05</sub>		0,53	0,46	0,64			

Примітка. 1\* – порівняно з абсолютним контролем; 2 – порівняно з виробничим контролем (N<sub>110</sub>P<sub>60</sub>K<sub>80</sub>).

У 2017 році сформувалися складні погодні умови. Зі січня і до кінця вегетації кількість опадів (за винятком квітня) була нижчою за середній багаторічний показник. Нестійкі умови зволоження були і у 2018 році. Це негативно вплинуло на формування врожаю кукурудзи.

Внесення в сівозміні лише азотних добрив із розрахунку 80–160 кг д. р./га підвищувало врожайність кукурудзи на 2,59–4,27 т/га, або на 55–90 %, а на фоні  $P_{60}K_{110}$  – лише на 2,20 т/га, або на 47 %. На азотно-калійному фоні ( $N_{160}K_{110}$ ) фосфорні добрива за середньорічного внесення в дозі 60 кг д. р./га підвищували урожайність зерна в середньому за три роки досліджень на 3,23 т/га, або на 34 %, а калійні – у дозі 80 кг д. р./га на азотно-фосфорному фоні ( $N_{160}P_{60}$ ) – на 2,47 т/га або на 23 %.

За зниження насиченості сівозміні мінеральними добривами удвічі з  $N_{160}P_{60}K_{110}$  до  $N_{80}P_{30}K_{55}$  у середньому за три роки досліджень урожайність кукурудзи була 10,00 т/га, або на 3,07 т/га меншою порівняно з контролем. Це вказує на значну реакцію цієї культури на родючість ґрунту та удобрення. За великих доз внесення мінеральних добрив у кінці другої ротації сівозміні врожайність кукурудзи була на 18 % вищою, ніж на ділянках без тривалого застосування добрив. Зменшення у складі повного мінерального добрива дози фосфорних добрив з 60 до 30 кг д. р./га і калійних з 80 до 40 кг д. р./га знижувало врожайність кукурудзи відповідно на 11 і 6 %. За одночасного зменшення доз фосфорних і калійних добрив урожайність зерна знижувалась на 13 %.

Отже, кукурудза добре реагує на родючість ґрунту та внесення мінеральних добрив. Рівень її урожайності залежно від насиченості сівозміни мінеральними добривами виражається таким рівнянням:

$$y = 0,0315x + 5,0036, R^2 = 0,84,$$

де  $x$  – сума  $N + P_2O_5 + K_2O$  мінеральних добрив на 1 га площі сівозміни.

Вимоги до якості зерна кукурудзи залежать від напряму його використання [8]. Зазвичай основними її показниками є вміст протеїну, вуглеводів і жирів. Ці показники взаємопов'язані і визначають цінність зерна [10].

Проведений огляд літературних джерел [7] показує, що вміст протеїну в зерні залежно від умов вирощування може змінюватися в досить широких межах, досягаючи максимального значення (13,5–14 %) у роки з посушливою погодою. При цьому встановлено, що агротехнологічними заходами його вміст можна підвищити в 1,5 раза, а різниця між районованими гібридами становить лише 1–2 %. Так, в умовах Лівобережного Полісся вміст протеїну в зерні кукурудзи залежно від системи удобрення в сівозміні зростає на 0,4–1,4 % порівняно з контролем без добрив (8,0 %) [11]. Вміст білка в зерні насамперед можна підвищити завдяки поліпшенню азотного живлення рослин [7; 8], тоді як одностороннє посилення фосфорного і калійного живлення або не впливає, або знижує вміст [4].

Наші дані загалом підтвердили попередні дослідження вчених (табл. 2).

Таблиця 2

**Якість зерна кукурудзи залежно від доз і співвідношень добрив у польовій сівозміні, 2016–2018 рр.**

Варіант досліджу	Натура зерна, г/л	Вміст, %			Узагальнений показник якості, %
		протеїну	крохмалю	жиру	
Без добрив (контроль)	701	8,8	71,5	3,8	92,4
$N_{80}$	716	9,3	70,0	3,9	94,2
$N_{160}$	727	9,5	70,0	3,9	95,0
$P_{60}K_{110}$	714	9,1	71,2	3,8	93,4
$N_{160}K_{110}$	734	9,5	70,7	3,9	95,5
$N_{160}P_{60}$	742	9,8	70,6	4,0	97,0
$N_{80}P_{30}K_{55}$	722	9,5	69,8	4,0	95,3
$N_{160}P_{60}K_{110}$	750	10,3	70,6	4,2	99,7
$N_{160}P_{30}K_{55}$	748	10,1	70,9	4,1	98,6
$N_{160}P_{60}K_{55}$	723	10,2	70,7	4,2	98,6
$N_{160}P_{30}K_{110}$	739	10,2	70,6	4,2	99,1
$НІР_{05}$	21–32	0,4–0,5	24–29	0,2	



Найвищу натуру зерна кукурудза формувала у варіантах дослідів з внесенням високих доз повного мінерального добрива. За внесення лише азотних добрив ( $N_{80}$ ,  $N_{160}$ ) або сумісно фосфорних і калійних добрив, а також половинної дози повного мінерального добрива ( $N_{80}P_{30}K_{55}$ ), спостерігали лише тенденцію до покращання натури зерна.

Вміст протеїну в зерні найбільше залежить від рівня азотного живлення рослин кукурудзи. На тлі внесення в сівозміні лише фосфорних і калійних добрив відзначено тенденцію до підвищення його вмісту. Найвищий вміст протеїну в зерні кукурудзи був у варіанті дослідів з внесенням  $N_{160}P_{60}K_{110}$ . При цьому слід зазначити, що внесення фосфорних і калійних добрив посилює вплив азотних добрив на його утворення. Між вмістом протеїну і крохмалю в зерні простежується обернена кореляційна залежність ( $R^2 = 0,84$ ).

Вміст жиру в зерні кукурудзи частково підвищується (до 4,0–4,2 %) лише за внесення високих доз повного мінерального добрива, а також у варіанті дослідів  $N_{160}P_{60}$  (за вмісту на контролі без добрив 3,8 %).

Отже, під впливом удобрення найбільше змінювались такі показники якості зерна, як вміст протеїну та жиру (коефіцієнт стабільності відповідно 6,4 і 10,0), а найменше – крохмалю (коефіцієнт стабільності 41,5). За узагальненим показником якості, розрахованим за системою величин Ацці, зерно найкращої якості формувалося у варіантах дослідів з внесенням під кукурудзу повного мінерального добрива в дозі  $N_{160}P_{30-60}K_{55-110}$ .

**Висновки.** Застосування різних доз і поєднань видів мінеральних добрив на чорноземі опідзоленому в польовій сівозміні Правобережного Лісостепу сприяє підвищенню врожайності кукурудзи на 18–77 %. Найвищі показники врожайності (13,07 т/га) забезпечує застосування мінеральних добрив у дозі  $N_{110}P_{60}K_{80}$  на га площі сівозміни, у тому числі під кукурудзу –  $N_{160}P_{60}K_{110}$ . Вилучення з повного удобрення ( $N_{160}P_{60}K_{110}$ ) азотної складової знижує врожай кукурудзи на 47 %, фосфорної – на 25, а калійної – на 19 %.

За узагальненим показником якості зерна кращим виявилось внесення під кукурудзу повного мінерального добрива в дозі  $N_{160}P_{30-60}K_{55-110}$ . Найбільша натура зерна кукурудзи формувалася за доз добрив  $N_{60}K_{60}$ ,  $N_{160}P_{60}K_{110}$  і

$N_{160}P_{60}K_{110}$ , а вміст у ньому протеїну (10,3 %) і жиру (4,2 %) – за внесення повного мінерального добрива в дозі  $N_{160}P_{60}K_{110}$ .

### Бібліографічний список

1. Адаптація агротехнологій до зміни клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти / за наук. ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва, Б. С. Носка. Харків: Стильна типографія, 2018. 364 с.
2. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология. Москва: Изд-во иностранной литературы, 1959.
3. Босак В. Н. Оптимизация питания растений: *Saarbrücken: Lambert Academic Publishing*, 2012. 203 с.
4. Гладкіх Є. Ю., Круподєря Ю. О., Панасенко Є. В. Роль окремих елементів у підвищенні стресостійкості рослин за екстремальних погодних умов. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2016. № 1–2(25). С. 55–63.
5. Довідник нормативних показників якості продукції сільськогосподарських культур у різних ґрунтово-кліматичних зонах України (довідково-нормативна інформація) / за ред. С. А. Балюка, М. В. Лісового. Харків: Смуґаста типографія, 2016. 46 с.
6. Концепція досягнення нейтрального рівня деградації земель (ґрунтів) України / за наук. ред. А. Балюка, В. В. Медведєва, М. М. Мірошніченка. Харків: ФОП Бровін О. В., 2018. 32 с.
7. Крамарєв С. М. Удобрення кукурудзи на чорноземах обыкновенных Степной зоны Украины. Днепропетровск: Новая идеология, 2010. 632 с.
8. Медведєв Г. А., Еранов Д. В., Шадрин С. Д. Кормовая ценность гибридов кукурузы. *Кукуруза и сорго*. 2001. № 6. С. 2–3.
9. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення: керівний нормативний документ / за ред. І. П. Яцука, С. А. Балюка. Київ, 2019. 108 с.
10. Надточаєв Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси. Минск: ИВЦ Минфина, 2008. 412 с.
11. Пархоменко М. М. Продуктивність короткоротаційних сівозмін за різних систем удобрення в умовах Полісся. *Агрохімія і ґрунтознавство (специвпуск)*. 2018. Кн. 2. С. 203–204.
12. Синицький О. М., Батюк О. Я. Економетія. Львів: Сполом, 2011. 210 с.
13. Система удобрення сільськогосподарських культур у землеробстві початку ХХІ століття / за ред. С. А. Балюка, М. М. Мірошніченка. Київ: Альфа-стевія, 2016. 400 с.
14. Стационарні польові дослідів України. Київ: Аграрна наука, 2014. 146 с.
15. Христенко А. А. Плодородие почв Украины и эффективность удобрений. *Агрохімія і ґрунтознавство (специвпуск)*. 2018. Кн. 2. С. 234–235.
16. Hospodarenko H., Prokopchuk I., Prokopchuk S., Trus A. Humus content in a podzolized chernozem after a long-term application of fertilizers in a field crop rotation. *Agronomy Research*. 2018. Vol. 16, № 3. P. 737–748.

Стаття надійшла 08.02.2021

УДК 635.8:561.28

## УРОЖАЙНІСТЬ ЕКЗОТИЧНИХ ВИДІВ ГЛИВИ ЗВИЧАЙНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕМ ПРЕПАРАТІВ

**М. Ковальов, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0003-4421-8960

**Ф. Топольний, д. б. н.**

ORCID ID: 0000-0002-7151-7694

*Центральноукраїнський національний технічний університет*<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.146>**Ковальов М., Топольний Ф. Урожайність екзотичних видів гливи звичайної залежно від ЕМ препаратів**

Досліджено особливості вирощування екзотичних видів гриба гливи звичайної на субстраті зі соломи пшениці та ячменю, який ферментований ЕМ препаратами за холодного способу обробки в умовах захищеного ґрунту.

Встановлено особливості плодоношення різних штамів гриба гливи звичайної за отримання товарної продукції в умовах захищеного ґрунту. Наявність поживних речовин, таких як загальний вміст азоту та фосфору, є досить значними чинниками, які обмежують колонізацію субстрату та впливають безпосередньо на рівень урожайності. Визначено, що ферментовану ЕМ препаратами солому необхідно використовувати для приготування субстрату при всесезонному вирощуванні екзотичних видів гливи звичайної. Цей вид субстрату характеризується швидким настанням фаз росту й розвитку гриба, що забезпечує збільшення загальної врожайності, а також покращує товарність продукції. Швидкість перебігу фаз росту та розвитку екзотичних видів гриба гливи звичайної є досить значущим показником, який характеризує співвідношення між умовами культивування та його морфо-біологічними особливостями.

У разі створення оптимальних умов вирощування з використанням субстратів із високим рівнем забезпеченості поживними речовинами перебіг процесів росту й розвитку гриба набуває більш інтенсивного характеру.

Ми розробили енергозощаджувальну технологію промислового вирощування екзотичних видів гриба гливи звичайної за інтенсивного способу при застосуванні ЕМ препаратів, яка дасть змогу зменшити енергетичні ресурси для стерилізації солом'яного субстрату, а саме видалення конкурентної мікрофлори – представників роду *Trichoderma* та *Penicillium*. За врахування отриманих даних і беручи до уваги результати попередніх досліджень щодо вирощування гливи рожевої та гливи золотої, обробка солом'яного субстрату ЕМ препаратами і пошарова інокуляція сприяють скороченню терміну обростання блоків.

**Ключові слова:** екзотичні види гливи, солом'яний субстрат, врожайність, ЕМ препарати.

**Kovaliov M., Topolnyi F. Productivity of exotic species of oyster mushroom under the influence of EM-products**

The objective of the study is to compare the effect of different EM solutions to inhibit competitive micro-flora in preparation of straw substrate for further inoculation of golden and pink oyster mushrooms for intensive cultivation under artificial conditions. Methods. Mycological and statistical. Specific features of cultivation of exotic oyster mushrooms on wheat straw and barley substrate, which is fermented with EM solutions under cold cultivation in protected soil conditions, have been investigated. The peculiarities of fruiting the different strains of oyster mushroom were identified when obtaining marketable products in the conditions of protected soil. The availability of nutrients, such as total nitrogen and phosphorus content, are quite significant factors that limit substrate colonization and directly influence productivity level. It has been determined that the straw fermented with EM solutions must be used for the preparation of the substrate for all-season cultivation of exotic species of oyster mushrooms. This type of substrate is characterized by rapid onset of phases of growth and development of mushrooms, which leads to an increase in overall productivity. Such a substrate also improves the marketability of products. The rate of flow of the phases of growth and development of exotic species of oyster mushrooms is a fairly significant indicator that characterizes the relationship between cultivation conditions and its morphological and biological characteristics. When creating optimal conditions for growing with the application of substrates with a high level of nutrient supply, the flow of processes of growth and development of oyster mushrooms becomes more intense. We have developed intensive energy-saving technology for industrial cultivation of exotic species of oyster mushrooms applying EM solutions. The technology allows reducing energy resources for sterilization of straw substrate, namely the removal of competitive micro-flora such as representatives of the genus *Trichoderma* and *Penicillium*. Taking into account the obtained data and the results of previous studies concerning cultivation of pink and golden oyster mushrooms, treatment of straw substrate with EM solutions and layered inoculation contribute to reducing the time of block fouling.

**Key words:** exotic species of oyster mushroom, straw substrate, productivity, EM products.

**Постановка проблеми.** На початку нового тисячоліття в Україні продовжує активно розвиватися сільське господарство. В умовах сьогодення

отримання екологічно безпечної продукції грибництва можливе лише за вирощування у штучних суворо контрольованих умовах [2; 4].

Частка промислового вирощування екзотичних видів грибів сьогодні в Україні становить 2,5 % від загальної кількості. Не є винятком і глива рожева, або фламінго (*Pleurotus djamor*), та ільмак, або глива золота (*Pleurotus citrinopileatus*). Обидва представники є досить рідкісними їстівними грибами з приємним смаком та оригінальним ароматом. За інтенсивного вирощування екзотичних видів гриба гливи звичайної можна отримати високоякісний екологічно чистий продукт. Гливи належать до базидіальних грибів, у яких плодове тіло складається з шапинки, що плавно переходить у ніжку [10].

Глива – це чудова комора з унікальним набором найнеобхідніших людині мінеральних солей та інших цінних речовин. У ній – необхідні вітаміни, мікроелементи (калій, магній, залізо, кобальт та ін.), мінеральні і біологічно активні речовини, які володіють протипухлинною, антивірусною та іншими лікувальними властивостями. Ці гриби містять усі незамінні амінокислоти, клітковину, яка нормалізує діяльність корисної мікрофлори і виводить з організму токсичні речовини, а також холестерин [1; 11].

Культивують гливу звичайну на різноманітних відходах деревообробної промисловості – тирсі, корі листяних порід дерев, папері, а також на відходах сільськогосподарського виробництва – соломі злакових культур, лушпинні соняшника, качанах і стеблах кукурудзи, на відходах цукрової тростини та інших матеріалах, що містять целюлозу [5].

Встановлено, що вживання 100–150 г свіжих грибів гливи в день покращує стан організму людини та підвищує його стійкість проти негативних чинників навколишнього середовища [12]. Наша країна має величезний потенціал для розвитку грибовництва, адже є необхідна сировина для виготовлення субстратів, велика кількість приміщень, які можна використати для вирощування грибів. Попри позитивні економічні ефекти, стає все більш актуальною проблема накопичення відходів на виробництвах, зокрема й відходів рослинного походження. Водночас існує велика кількість технологій з підготовки відходів для подальшого використання їх як поживного середовища. Застосування екологічно обґрунтованих технологій вирощування гриба дозволить, з одного боку, мінімізувати негативний вплив на екологічний стан довкілля, а з іншого – отримати цінні продукти [9].

Водночас вирощування гливи звичайної за інтенсивним способом є безвідходною технологією, оскільки, з одного боку, вирішується питання забезпечення населення екологічно безпечною продукцією, а з іншого – відпрацьований субстрат

використовують як органічне добриво для рослин відкритого ґрунту [13].

Завдяки методам підвищення селективності субстрату та методам біотехнології середня врожайність гливи звичайної за один цикл вирощування сягає позначки 1,0–1,2 кг/кг субстрату [1; 2].

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Якість компонентів субстрату безпосередньо впливає на основні етапи росту й розвитку, а також на врожайність гливи звичайної. Як субстрат використовують різноманітні відходи сільськогосподарського виробництва: соломі злакових рослин (пшениці, жита), рідше рештки кукурудзи та ячменю чи квасолі або їх суміш, тирсу і кору листяних порід дерев, соняшникове лушпиння. Деякі закордонні дослідники [3] дотримуються думки, що максимально сприйнятливим субстратом у вирощуванні гливи звичайної є пшенична солома. Цей вид субстрату також непогано реагує на введення до нього стимулюючих речовин, які згодом сприяють збільшенню загальної врожайності гливи звичайної за інтенсивного вирощування. Основною складністю здебільшого є те, що для отримання повноцінного субстрату необхідно застосовувати досить дорогі методи його підготовки. Необхідною умовою отримання сталих і високих врожаїв є контроль якості субстрату: структури, кислотності середовища, вологості, вмісту елементів живлення.

У процесі росту й розвитку міцелій гливи звичайної зі субстрату отримує воду, поживні речовини, а в субстрат виділяє продукти життєдіяльності [1; 11]. Оптимальні параметри середовища культивування гриба та поживні речовини субстрату забезпечують нормальні умови для його життєдіяльності. За допомогою розгалуженої системи гіфи у субстраті виконують просторове переміщення поживних речовин [8].

**Постановка завдання.** Метою роботи було порівняння дії різних ЕМ препаратів для пригнічення конкурентної мікрофлори у підготовці солом'яного субстрату до подальшої інокуляції гливи золотої та гливи рожевої за вирощування інтенсивним методом у штучних умовах.

Схема досліджу:

1. Замочування солом'яного субстрату у воді з додаванням вапна в кількості 1 г/л за температури навколишнього середовища 25 °С протягом 36 годин (контроль).

2. Замочування солом'яного субстрату в 1,5 % робочому розчині ЕМ Біоактив за температури навколишнього середовища 25 °С протягом 36 годин.

3. Замочування солом'яного субстрату в 1,5 % робочому розчині ЕМ Агро за температури навколишнього середовища 25 °С упродовж 36 годин.

4. Замочування солом'яного субстрату у 1,5 % робочому розчині ЕМ Бокаші за температури навколишнього середовища 25 °С протягом 36 годин.

ЕМ Агро – субстанція живих культур ефективних мікроорганізмів, до яких входять: молочнокислі, фотосинтезуючі, азотфіксуючі, дріжджі, актиноміцети, меляса цукрової тростини, вода.

ЕМ Біоактив – спеціальний комплекс живих культур ефективних мікроорганізмів, до складу якого входять: фотосинтезуючі, молочнокислі, дріжджі, актиноміцети, азотофіксуючі, меляса цукрової тростини, вода. Відмінність між ЕМ Агро та ЕМ Біоактив полягає у способах активації.

ЕМ Бокаші – спеціальний комплекс, що містить ефективні мікроорганізми: молочнокислі, фотосинтезуючі, дріжджі, актиноміцети.

Облікова одиниця – один мішок розміром 35×90 см, наповнений субстратом (7 кг). Повторюваність чотириразова.

У період вирощування гливи звичайної проводили фенологічні спостереження: відзначали дати інокуляції та проростання міцелію, появу плодкових тіл, початок і закінчення плодоношення I та II хвилі; біометричні вимірювання: довжини і діаметра ніжки та шапинки, облік урожаю – методом зважування грон плодкових тіл. Урожайність

екзотичних видів гливи визначали на основі відношення маси зібраних плодкових тіл до маси ферментованого субстрату. Дані врожайності обробляли методом дисперсійного аналізу за Б. А. Доспеховим [6].

Досліди проводили на базі кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету протягом 2018–2020 років, згідно з методикою А. І. Іванова [7]. За цією метою виконували такі завдання:

1. Провести оцінку основних видів солом'яних субстратів та визначити їх поживну цінність.

2. Здійснити оцінку біологічної продуктивності грибних блоків залежно від способу їх обробки і підібрати найбільш високоврожайний.

3. Максимально спростити технологічний процес підготовки солом'яного субстрату для подальшої інокуляції в умовах захищеного ґрунту.

**Виклад основного матеріалу.** Наявність поживних речовин, таких як загальний вміст азоту та фосфору, є тими чинниками, які обмежують колонізацію субстрату, а також впливають безпосередньо на рівень плодоношення. Так, вміст загального азоту та фосфору на однотипних субстратах за холодного способу обробки з використанням ЕМ препаратів практично не коливався. Водночас у контрольних варіантах значення цих показників було майже удвічі меншим. Це пов'язано насамперед зі зростанням вологості субстрату внаслідок внесення вапна (табл. 1).

Таблиця 1

Залежність основних показників субстратів від способів їх обробки

Вид обробки	Показник*		
	загальний вміст азоту, %	загальний вміст фосфору, %	pH
1 (контроль)	0,2/0,17	0,18/0,15	7,9/7,9
2	0,56/0,48	0,53/0,46	5,6/5,8
3	0,55/0,48	0,54/0,45	5,5/5,6
4	0,65/0,55	0,57/0,49	5,7/5,8
НІР <sub>0,95</sub> :			
загальне		0,81	
за фактором А		0,41	
за фактором Б		0,57	

\* Примітка: у чисельнику значення для ячмінної соломи, а у знаменнику – для пшеничної.

Швидкість перебігу фаз росту та розвитку гливи звичайної є досить вагомим показником, який характеризує співвідношення між умовами культивування та морфологічними і біологічними особливостями екзотичних видів гливи звичайної. У разі створення оптимальних умов вирощування перебіг процесів росту й розвитку гриба набуває

більш інтенсивного характеру. У наших дослідженнях настання фенологічних фаз росту й розвитку гриба залежало від створення оптимальних умов, а саме від забезпеченості певного виду субстрату поживними речовинами та ступенем ферментації самого субстрату. А це, своєю чергою, вплинуло надалі на загальний обсяг урожаю і

товарність плодкових тіл фламінго та ільмака. Урожайність гливи рожевої та гливи золотої складалася з декількох хвиль плодоношення, що в сукупності становило загальну її врожайність. Загальний період плодоношення обох видів становить від 4 до 6 місяців. Плодові тіла характеризувались за однотипною формою, мали властиве певному виду забарвлення й відповідали встановленим технологічним вимогам вирощування.

У результаті досліджень була встановлена тривалість періоду інкубації та початок вступу у плодоношення досліджуваних штамів гриба (табл. 2).

Цілковите обростання міцелієм блоків, субстрат яких не обробляли ЕМ препаратами (контроль), відбулося через 35 днів після інокуляції, тобто на 15 днів пізніше. Причому в усіх контрольних блоках спостерігалось локальне зараження *Trichoderma viride*. При цьому варто зазначити, що початок плодоношення на контрольних блоках почався на 13–14 днів пізніше від ферментованих, а ступінь ураження їх стромами *Trichoderma viride* коливався від 5 до 25 %. Звідси – така велика розбіжність між періодами обростання та плодоношення у контрольних варіантах.

Таблиця 2

Дати настання фенологічних фаз розвитку гливи звичайної

Вид гриба	Вид субстрату	Дата інокуляції	Повне обростання блоку міцелієм, днів	Наявність конкуруючої мікрофлори	Поява плодкових тіл, днів після інокуляції	Початок плодоношення I хвилі, днів
Фламінго (контроль)	пшениця	08.07.19	35	присутня	38	44
	ячмінь	08.07.19	35	присутня	38	44
Ільмак (контроль)	пшениця	08.07.19	34	присутня	39	45
	ячмінь	08.07.19	34	присутня	39	45
Фламінго	пшениця	08.07.19	22	відсутня	25	31
	ячмінь	08.07.19	21	відсутня	24	30
Ільмак	пшениця	08.07.19	21	відсутня	24	30
	ячмінь	08.07.19	20	відсутня	23	30

Таблиця 3

Біологічна продуктивність грибних блоків залежно від способу їх обробки

Вид обробки блоку	Вид гриба	Субстрат	Біологічна продуктивність		
			Середня вага зростку, г	Діаметр шапинки, см	Урожайність I хвилі, г/мішок
1	Фламінго	пшениця	425±50	3-5	850±50
		ячмінь	450±50		900±50
	Ільмак	пшениця	425±50	3-6	850±50
		ячмінь	450±50		900±50
2	Фламінго	пшениця	800±100	5-8	1600±100
		ячмінь	850±100		1700±100
	Ільмак	пшениця	800±100	4-8	1600±100
		ячмінь	900±100		1800±100
3	Фламінго	пшениця	822±100	5-8	1644±100
		ячмінь	855±100		1710±100
	Ільмак	пшениця	800±100	4-8	1600±100
		ячмінь	925±100		1850±100
4	Фламінго	пшениця	750±100	5-8	1500±100
		ячмінь	760±100		1510±100
	Ільмак	пшениця	790±100	4-8	1580±100
		ячмінь	830±100		1660±100

При оцінці ефективності впливу забезпеченості субстратів елементами живлення на урожайність гливи звичайної визначено перевагу субстрату, в основу якого входила ячмінна солома. Показники генеративної стадії наведені у табл. 3.

Перевага в урожайності зумовлена насамперед підвищенням умістом загального азоту та фосфору в субстраті, що сприяло інтенсивному розростанню міцелію та утворенню великої кількості плодових тіл гриба. Маса плодових тіл досліджуваних видів гриба гливи рожевої на ячмінній соломі становила 1700; 1710; та 1510 г/мішок відповідно, що перевищувало загальну урожайність плодових тіл контрольного варіанта в 1,7–2,0 рази. Для гливи золотої урожайність на ячмінній соломі мала дещо вищі показники – 1800; 1860 та 1660 г/мішок, тобто порівняно з контрольними варіантами була вищою в 1,8–2,0 рази. Урожайність грибних блоків із використанням ЕМ Бокаші була дещо нижча, ніж із використанням ЕМ Агро та ЕМ Біоактив. На нашу думку, це зумовлено специфікою самого препарату, адже на грибних блоках четвертого варіанта подекуди спостерігалось пророщення зерна міцелію, що в кінцевому результаті вплинуло на зменшення урожайності плодових тіл.

Аналіз біологічної продуктивності та часу плодоношення яскраво свідчить на користь ферментованого субстрату. Вага плодоносних зростків також була більшою: 900±200 г проти 450±50 г. Збільшення плодоношення одного блоку розробленим нами способом ферментації та за звичайною технологією становило 3100 г проти 1900 г.

Контрастні відмінності урожайності, на нашу думку, можуть бути пояснені тим, що при ферментації солом'яного субстрату ЕМ препаратами відбувається не лише розщеплення лігніну [6], а й повне знезараження. Водночас неферментований солом'яний субстрат у контрольних варіантах лише підвищив рівень кислотності в лужний бік. Це, своєю чергою, дещо пригнічувало розвиток конкурентної мікрофлори, але до повного її знищення не призвело. А сам міцелій не зміг повністю її подолати.

**Висновки.** На основі проведених досліджень можна дійти таких висновків:

1. Обробка солом'яного субстрату ЕМ препаратами і пошарова інокуляція сприяють скороченню терміну обростання блоків за інтенсивного вирощування гливи рожевої та гливи золотої.

2. Субстрат із пшеничної соломи доцільно використовувати для культивування екзотичних видів гливи звичайної, однак він характеризується нижчими поживними властивостями, ніж ячмінна солома.

3. Найвищою врожайністю I хвилі плодоношення – 1850 г на 7 кг субстрату – володіє глива золота за умови обробки ячмінної соломи препаратом ЕМ Агро, а нижчим урожаєм – глива рожева – 1500 г – за умови обробки пшеничної соломи препаратом ЕМ Бокаші.

4. Для забезпечення населення свіжою продукцією екзотичних видів грибів можна рекомендувати до вирощування всі досліджувані види гриба гливи звичайної.

#### Бібліографічний список

1. Вдовенко С. В. Вирощування їстівних грибів. Вінниця: навч. посіб., 2011. 135 с.
2. Войтенко Т. Л. Режими термічної обробки субстрату при вирощуванні гливи звичайної у штучних умовах. *Овочівництво і багнетництво*. 2010. Вип. 56. С. 91–95.
3. Гайслер Л. И. Выращивание грибов шампиньонов и вешенки обыкновенной. Кишинев, 1989. 53 с.
4. Горшкова Л. М., Верченко Є. В. Вплив ЕМ-технологій на урожайність гливи звичайної (*pleurotus ostreatus*): зб. наук. праць V Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. С. 38–40.
5. Грибы и грибоводство / под общ. ред. П. А. Сычева. Москва: АСТ; Днепропетровск: «Издательство Сталкер», 2003. 512 с.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., дополн. и перераб. Москва: АГРОПромиздат, 1985. 351 с.
7. Иванов А. И. Методика оценки урожайности новых штаммов вешенки: микология и фитопатология, 1989. Т. 23. С. 485–487.
8. Ковальов М. М., Мостіпан М. І., Машенко Ю. В. Вплив ЕМ-препаратів на формування врожаю різних штамів гливи звичайної. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2020. Вип. 111. С. 83–87.
9. Ковальов М. М., Резніченко В. П. Розроблення енергозощаджуючої технології вирощування гливи звичайної за рахунок використання ЕМ-препаратів. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2019. Вип. 108. С. 34–38.
10. Мельник В. Гливи. Грибник. 2017. URL: <http://gribnick.org.ua/grib-gliv.html> (дата звернення: 18.04.2020).
11. Миронычева Е., Кюрчева Л. Качественные характеристики товарных грибов. *Овощеводство: журнал для дачников и садоводов*. 2010. № 2. С. 79–80.
12. Овчарук В. І. Екологічна особливість гливи звичайної за екстенсивного способу вирощування. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.18. С. 48–52.
13. Технологічний процес виробництва субстрату для вирощування гливи методом ферментації в пастеризаційній камері / за ред. Голуб Г. А. Київ: Наук. світ, 2010. 30 с.

Стаття надійшла 02.08.2020

**ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ДИНАМІКУ ПОЖИВНОГО РЕЖИМУ  
ТЕМНО-СІРОГО ОПІДЗОЛЕНОГО ҐРУНТУ ПІД БУРЯКОМ ЦУКРОВИМ****М. Полюхович, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0001-7173-5678

*Львівський національний аграрний університет*<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.151>**Полюхович М. Вплив систем удобрення на динаміку поживного режиму темно-сірого опідзоленого ґрунту під буряком цукровим**

Для збільшення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції, поліпшення її якості, підвищення родючості ґрунту необхідно домагатися зростання обсягів надходження елементів живлення в ґрунт і створення оптимальних умов для засвоєння їх сільськогосподарськими культурами. Науково обґрунтована система удобрення дозволяє не тільки підвищити продуктивність сільськогосподарських культур та якість продукції, а й забезпечити розширене відтворення родючості ґрунту. У статті наведено результати дослідження впливу систем удобрення на динаміку поживного режиму ґрунту під буряком цукровим. Дослідження проводились у тривалому стаціонарному досліді кафедри агрохімії та ґрунтознавства Львівського національного аграрного університету на темно-сірому опідзоленому ґрунті.

Дослід був закладений на чотирьох послідовно розміщених полях сівозміни з наступним чергуванням культур: озима пшениця – буряк цукровий – ячмінь ярий з підсівом конюшини лучної – конюшина лучна. Схема досліді охоплювала варіанти зі системами удобрення: мінеральною, органічною та органо-мінеральними з різною насиченістю органічними добривами.

У результаті досліджень встановлено, що вміст елементів живлення у ґрунті залежить від системи удобрення та фази розвитку рослин буряку цукрового. Найвищий рівень забезпеченості ґрунту елементами живлення спостерігався на початку вегетаційного періоду розвитку буряку цукрового із сезонним зниженням за фазами органогенезу. Кращі показники щодо накопичення поживних речовин у ґрунті забезпечували органо-мінеральні системи удобрення, з яких найбільшу перевагу мала система удобрення з насиченням органікою 15 т/га сівозмінної площі та внесенням мінеральних добрив у нормі  $N_{50}P_{85}K_{113}$ . За такого рівня удобрення вміст поживних речовин (азоту, фосфору, калію) перед сівбою буряку цукрового становив 149, 135 та 129 мг/кг ґрунту. Рівень забезпечення основними елементами живлення в цьому варіанті був набагато вищим, ніж в інших досліджуваних системах удобрення протягом усього періоду вегетації буряку цукрового і підтримувався на досить високому рівні.

**Ключові слова:** система удобрення, буряк цукровий, поживний режим, темно-сірий опідзолений ґрунт, елементи живлення.

**Poliukhovych M. Influence of fertilizer systems on the dynamics of the nutrient regime of dark gray podzolic soil under sugar beet**

To increase the volume of agricultural production, improve its quality, increase soil fertility, it is necessary to increase the supply of nutrients to the soil and create optimal conditions for their assimilation by plants. The scientifically based system of applying fertilizers allows not only increasing productivity and quality of agricultural products, but also expanded reproduction of soil fertility. The results of the study of the influence of fertilizer systems on the dynamics of soil nutrient regime under sugar beet are presented in the article. The research was conducted on a long stationary field of the Department of Agrochemistry and Soil Science of Lviv National Agrarian University on dark gray podzolic soil.

The experiment was set up on four crop rotation fields with the following crop rotation: winter wheat – sugar beet – barley with clover sowing – meadow clover. The scheme of the experiment includes options with fertilizer systems. Mineral, organic and organic-mineral systems with different saturation with organic fertilizers were used in the experiment.

It was found that the content of organogenic elements in the soil depends on the fertilizer system and the phase of development of sugar beet plants. The highest level of soil supply with organic elements was observed at the beginning of the vegetation period of sugar beet with a seasonal decrease in the stages of organogenesis. The best indicators of nutrient accumulation in the soil were provided by organo-mineral fertilizer systems. The greatest advantage was the fertilizer system with organic saturation of 15 t/ha of crop rotation area and application of mineral fertilizers in the norm  $N_{50}P_{85}K_{113}$ . At this level of fertilizer, the content of nutrients (nitrogen, phosphorus, potassium) before sowing sugar beet was 149, 135 and 129 mg/kg of soil. The supply of organogenic elements in this variant was much higher than in the studied fertilizer systems throughout the growing season of sugar beet and was kept at a fairly high level.

**Key words:** fertilizer system, sugar beet, nutrient regime, dark gray podzolic soil, elements of nutrients.

**Постановка проблеми.** Зменшення обсягів внесення органічних і мінеральних добрив зумовлює істотне зниження ефективної родючості ґрунту і виробництва сільськогосподарської продукції. Одержувати високі врожаї завдяки природній родючості ґрунтів неможливо. Висока ціна мінеральних добрив і витрати на їхнє застосування, постійний брак гною внаслідок скорочення поголів'я та витрати на виготовлення компостів не дають змоги проводити на належному рівні заходи з окультурення ґрунту, що супроводжується зниженням вмісту гумусу та основних елементів живлення в ньому [1; 4; 6].

У сучасному аграрному виробництві України сформувався від'ємний баланс основних елементів живлення, і щорічний їхній дефіцит перевищує 100 кг/га, що зумовлює виснаження ґрунту і погіршення його агроекологічних характеристик [5].

Для збільшення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції, поліпшення її якості, підвищення родючості ґрунту необхідно домагатися зростання обсягів надходження елементів живлення в ґрунт і створення оптимальних умов для засвоєння їх сільськогосподарськими культурами [4].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання збереження і відтворення родючості ґрунту останніми роками отримали вагоме теоретичне обґрунтування. Постійне забезпечення рослин рухомими формами макро- та мікроелементів є ключовим чинником родючості ґрунту. Велике значення у зростанні вмісту цих форм елементів у ґрунті належить мінеральним і органічним добривам [2].

Низка дослідників [3; 5; 7] відзначає пряму залежність вмісту поживних елементів у ґрунті від кількості внесених добрив. Їх застосування збагачує ґрунтовий розчин елементами мінерального живлення та поліпшує поживний режим рослин. Надзвичайно важливо забезпечити ними культуру в усі періоди росту й розвитку, а особливо в критичні.

Для ґрунтового розуміння значення мінерального живлення у створенні високого і сталого врожаю недостатньо мати результати польових досліджень із застосування добрив, а потрібні результати про забезпеченість рослин поживними елементами за етапами органогенезу.

**Постановка завдання.** Завдання досліджень полягало у вивченні впливу систем удобрення на динаміку поживного режиму темносірого опідзоленого ґрунту під буряком цукровим упродовж вегетації.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження проводили в умовах стаціонарного польового досліду на дослідному полі кафедри агрохімії та ґрунтознавства Львівського НАУ. На початку другого етапу досліджень (2000 рік) ґрунт характеризувався такими агрохімічними показниками:  $pH_{KCl}$  – 5,7–5,9, гідролітична кислотність і сума увібраних основ відповідно становили 2,80–2,4 і 22,0–22,7 ммоль/100 г ґрунту, вміст гумусу – 2,18–2,38 %, азоту легкогідролізованих сполук – 71–91, рухомих сполук фосфору – 85–95 і калію – 84–96 мг/кг ґрунту.

Дослід закладали на чотирьох послідовно розміщених полях сівозміни з таким чергуванням культур: пшениця озима – буряк цукровий – ячмінь ярий з підсівом конюшини – конюшина лучна. Загальна площа дослідної ділянки – 450 м<sup>2</sup>, облікової – 374 м<sup>2</sup>, повторність досліду триразова.

Схема досліду передбачала варіанти мінеральної, органічної, органо-мінеральних систем удобрення з різним насиченням сівозміни органічними добривами, збалансованими за основними елементами мінерального живлення: 1 – контроль (без добрив); 2 – мінеральна система удобрення – N<sub>390</sub>P<sub>220</sub>K<sub>430</sub>; 3 – органо-мінеральна система удобрення – 20 т/га гною + 5 т/га соломи + N<sub>270</sub>P<sub>153</sub>K<sub>260</sub> (насиченість сівозміни органічними добривами 6,25 т/га); 4 – органо-мінеральна система удобрення – 30 т/га гною + 15 т/га сидерату + 5 т/га соломи + N<sub>100</sub>P<sub>110</sub>K<sub>173</sub> (насиченість сівозміни органікою 12,5 т/га); 5 – органо-мінеральна система удобрення – 40 т/га гною + 15 т/га сидерату + 5 т/га соломи + N<sub>50</sub>P<sub>85</sub>K<sub>113</sub> (насиченість сівозміни органікою 15 т/га); 6 – органічна система удобрення – 50 т/га гною + 15 т/га сидерату + 5 т/га соломи + N<sub>25</sub>P<sub>60</sub>K<sub>50</sub> (насиченість сівозміни органікою 17,5 т/га). Для збалансування елементів мінерального живлення та поліпшення процесу мінералізації соломи в цьому варіанті досліду додатково вносили N<sub>25</sub>P<sub>60</sub>K<sub>50</sub>. В усіх варіантах з удобренням сума поживних елементів (NPK) за ротацію сівозміни становила 1030 кг/га.

Органічні добрива та мінеральні (фосфорні і калійні) вносили під основний обробіток ґрунту, азотні – під передпосівний обробіток ґрунту. Сидерат (редьку олійну) висівали після збирання врожаю пшениці озимої. Зелену масу заорювали восени.

Зразки ґрунту відбирали та готували до аналізів згідно з ДСТУ 150 11464-2001. Вміст у ґрунті легкогідролізованого азоту визначали за методом Корнфілда, рухомих сполук фосфору і калію – за методом Чирикова у витяжці 0,5 н CH<sub>3</sub>COOH (ДСТУ 4115-2002).



З отриманих даних (див. табл.) можемо відзначити позитивний вплив усіх систем удобрення на формування поживного режиму ґрунту, який за варіантами дослідів (системами удобрення) упродовж вегетаційного періоду буряку цукрового був кращим, ніж у варіанті без добрив. Найвищий рівень забезпечення ґрунту елементами живлення відзначено на початку вегетаційного періоду буряку цукрового з поступовим зменшенням показників за етапами органогенезу. Кращі показники щодо накопичення елементів живлення у ґрунті під буряком цукровим забезпечували органо-мінеральні системи удобрення, серед яких найбільшу перевагу мала система удобрення за насиченості органікою 15 т/га сівозмінної площі та внесення мінеральних добрив у нормі N<sub>50</sub>P<sub>85</sub>K<sub>113</sub>.

Близькою за показниками вмісту основних елементів живлення у ґрунті була органічна система удобрення (варіант 6). Щодо мінеральної системи удобрення, то рівень забезпечення ґрунту основними елементами живлення перед сівбою був значно нижчим порівняно з досліджуваними системами удобрення, і різниця за показниками вмісту елементів живлення у період сівби становила, мг/кг ґрунту: за азотом – 3–13, фосфором – 4–14 і калієм – 14–23.

Упродовж вегетації буряку цукрового відбувалися зміни в забезпеченні ґрунту основними елементами живлення. Вищий рівень забезпечення ґрунту органогенним елементами відзначено на початку вегетації, нижчим він був у фазі змикання листків рослин у міжряддях, і на період збирання врожаю спостерігалися мінімальні значення.

Таблиця

**Динаміка вмісту основних елементів живлення у шарі ґрунту 0–20 см під буряком цукровим залежно від системи удобрення (IV ротація – 2014–2017 рр.)**

Варіант дослідів (насиченість сівозміни органічними добривами)	Фаза розвитку рослин								
	сходи			змикання листків у міжряддях			перед збиранням урожаю		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль (без добрив)	128	95	83	113	97	79	107	86	75
N <sub>390</sub> P <sub>220</sub> K <sub>430</sub>	136	121	106	124	116	97	110	112	91
N <sub>270</sub> P <sub>153</sub> K <sub>260</sub> + 6,25 т/га	141	128	116	130	120	108	116	118	95
N <sub>100</sub> P <sub>110</sub> K <sub>173</sub> + 12,5 т/га	146	133	119	132	126	112	119	122	96
N <sub>50</sub> P <sub>85</sub> K <sub>113</sub> + 15 т/га	149	135	129	138	129	116	123	124	102
N <sub>25</sub> P <sub>60</sub> K <sub>50</sub> + 17,5 т/га	139	125	120	140	119	118	120	113	103
НІР <sub>05</sub>	2,9	2,6	2,2	2,0	3,1	2,5	2,4	2,0	2,1

**Висновки.** Досліджувані системи удобрення (мінеральна, органо-мінеральні з різним насиченням органікою та органічна) позитивно впливали на формування поживного режиму ґрунту під буряком цукровим. Причому, вміст поживних елементів у ґрунті залежав не лише від системи удобрення, а й від фази розвитку рослин. Найвищий вміст елементів живлення у ґрунті в усіх варіантах дослідів впродовж усього періоду вегетації цукрового буряку забезпечила органо-мінеральна система удобрення з насиченням органікою 15 т/га сівозмінної площі та внесенням мінеральних добрив у нормі N<sub>50</sub>P<sub>85</sub>K<sub>113</sub>. За такого рівня удобрення вміст поживних елементів (азоту, фосфору і калію) до сівби буряку цукрового становив відповідно 149, 135 і 129 мг/кг ґрунту. Забезпечення елементами живлення в цьому варіанті дослідів було значно вищим порівняно з іншими системами удобрення впродовж усього вегетаційного періоду буряку цукрового і утримувалося на досить високому рівні.

**Бібліографічний список**

1. Балюк С. А., Верніченко Г. А. Концепція екологічного ризику деградації ґрунтового покриву України. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 6. С. 3–11.
2. Дегодюк Е. Г., Нікіфоренко Л. І., Дегодюк С. Е. Трансформація органічної речовини ґрунтів Полісся і Лісостепу при застосуванні добрив. *Землеробство*. 2003. Вип. 75. С. 3–9.
3. Городній М. М. Дистанційне зондування родючості ґрунтів та її використання в технологіях точного землеробства. *Науковий вісник НАУ*. 2000. № 32. С. 88–94.
4. Грабар Л. Динаміка основних елементів живлення в ґрунті за вирощування ріпаку ярого. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2011. № 15 (2). С. 69–73.
5. Лісовий М. В. Застосування мінеральних добрив та підвищення родючості ґрунтів в умовах сучасного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 1998. № 3. С. 15–19.
6. Лопушняк В. І. Агрохімічні та агроекологічні основи систем удобрення в Західному Лісостепу України: монографія. Львів: Ліґа-Прес, 2015. 218 с.
7. Танчик С. П., Сальніков С. М. Вплив систем землеробства на динаміку показників родючості ґрунту агрофітоценозу буряків цукрових. *Вісник Полтавської аграрної академії*. 2014. № 3. С. 46–49.

Стаття надійшла 23.02.2021

УДК (631.16:664.38):(631.445.2:631.82)(292.485)

## ВМІСТ БІЛКА В ЗЕРНІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ФОНУ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ТЕМНО-СІРОМУ ОПІДЗОЛЕНОМУ ҐРУНТІ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

**Н. Вега, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0003-2609-0393*

*Львівський національний аграрний університет*

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.154>

### **Вега Н. Вміст білка в зерні ячменю ярого залежно від фону мінерального живлення на темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу**

Наведено результати досліджень впливу різних фонів мінерального живлення на забезпеченість темно-сірого опідзоленого ґрунту легкогідролізованим азотом і вміст білка в зерні ячменю ярого у Західному Лісостепу України. З метою вивчення цього питання закладали двофакторний дослід. Згідно з фактором А вносили норми мінеральних добрив із послідовністю варіантів: 1) без добрив (контроль); 2)  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ; 3)  $N_{45}P_{30}K_{30}$ ; 4)  $N_{60}P_{30}K_{30}$ ; 5)  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ; 6)  $N_{60}P_{45}K_{45}$ ; 7)  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Фактор В передбачав варіанти позакореневого підживлення посіву: 1) обприскування водою; 2) Фертіґрейн Фоліар, 1,1 л/га.

Відзначено, що застосування мінеральних добрив позитивно впливає на зміну вмісту легкогідролізованого азоту в досліджуваному типі ґрунті у фазі куціння ячменю ярого. Найсприятливіші умови мінерального живлення ячменю ярого забезпечили варіанти з внесенням вищих норм азоту у складі повного мінерального добрива. Унаслідок застосування  $N_{60}P_{30}K_{30}$  вміст легкогідролізованого азоту в шарі ґрунту 0–20 см зростав відносно варіанта без добрив на 28 мг/кг ґрунту і становив 122 мг/кг ґрунту. На фоні внесення  $N_{60}P_{45}K_{45}$  він зростав до 125 мг/кг ґрунту і перевищував контроль на 31 мг/кг ґрунту. Найвищий показник забезпеченості ґрунту легкогідролізованим азотом отримано за внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , де він становив 134 мг/кг ґрунту, приріст до неудобреного варіанту був на рівні 40 мг/кг ґрунту.

Встановлено позитивний вплив норм мінеральних добрив та позакореневого підживлення ячменю ярого добривом органічного походження Фертіґрейн Фоліар на їх фоні на вміст білка в зерні. Залежно від норми внесення мінеральних добрив приріст вмісту білка відносно контролю змінювався від 0,38 % на фоні  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , де був найнижчим, до 1,33 % у варіанті застосування  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , що було найвищим значенням. Проведення позакореневих підживлень добривом Фертіґрейн Фоліар на фоні мінеральних добрив підвищувало ефективність їхньої дії, що супроводжувалося зростанням вмісту білка. Найвища ефективність позакореневого підживлення проявилася на фоні мінеральних добрив у нормі  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . У цьому варіанті він становив 11,5 % і перевищував фон без підживлення на 0,27 %.

**Ключові слова:** норма мінеральних добрив, лужногідролізований азот, позакоренева підживлення, Фертіґрейн Фоліар, вміст білка, ячмінь ярий.

### **Veha N. Protein content in spring barley grain depending on the background of mineral nutrition on the dark gray podzolic soil of the Western Forest-Steppe**

The results of the studies of the influence of different backgrounds of mineral nutrition on the provision of dark gray podzolic soil with alkaline hydrolyzed nitrogen and protein content in the grain of spring barley in the Western Forest-Steppe of Ukraine are presented. In order to study this issue, a two-factor experiment was established. According to the factor A, the norms of mineral fertilizers were introduced with a sequence of options: 1) Without fertilizers (control); 2)  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ; 3)  $N_{45}P_{30}K_{30}$ ; 4)  $N_{60}P_{30}K_{30}$ ; 5)  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ; 6)  $N_{60}P_{45}K_{45}$ ; 7)  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Factor B included options for foliar fertilization of crops: 1) Spraying with water, 2) Fertigrain Foliar, 1.1 l/ha.

It is noted, that the use of mineral fertilizers has a positive effect on the change in the content of alkaline hydrolyzed nitrogen in the studied soil type in the tillering phase of spring barley. The most favorable conditions for mineral nutrition of spring barley provided options with the introduction of higher nitrogen levels in the composition of complete mineral fertilizers. Due to application of  $N_{60}P_{30}K_{30}$ , the content of alkaline hydrolyzed nitrogen in the soil layer 0–20 cm increased relative to the variant without fertilizers by 28 mg/kg of soil and amounted to 122 mg/kg of soil. On the background of  $N_{60}P_{45}K_{45}$  application, it increased to 125 mg/kg of soil and exceeded the control by 31 mg/kg of soil. The highest indicator of soil supply with alkaline hydrolyzed nitrogen was obtained with the application of mineral fertilizers in the norm  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , where it was 134 mg/kg of soil, the increase to the unfertilized variant was at the level of 40 mg/kg of soil.

The positive effect of mineral fertilizers and foliar fertilization of spring barley with organic fertilizer Fertigrain Foliar on their background on the protein content in grain was established. Depending on the rate of mineral fertilizers application, the increase in protein content varied from 0.38 % against  $N_{30}P_{30}K_{30}$  as compared to the control, where it was

the lowest to 1.33 % in the application  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , which was the highest value. Fertilizing Fertigrain Foliar with mineral fertilizers on the background of mineral fertilizers increased the effectiveness of their actions, which was accompanied by an increase in protein content. The highest efficiency of foliar fertilization was manifested on the background of mineral fertilizers in the norm  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . In this case, it was 11.5 % and exceeded the background without fertilization by 0.27 %.

**Key words:** rate of mineral fertilizers, alkaline hydrolyzed nitrogen, foliar fertilization, Fertigrain Foliar, protein content, spring barley.

**Постановка проблеми.** Ячмінь ярий є перспективною продовольчою культурою. Експортні поставки його зерна в європейські країни з року в рік зростають. Проте обсяги реалізації зерна визначаються відповідними вимогами щодо його якості. Тому на сучасному етапі розвитку аграрного виробництва актуальним залишається питання підвищення показників якості зерна ячменю ярого.

Ячмінь ярий характерний коротким періодом вегетації. Отримання високого урожаю цієї культури з відповідною якістю визначається низкою чинників, зокрема ґрунтово-кліматичними умовами зони, погодними умовами вегетаційного періоду, попередником, впровадженою технологією вирощування. Серед агроприйомів провідне місце належить оптимізації умов мінерального живлення ячменю ярого, оскільки рівень забезпеченості рослин макро- та мікроелементами дозволяє здійснювати управління показниками якості зерна, зокрема вмістом білка [3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вміст білка є важливим показником якості зерна ячменю ярого. Це показник, який визначає цільове призначення зерна – продовольче або для пивоваріння. Безпосередній вплив на підвищення вмісту білка має кількість у ґрунті азоту за оптимальної забезпеченості фосфором і калієм [2; 4; 5].

Ячмінь ярий вимогливий до умов мінерального живлення. На формування 1 т основної та відповідної кількості побічної продукції він виносить з ґрунту 23–30 кг азоту, 10–15 кг фосфору і 20–25 кг калію [1].

Рослини найінтенсивніше засвоюють елементи живлення в період активного росту та розвитку [3]. Тому важливо створити умови мінерального живлення, які забезпечать реалізацію генетичного потенціалу сучасних сортів ячменю ярого в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

**Постановка завдання.** Мета досліджень полягала у встановленні закономірностей зміни вмісту легкогідролізованого азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу України та вмісту білка у зерні ячменю ярого за різних норм внесення мінеральних добрив і позако-рневих підживлень.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження проводили на темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу в умовах стаціонарного польового дослідження кафедри агрохімії та ґрунтознавства Львівського НАУ. До закладання дослідження забезпеченість шару ґрунту 0–20 см легкогідролізованим азотом (за Корнфілдом) становила 99 мг/кг ґрунту, рухомими сполуками фосфору і обмінного калію (за Чириковим) відповідно 88 і 103 мг/кг ґрунту, вміст гумусу – 2,34 %,  $pH_{KCl}$  – 6,5.

Схема дослідження двофакторна: фактор А передбачав варіанти: 1) без добрив (контроль); 2)  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ; 3)  $N_{45}P_{30}K_{30}$ ; 4)  $N_{60}P_{30}K_{30}$ ; 5)  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ; 6)  $N_{60}P_{45}K_{45}$ ; 7)  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ; фактор В – варіанти позакореневого підживлення добривом органічного походження на фоні мінеральних добрив у фазі кушіння: 1) обприскування водою; 2) Фертігрейн Фоліар, 1,1 л/га. У хімічному складі добрива Фертігрейн Фоліар наявна органічна речовина – 90,1 %, азот – 6,54 % та мікроелементи Cu – 50,3, Fe – 68,3, Zn – 8878,6, Co – 152,0, Mn – 8803,7 мг/л.

Норму мінеральних добрив розраховували за діючою речовиною нітроамфоски (N:P:K – 15:15:15), брак азоту компенсували аміачною селітрою (N – 34 % д. р.). Дослід закладали у триразовій повторності з площею облікової ділянки 35 м<sup>2</sup>. Визначали вміст легкогідролізованого азоту в ґрунті за методом Корнфілда згідно з ДСТУ 7863:2015, вмісту білка в зерні – згідно з ГОСТ 10846-91. Статистичне опрацювання отриманих результатів здійснювали за допомогою програми Statistica 5.0.

Результати досліджень показали, що застосування мінеральних добрив позитивно впливає на динаміку зміни вмісту легкогідролізованого азоту в ґрунті у фазі кушіння ячменю ярого (див. рис.).

Вміст легкогідролізованого азоту в шарі ґрунту 0–20 см на варіанті без добрив відзначався найнижчим показником – 94 мг/кг ґрунту. За внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{30}P_{30}K_{30}$  він підвищився на 13 мг/кг ґрунту, у результаті застосування  $N_{45}P_{30}K_{30}$  – на 20 мг/кг ґрунту відносно неудобреного фону.

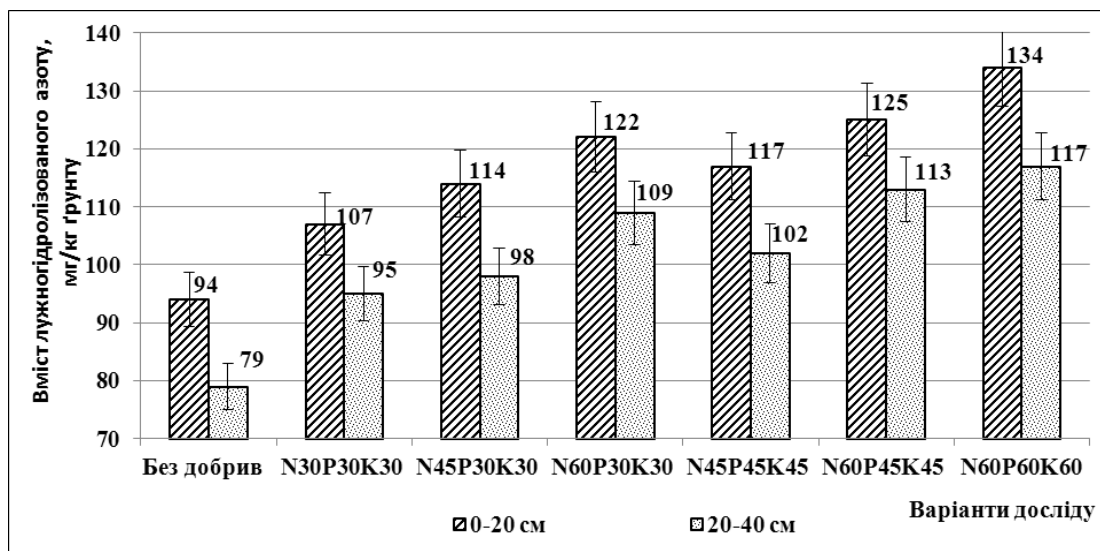


Рис. Вплив норм мінеральних добрив на забезпеченість темно-сірого опідзоленого ґрунту легкогідролізованим азотом у фазі кушіння ячменю ярого, середнє за 2013–2015 рр.

Підвищення норми азоту у складі повного мінерального добрива характеризувалося вищою ефективністю. Зокрема внесення N<sub>60</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> та N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> забезпечувало отримання показників на рівні відповідно 122 та 125 мг/кг ґрунту, що було вищим від контролю на 28 та 31 мг/кг ґрунту. На фоні мінерального живлення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> вміст легкогідролізованого азоту становив 134 мг/кг і був найвищим у досліді.

У шарі ґрунту 20–40 см забезпеченість його легкогідролізованим азотом була нижчою, проте

спостерігалася подібна тенденція його вмісту за варіантами дослідів. Показники забезпечення ґрунту азотом змінювалися від 79 мг/кг ґрунту на контролі до 117 мг/кг ґрунту за внесення добрив у нормі N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

Краща забезпеченість ґрунту азотом у варіантах із вищими нормами мінеральних добрив позитивно проявилася на показниках вмісту білка в зерні ячменю ярого (див. табл.).

Таблиця

**Вміст білка в зерні ячменю ярого залежно від норм мінеральних добрив і позакоренових підживлень, %, середнє за 2013–2015 рр.**

Фактор А (норми мінеральних добрив)	Фактор В (позакоренове підживлення)	Вміст білка	Приріст до контролю	Приріст до без обробки
1. Без добрив (контроль)	Обприскування водою	9,90	–	–
	Фертігройн Фоліар	10,05	–	0,15
2. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	Обприскування водою	10,28	0,38	–
	Фертігройн Фоліар	10,78	–	0,50
3. N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	Обприскування водою	10,52	0,62	–
	Фертігройн Фоліар	10,80	–	0,28
4. N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	Обприскування водою	10,98	1,08	–
	Фертігройн Фоліар	11,38	–	0,40
5. N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	Обприскування водою	10,65	0,75	–
	Фертігройн Фоліар	11,28	–	0,63
6. N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	Обприскування водою	11,03	1,13	–
	Фертігройн Фоліар	11,35	–	0,32
7. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Обприскування водою	11,23	1,33	–
	Фертігройн Фоліар	11,50	–	0,27
НІР <sub>05</sub>	А – 0,19, В – 0,12, АВ – 0,36			

За вирощування ячменю ярого на фоні внесення низьких норм мінеральних добрив –  $N_{30}P_{30}K_{30}$  і  $N_{45}P_{30}K_{30}$  – вміст білка в зерні становив відповідно 10,28 і 10,52 %, що було вищим від неудобреного фону на 0,38 і 0,62 %. У результаті внесення вищих норм мінеральних добрив значення показника зростало. Найвищий вміст білка в зерні відзначено у варіантах із вищими нормами азоту в складі повного мінерального добрива, зокрема з нормою  $N_{60}P_{45}K_{45}$ , де його рівень становив 11,03 % і був вищим від варіанту без добрив на 1,13 %. Максимальний вміст білка забезпечила норма добрив  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 11,23 %, приріст його вмісту відносно контролю становив 1,33 %.

Позакореневе підживлення ячменю добривом органічного походження Фертігрейн Фоліар також підвищувало показники вмісту білка за різних фонів мінерального живлення. Залежно від варіанта прирости показник змінювалися від 0,15 до 0,63 %. Підживлення добривом Фертігрейн Фоліар на фоні внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{45}P_{45}K_{45}$  та  $N_{60}P_{45}K_{45}$  характеризувалися вищими значеннями вмісту білка, які відповідно становили 11,28 та 11,35 % і зростали відносно фону (мінеральних добрив) відповідно на 0,63 та 0,32 %. Проте найбільша ефективність позакореневого підживлення проявилася за внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . У цьому варіанті показник вмісту білка становив 11,50 %, приріст до фону – 0,27 %.

Дослідженнями встановлено істотну залежність вмісту білка в зерні ячменю ярого від забезпеченості ґрунту легкогідролізованим азотом у фазу кушіння, яка описується рівнянням регресії

$$y = 0,034x + 6,727, \quad (1)$$

де  $y$  – вміст легкогідролізованого азоту в шарі ґрунту 0–20 см у фазі кушіння, мг/кг ґрунту;  $x$  – вміст білка в зерні, %.

Коефіцієнт множинної детермінації ( $R$ ) дорівнює 0,97, що вказує на тісний кореляційний зв'язок між ознаками.

**Висновки.** Дослідженнями встановлено, що застосування мінеральних добрив за вирощування ячменю ярого позитивно впливає на зміну вмісту легкогідролізованого азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу. Кращі умови забезпеченості ґрунту цим елементом у фазі кушіння створюються за внесення  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , де вміст легкогідролізованого азоту в шарі ґрунту 0–20 см становив 134 мг/кг ґрунту, що перевищувало контроль на 40 мг/кг ґрунту.

Позакореневі підживлення посіву ячменю ярого добривом органічного походження Фертігрейн Фоліар на різних фонах мінерального живлення є ефективним заходом підвищення вмісту білка в зерні. Так, проведення підживлення на фоні мінеральних добрив  $N_{60}P_{60}K_{60}$  забезпечує вміст білка в зерні на рівні 11,5 %, що було найвищим показником у досліді. Приріст вмісту білка відносно фону (мінеральних добрив) становив 0,27 %.

#### Бібліографічний список

1. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2013. 406 с.
2. Кірізій Д. А., Шегеда І. М. Розподіл азоту в донорно-акцепторній системі рослин та його роль у продукційному процесі. *Фізіологія рослин і генетика*. 2019. Т. 51, № 2. С. 114–132.
3. Лісовий М. В., Малярець Л. М. Визначення залежності вмісту білка в зерні пшениці озимої від показників родючості ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 2 (791). С. 16–22.
4. Мірошніченко М. М. Управління якістю зерна ячменю: рекомендації. Харків: Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2010. 55 с.
5. Pecio A. Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania wielkości i jakości plonu ziarna jęczmienia browarnego. *Fragmenta Aronomica*. 2012. № 4 (76). P. 77–85.

Стаття надійшла 23.02.2021

## ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД РОЗРАХУНКОВИХ НОРМ ДОБРИВ ПІД ЗАПРОГРАМОВАНУ ВРОЖАЙНІСТЬ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

**Б. Пархуць, к. с.-г. н.**

ORCID ID: 0000-0001-9874-1744

*Львівський національний аграрний університет*

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.158>

### **Пархуць Б. Продуктивність пшениці озимої залежно від розрахункових норм добрив під запрограмовану врожайність в умовах Західного Лісостепу**

Представлено результати вивчення впливу рівня мінерального удобрення на запрограмовану врожайність 55, 60 і 65 ц/га пшениці озимої сорту Кубус на темно-сірих опідзолених ґрунтах Західного Лісостепу України. Вміст рухомих форм азоту, фосфору і калію в темно-сірому опідзоленому ґрунті такий: легкогідролізованого азоту за Тюриним-Коновою – 8,8 мг, рухомого фосфору – 10,2 мг і обмінного калію за Чириковим – 11,3 мг на 100 г ґрунту. До схеми досліду були залучені такі варіанти: контроль – без добрив; рекомендована норма для заданої зони  $N_{120}P_{90}K_{90}$  (1,00 : 0,75 : 0,75); розрахункова норма добрив  $N_{121,0}P_{74,7}K_{91,7}$  (1,00 : 0,62 : 0,76) під запрограмовану врожайність 55 ц/га; розрахункова норма добрив  $N_{141,0}P_{88,5}K_{108,8}$  (1,00 : 0,63 : 0,77) під запрограмовану врожайність 60 ц/га; розрахункова норма добрив  $N_{161,0}P_{102,2}K_{126,0}$  (1,00 : 0,63 : 0,78) під запрограмовану врожайність 65 ц/га.

Для розрахунків використовували такі коефіцієнти: коефіцієнт використання поживних речовин із ґрунту –  $N - 30$ ,  $P_2O_5 - 10$ ,  $K_2O - 20$ ; із мінеральних добрив –  $N - 80$ ,  $P_2O_5 - 40$ ,  $K_2O - 70$ .

Найбільшу врожайність, 63,4 ц/га, при запрограмованій урожайності 65 ц/га, у середньому за роки досліджень, одержали за внесення розрахункових мінеральних добрив у нормі  $N_{161,0}P_{102,2}K_{126,0}$ . Приріст урожайності у цьому варіанті становив 28,6 ц/га, або 82,2 %, а до рекомендованої норми  $N_{120}P_{90}K_{90}$  – 13,0 ц/га. Рекомендована норма  $N_{120}P_{90}K_{90}$  забезпечила врожайність 50,4 ц/га, що дало приріст урожайності до контролю 15,6 ц/га, або 44,8 %. Найнижча врожайність пшениці озимої – 34,8 ц/га – була на контрольному варіанті досліду – без внесення добрив.

Найвищий вміст білка, 11,6 %, і його загальний вихід, 7,35 ц/га, одержали за внесення розрахункової норми у варіанті за  $N_{161,0}P_{102,2}K_{126,0}$  на запрограмовану врожайність 65 ц/га. В інших варіантах вміст білка був дещо нижчий, а на контролі він був найнижчим і становив 10,6 % при загальному виході 3,69 ц/га.

За внесення розрахункової норми  $N_{161,0}P_{102,2}K_{126,0}$  одержали найвищий чистий прибуток 19040 грн/га та рівень рентабельності 100,2 %.

**Ключові слова:** пшениця озима, добрива, урожайність, якість.

### **Parkhuts B. Productivity of winter wheat depending on the calculated norms of fertilizers for the programmed yield in the Western Forest-Steppe**

The research presents results of studying the influence of the level of mineral fertilizers for the programmed yield of 55, 60 and 65 c/ha of winter wheat of Kubus variety on dark gray podzolic soils in the Western Forest-Steppe of Ukraine. The content of mobile forms of nitrogen, phosphorus and potassium in dark gray podzolic soil is as follows: lightly hydrolyzed nitrogen according to Tiurin-Kononova 8.8 mg, mobile phosphorus 10.2 mg and exchangeable potassium according to Chirikov 11.3 mg per 100 g of soil. The following options were included in the scheme of the experiment: control – without fertilizers; recommended norm for this zone  $N_{120}P_{90}K_{90}$  (1.00 : 0.75 : 0.75); the calculated norm of fertilizers  $N_{121,0}P_{74,7}K_{91,7}$  (1.00 : 0.62 : 0.76) for the programmed yield of 55 c/ha; calculated norm of fertilizers  $N_{141,0}P_{88,5}K_{108,8}$  (1.00 : 0.63 : 0.77) for the programmed yield of 60 c/ha; the calculated norm of fertilizers  $N_{161,0}P_{102,2}K_{126,0}$  (1.00 : 0.63 : 0.78) for the programmed yield of 65 c/ha.

The following coefficients were used for calculations: coefficient of nutrients utilization from soil –  $N-30$ ,  $P_2O_5 - 10$ ,  $K_2O - 20$ ; nutrients utilization coefficient from mineral fertilizers –  $N - 80$ ,  $P_2O_5 - 40$ ,  $K_2O - 70$ .

The highest yield of 63.4 c/ha with a programmed yield of 65 c/ha, on average over the years of research, was obtained by applying the calculated mineral fertilizers in the norm of  $N_{161,0}P_{102,2}K_{126,0}$ . The increase of yield in this variant was 28.6 c/ha, or 82.2 %, and to the recommended norm  $N_{120}P_{90}K_{90}$  – 13.0 c/ha. The recommended norm  $N_{120}P_{90}K_{90}$  provided a yield of 50.4 c/ha, which gave an increase in yield to control 15.6 c/ha, or 44.8 %. The lowest yield of winter wheat – 34.8 c/ha – was in the control variant of the experiment – without fertilizers.

The highest protein content of 11.6 % and its total yield of 7.35 c/ha was obtained by making the calculated norm in the variant of  $N_{161,0}P_{102,2}K_{126,0}$  for the programmed yield of 65 c/ha. In other variants, the protein content was slightly lower, and in the control it was the lowest and was 10.6 % with a total yield of 3.69 c/ha.

By introducing the calculated norm of  $N_{161,0}P_{102,2}K_{126,0}$ , the highest net profit of 19040 UAH/ha and the level of profitability of 100.2 % was achieved.

**Key words:** winter wheat, fertilizers, yield, quality.

**Постановка проблеми.** Проблему збільшення виробництва пшениці озимої вирішують переважно за рахунок подальшого значного підвищення продуктивності ріллі. Цьому сприяє актуальний напрям в агрономічній науці та сільськогосподарській практиці – програмування врожаїв. Низка вітчизняних і зарубіжних учених запропонувала декілька методів, завдяки яким можна розрахувати, яку кількість поживних речовин необхідно внести з органічними і мінеральними добривами, щоб одержати, наприклад, високі врожаї пшениці озимої, у відповідних ґрунтово-кліматичних умовах із відомим вмістом у ґрунті доступних форм азоту, фосфору та калію [4; 5].

Залежно від рівня врожайності пшениця озима може засвоїти близько 10–30 % елементів живлення з ґрунтових запасів, а решту потреби рослин забезпечують мінеральні добрива [2].

Орієнтовні коефіцієнти використання поживних речовин з ґрунту для пшениці озимої такі: азот – 20–35, фосфор – 5–15, калій – 8–20, а з мінеральних добрив коефіцієнти використання поживних речовин коливаються в таких межах: азоту – 50–80; фосфору – 20–45; калію – 55–80 [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Програмування врожаю стає одним із головних напрямів науково-технічного прогресу в сільському господарстві. Під програмуванням розуміють створення суворого регулювання факторів росту і розвитку рослин і в підсумку – врожаю сільськогосподарських культур, зокрема пшениці озимої. Проте сільськогосподарська наука має ще недостатньо даних стосовно регулювання факторів у польових умовах. Урожай і якість сільськогосподарських культур залежать від комплексу факторів їхнього росту і розвитку: переважно від родючості ґрунтів, кількості внесених добрив, сортів і якості насіння, рівня агротехнічних прийомів [3; 5; 6].

Дослідження з програмування врожаїв у різних зонах України на різних типах ґрунтів з різними культурами проводили В. Д. Муха, Р. М. Панас, В. А. Пилипець, Г. В. Устименко, О. В. Харченко, М. М. Городній.

Сьогодні наукові основи програмування врожаю розробляють більше ніж у двадцяти наукових закладах України. Рекомендовані ними

методи широко впроваджують за вирощування основних сільськогосподарських культур [5].

В основі визначення оптимальних норм добрив є балансовий метод розрахунку за кожним елементом живлення. Розрахунково-балансовий метод ґрунтується на порівнянні валового виносу елементів живлення запрограмованою врожайністю з можливим виносом їх за рахунок запасів елементів живлення у ґрунті.

Результати досліджень показали, що на ґрунтах зі середнім рівнем забезпеченості рослин рухомими формами основних елементів живлення оптимальною нормою мінеральних добрив під пшеницю озиму є  $N_{90-120}P_{90-100}K_{90-100}$  [2].

Рекомендовані норми мінеральних добрив у різних ґрунтово-кліматичних зонах різні, причому різняться вони переважно від типу ґрунту попередника й сорту. Тому необхідно було встановити в умовах Західного Лісостепу на темно-сірих опідзолених ґрунтах для сорту пшениці озимої Кубус розрахункові норми внесення мінеральних добрив на запрограмовану врожайність 55, 60 і 65 ц/га для досягнення найкращих показників її продуктивності та якості.

**Постановка завдання.** Основним завданням наших досліджень було встановити вплив рівня мінерального удобрення на запрограмовану врожайність 55, 60 і 65 ц/га пшениці озимої сорту Кубус на темно-сірих опідзолених ґрунтах Західного Лісостепу України.

**Виклад основного матеріалу.** Для одержання запрограмованого врожаю дослідження проводили впродовж 2017–2020 рр. в умовах Рогатинського району Івано-Франківської області. Вміст рухомих форм азоту, фосфору й калію в темно-сірому опідзоленому ґрунті такий: легкогодіролізованого азоту за Тюрніним-Коновою 8,8 мг, рухомого фосфору – 10,2 мг і обмінного калію за Чириковим – 11,3 мг на 100 г ґрунту.

До схеми досліду входили такі варіанти: контроль – без добрив; рекомендована норма для заданої зони  $N_{120}P_{90}K_{90}$  (1,00 : 0,75 : 0,75); розрахункова норма добрив  $N_{121,0}P_{74,7}K_{91,7}$  (1,00 : 0,62 : 0,76) під запрограмовану врожайність – 55 ц/га; розрахункова норма добрив  $N_{141,0}P_{88,5}K_{108,8}$  (1,00 : 0,63 : 0,77) під запрограмовану врожайність – 60 ц/га; розрахункова норма добрив  $N_{161,0}P_{102,2}K_{126,0}$  (1,00 : 0,63 : 0,78) під запрограмовану врожайність – 65 ц/га.

Азотні добрива у формі аміачної селітри (34 %, ГОСТ 2-85) вносили восени в передпосівну культивування та навесні у III і IV етапах органогенезу. Фосфорні у формі гранульованого суперфосфату (19 %, ГОСТ – 5956-78) і калійні у формі калію хлористого (56 %, ГОСТ 4568-95) вносили в передпосівну культивування. Посівна площа елементарної ділянки становила 100 м<sup>2</sup>, а облікової – 65 м<sup>2</sup> у чотириразовому повторенні [1]. Попередником була вико-вівсяна суміш.

Вирощували районований сорт пшениці озимої Кубус, занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні з 2010 року. Технологія вирощування загально-прийнята для Західного Лісостепу України. Метеорологічні умови були сприятливими впродовж проведення досліджень. Для якісної оцінки врожаю визначали вміст білкового азоту в зерні на інфрачервоному аналізаторі «Інфрарід – 61».

Розрахунок норми азоту, фосфору й калію під запрограмовану врожайність 55, 60 і 65 ц/га проводили за формулою [2]:

$$H_{азоту} = \frac{100 \times Y \times B - C \times K_z}{K_o},$$

де  $Y$  – запрограмована врожайність, т/га;  $B$  – винос елементів живлення для формування 1 ц зерна, кг;  $C$  – запас рухомих сполук елемента живлення у ґрунті, кг/га;  $K_z$  – коефіцієнт використання поживних речовин з ґрунту;  $K_o$  – коефіцієнт засвоєння елемента живлення з добрив.

$$H_{азоту} = \frac{100 \times Y \times B - C \times K_z}{K_o} = \frac{100 \times 5,5 \times 32 - 264 \times 30}{80} = \frac{9680}{80} = 121,0 \text{ кг/га};$$

$$H_{фосфору} = \frac{100 \times Y \times B - C \times K_z}{K_o} = \frac{100 \times 5,5 \times 11 - 306 \times 10}{40} = \frac{2990}{40} = 74,7 \text{ кг/га};$$

$$H_{калію} = \frac{100 \times Y \times B - C \times K_z}{K_o} = \frac{100 \times 5,5 \times 24 - 6780 \times 20}{70} = \frac{6420}{70} = 91,7 \text{ кг/га. Ана}$$

логічно розраховували норми внесення азоту, фосфору й калію на запрограмований урожай 60 і 65 ц/га пшениці озимої.

У таблиці наведено фактичну врожайність і вміст білка у зерні пшениці озимої в середньому за 2018–2020 рр.

Найбільшу врожайність – 63,4 ц/га, у середньому за роки досліджень, одержали за внесення розрахункових мінеральних добрив у нормі N<sub>161,0</sub>P<sub>102,2</sub>K<sub>126,0</sub>. Приріст урожайності в цьому варіанті становив 28,6 ц/га, або 82,2 %, а до рекомендованої норми – N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> 13,0 ц/га. Рекомендована норма N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> забезпечила врожайність 50,4 ц/га, що дало приріст урожайності 15,6 ц/га, або 44,8 %.

Таблиця

**Вплив норм мінеральних добрив на врожайність і вміст білка у зерні пшениці озимої (середнє за 2018–2020 рр.)**

Варіант досліджу	Урожайність, ц/га	Приріст урожайності		Вміст білка, %	Загальний вихід білка, ц/га	Приріст виходу білка	
		ц/га	%			ц/га	%
Контроль – без добрив	34,8	-	-	10,6	3,69	-	-
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	50,4	15,6	44,8	11,2	5,64	1,95	52,8
N <sub>121,0</sub> P <sub>74,7</sub> K <sub>91,7</sub>	54,8	20,0	57,5	11,4	6,25	2,56	69,4
N <sub>141,0</sub> P <sub>88,5</sub> K <sub>108,8</sub>	59,1	24,3	69,8	11,5	6,80	3,11	84,3
N <sub>161,0</sub> P <sub>102,2</sub> K <sub>126,0</sub>	63,4	28,6	82,2	11,6	7,35	3,7	99,2

НІР<sub>05</sub>

0,7–1,0 ц/га

Найнижчу врожайність пшениці озимої, 34,8 ц/га, одержали у контрольному варіанті – без внесення добрив.

Найвищий вміст білка, 11,6 %, і його загальний вихід – 7,35 ц/га одержали за внесення

розрахункової норми у варіанті за N<sub>161,0</sub>P<sub>102,2</sub>K<sub>126,0</sub> на запрограмовану врожайність 65 ц/га. В інших варіантах вміст білка був дещо нижчий, а найнижчим він був у контрольному варіанті – 10,6 % при загальному виході білка 3,69 ц/га.



Найнижчий прибуток, 7880 грн/га, і рівень рентабельності 60,6 % одержано у контрольному варіанті – без внесення добрив.

У третьому й четвертому варіантах дослідів чистий прибуток і рівень рентабельності відповідно становили 15880 і 17460 грн/га та 93,4 і 97,0 %.

Найвищу економічну ефективність одержано за внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{161,0}P_{102,2}K_{126,0}$  на запрограмований урожай 65 ц/га, але фактично одержаний 63,4 ц/га: чистий прибуток 19040 грн/га; рівень рентабельності 100,2 %.

**Висновки.** На темно-сірих опідзолених ґрунтах Західного Лісостепу України за вирощування пшениці озимої сорту Кубус після попередника вико-вівсяної суміші пропонуємо вносити мінеральні добрива під запрограмовану врожайність 55 ц/га в нормі  $N_{121,0}P_{74,7}K_{91,7}$ , 60 ц/га в нормі  $N_{141,0}P_{88,5}K_{108,8}$  і 65 ц/га в нормі  $N_{161,0}P_{102,2}K_{126,0}$ . За такого внесення мінеральних добрив можна одержати приблизно такі ж урожайності – 54,8, 59,1 і 63,4 ц/га, як і запрогра-

мовані. Чистий прибуток у зазначених варіантах становив від 15880 до 19040 грн/га, а рівень рентабельності – від 93,4 % до 100,2 %.

#### Бібліографічний список

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Лопушняк В. І., Шевчук М. Й., Полухович М. М., Пархуць Б. І., Пархуць І. М. 555 запитань і відповідей з агрохімії та агрохімсервісу: навч.-довід. посіб. / за ред. В. І. Лопушняка. Львів: Простір-М, 2018. 488 с.
3. Мороз Н. В. Програмування врожайності та якості зернових культур. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2011. № 717: Комп'ютерні системи та мережі. С. 105–107.
4. Плішко А. Програмування врожаїв. *Пропозиція*. 2009. № 4. С. 38–39.
5. Харченко О. В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур: навч. посіб. Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. 296 с.
6. Шаповал М. І. Основи програмування врожайності зернових культур. *Науковий вісник: зб. наук. праць*. 2007. Вип. 55. Тернопіль, 2007. С. 180–185.

Стаття надійшла 01.03.2021

УДК 631.15:631.81

**ВПЛИВ МАКРО- І МІКРОДОБРІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ****Л. Шинкарук, аспірант**

ORCID ID: 0000-0001-5635-1924

*Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН*<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.162>**Шинкарук Л. Вплив макро- і мікродобрив на врожайність кукурудзи**

Польові дослідження проведено впродовж 2018–2020 рр. на дослідному полі Науково-виробничого центру «Поділля» Подільського державного аграрно-технічного університету. У дослідженнях використовували гібрид LG 3258 (FAO 250).

Схема досліді передбачала вивчення ефективності застосування позакореневого підживлення мікродобривами в поєднанні з карбамідом 5 % та сульфатом магнію 5 % у такі фази вегетації кукурудзи: 10 листків, викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна на різних фонах удобрення:  $N_{80}P_{40}K_{60}$ ,  $N_{120}P_{80}K_{90}$  та  $N_{160}P_{120}K_{120}$ .

За результатами досліджень можна дійти висновку, що збільшення рівня мінерального удобрення та позакореневе підживлення позитивно впливало на масу 1000 зерен кукурудзи. Найбільший вплив на цей показник позакореневе підживлення мало при комплексному застосуванні: мікродобрива + карбамід 5 % + сульфат магнію 5 % у фазі після цвітіння. За внесення  $N_{80}P_{40}K_{60}$  маса 1000 насінин становила 302 г, на фоні  $N_{120}P_{80}K_{90}$  – 319 г. Найбільшу масу 1000 зерен одержано за удобрення  $N_{160}P_{120}K_{120}$  – 343 г, що більше на 36 г від контролю (без підживлень).

Удобрення кукурудзи в нормі  $N_{80}P_{40}K_{60}$  дозволило сформувати у середньому 9,98 т/га зерна кукурудзи. Застосування позакореневого підживлення (мікродобрива + карбамід 5 % + сульфат магнію 5 %) у фазі 10 листків забезпечило збільшення урожайності на 0,93 т/га, тобто 10,91 т/га зерна. Збільшення норми добрив сприяло збільшенню врожайності на 1,23 т/га без застосування підживлень (контроль) – 11,21 т/га. Проведення листового удобрення на цьому фоні у фазі 10 листків дозволило отримати 12,18 т/га. Найвищий рівень урожайності рослини кукурудзи сформували за удобрення  $N_{160}P_{120}K_{120}$  – 13,24 т/га за проведення позакореневого удобрення мікродобривами, карбамідом 5 % і сульфатом магнію 5 % у фазі 10 листків, що більше на 1,05 т/га, ніж у варіанті без підживлень на цьому ж фоні добрив.

**Ключові слова:** кукурудза, добрива, мікродобрива, позакореневе підживлення, урожайність, маса 1000 насінин.

**Shynkaruk L. Influence of macro- and micro-fertilizers on maize yield**

The field study was conducted during 2018-2020 on the research field of the Research and Production Center «Podillia» of Podolsk State Agrarian and Technical University. In the studies, a hybrid of LG 3258 (FAO 250) was used

The scheme of the experiment included studying the effectiveness of foliar fertilization in combination with urea 5 % and magnesium sulfate 5 % in the following phases of maize vegetation: 10 leaves, ejection of panicles, after flowering and grain filling on different fertilizer backgrounds:  $N_{80}P_{40}K_{60}$ ,  $N_{120}P_{80}K_{90}$  and  $N_{160}P_{120}K_{120}$ .

According to the research results, it can be concluded that the increase in the level of mineral fertilizer and foliar fertilization has a positive effect on the weight of 1000 corn grains. The greatest influence on this indicator was made by foliar fertilization at complex application: micronutrient fertilizers + urea 5 % + magnesium sulfate 5 % in a phase after flowering. With the application of  $N_{80}P_{40}K_{60}$ , the mass of 1000 seeds was 302 g, against the background of  $N_{120}P_{80}K_{90}$  – 319 g. The largest mass of 1000 grains was obtained with fertilizer  $N_{160}P_{120}K_{120}$  – 343 g, which was 36 g more than the control (without fertilization).

Fertilization of corn in the norm  $N_{80}P_{40}K_{60}$  allowed to form an average of 9.98 t/ha of corn grain. The application of foliar fertilization (micronutrient fertilizers + 5 % urea + 5 % magnesium sulfate) in the phase of 10 leaves provided an increase in yield by 0.93 t/ha, ie – 10.91 t/ha of grain. The increase in the rate of fertilizers contributed to an increase in yield by 1.23 t/ha without fertilizers (control) – 11.21 t/ha. Carrying out foliar fertilizer against this background in the phase of 10 leaves allowed obtaining 12.18 t/ha. The highest level of corn plant yield was formed for fertilizer  $N_{160}P_{120}K_{120}$  – 13.24 t/ha when applying foliar fertilizer with micronutrient fertilizers, urea 5 % and magnesium sulfate 5 % in the phase of 10 leaves, which is 1.05 t/ha more than in the version without fertilization the same background of fertilizers.

**Key words:** corn, fertilizers, micronutrient fertilizers, foliar fertilization, yield, weight of 1000 seeds.

**Постановка проблеми.** На врожайність кукурудзи впливає комплекс чинників, як-от: ґрунтово-кліматичні умови, сорт чи гібрид, забезпеченість поживними речовинами, контроль бур'янів, захист від шкідників і хвороб тощо.

Одним із найважливіших у комплексі заходів, спрямованих на підвищення врожайності кукурудзи, є застосування ефективної системи удобрення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Кукурудза утворює велику кількість вегетативної

маси за відносно короткий період інтенсивного росту, тому для формування високої врожайності культури необхідно забезпечити достатню кількість елементів живлення.

Норми добрив для кукурудзи вивчали І. Присташ [12], Р. Varlog [17], Г. Господаренко [2], О. Пілярська [11].

За даними Н. Рудавської, В. Гливи [13], удобрення кукурудзи в нормі  $N_{120}P_{90}K_{90}$  у зоні Західного Лісостепу підвищило врожайність на 30–38 % порівняно з неудобреними посівами.

У дослідженнях С. Танчика, Л. Цента [15] застосування добрив у нормі  $N_{90}P_{90}K_{90}$  збільшувало урожай на 24,7 %, а  $N_{120}P_{120}K_{120}$  – на 30,6 %.

За дослідженнями І. Свидилюка [14], продуктивність гібридів кукурудзи у Північному Лісостепу за удобрення  $N_{135}P_{135}K_{180}$  становить 8,13–8,99 т/га залежно від гібрида та методу боротьби з бур'янами.

В умовах Правобережного Лісостепу під впливом добрив, густоти та гібрида врожайність змінювалася від 5,08 т/га до 13,4 т/га, за даними С. Каленської [5].

Для оптимального розвитку рослини кукурудзи слід також забезпечити мікроелементами, які відіграють важливу роль у житті рослин. Вони беруть участь в окисно-відновних процесах, є каталізаторами ферментних реакцій. Часто мікроелементи в ґрунті є в недоступній для рослин формі і можуть стати лімітуючим чинником у формуванні врожайності. Зі зростанням основного удобрення збільшується потреба в мікроелементах. Одним із способів забезпечення рослин поживними елементами є позакореневе підживлення.

За дослідженнями Е. А. Захарченко [4], застосування цинку і мікродобрив сприяло підвищенню врожайності на 0,73–0,97 т/га.

Дослідженнями М. І. Поліщука та О. Д. Паламарчука встановлено, що застосування позакореневого підживлення забезпечує приріст урожаю 0,72–1,5 т/га [10].

У праці В. С. Цикова [16] зазначено, що позакореневе підживлення сумісно з азотними добривами дозволило отримати приріст урожаю на 11,8–12,4 %.

Застосування мікродобрив сприяло підвищенню стресостійкості та урожайності на 1,1–2,8 т/га, за даними О. А. Коваленка та А. В. Дробітька [6].

Позакореневе підживлення мікродобривами сприяло також зростанню висоти рослин та інших біометричних параметрів, покращувало якість одержаного урожаю [1; 7; 9].

Аналіз літератури показує, що проведено багато досліджень із вивчення удобрення та підживлення кукурудзи, проте немає єдиної думки щодо ефективної системи застосування добрив, що зумовлює подальші дослідження в цьому напрямі.

**Постановка завдання.** Наша мета – дослідження впливу позакорневих підживлень мікродобривами за різних норм основного удобрення на масу 1000 зерен і врожайність кукурудзи в умовах Лісостепу.

**Виклад основного матеріалу.** Польові дослідження проведено на дослідному полі Науково-виробничого центру «Поділля» Подільського державного аграрно-технічного університету згідно із загальноприйнятими методиками [3]. Збирання, облік урожаю та визначення вологості проводили у фазі повної стиглості зерна комбайном Haldrup C-85 з кожної ділянки досліду. Урожайність зерна кукурудзи перераховували на вологість 14 %. Масу 1000 зерен визначали за ДСТУ 4138–2002 [8].

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий, характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу – 3,27 %, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 116 мг/кг ґрунту, рухомих сполук фосфору (за Чириковим) – 95 мг/кг ґрунту, калію – 137 мг/кг ґрунту, рН – 6,5.

Попередник – озимі зернові. Технологія вирощування типова для регіону. Гібрид LG 3258 (ФАО 250), середньоранній.

Дослідження проводили на трьох фонах удобрення:  $N_{80}P_{40}K_{60}$ ,  $N_{120}P_{60}K_{100}$ , та  $N_{160}P_{80}K_{140}$ . Хімічний склад мікродобрив: Maize boost (9 % MgO, 7 %  $SO_2$ , 4 % Fe, 0,5 % B, 0,1 % Mo, 4,0 % Cu, 1,5 % Zn, 0,03 % Co) – 2,0 л/га; Рексолін ABC (29,5 %  $P_2O_5$ , 5 %  $K_2O$ , 4,5 % MgO, 3,1 % Zn) в нормі 0,2 кг/га; карбамід 5 %-й розчин; сульфат магнію ( $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$ ) 5 %-й розчин.

Кліматичні умови. У 2018 р. випало 564 мм опадів, що менше від середніх багаторічних значень на 28 мм, у наступних роках кількість опадів була вищою, у 2019 – 617 мм, у 2020 – 620 мм. Характер опадів був нерівномірний, часто зливовий (рис. 1).

Температурні показники в період вегетації відрізнялися від середніх багаторічних. За роки досліджень спостерігається зростання середньомісячних температур на 0,6–4,6 °С, за винятком травня 2020 р., який виявився холоднішим від середніх багаторічних даних на 1,7 °С (рис. 2).

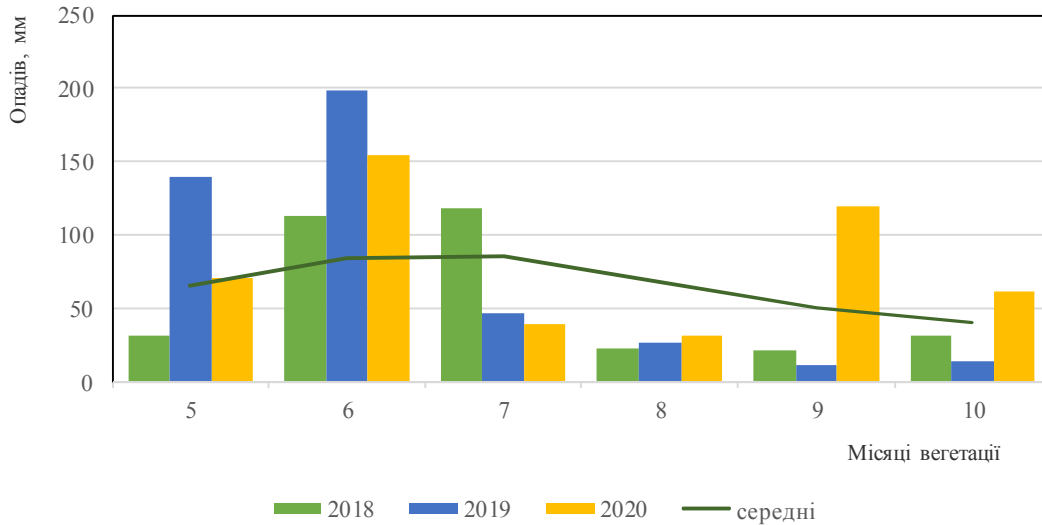


Рис. 1. Оподи в період вегетації за роки досліджень.

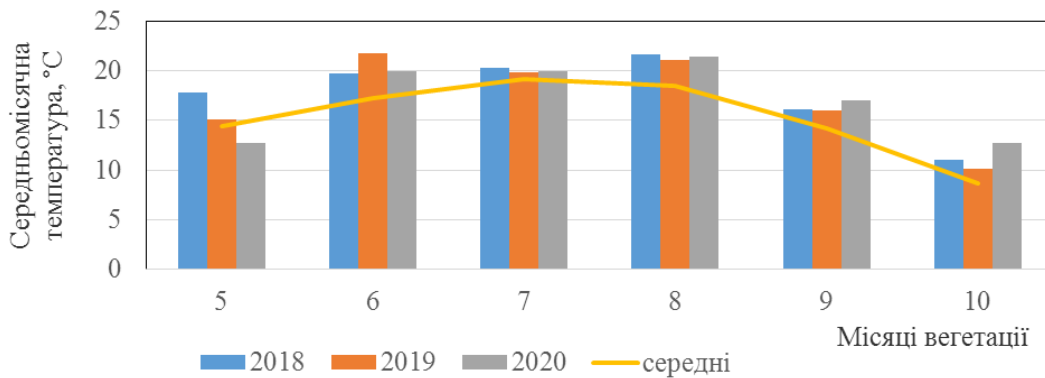


Рис. 2. Середньомісячні температури в період вегетації за роки досліджень.

Маса 1000 зерен, як показник крупності зерна, залежала від рівня основного удобрення та позакореневого підживлення (табл. 1).

З підвищенням рівня мінеральних добрив спостерігали збільшення маси 1000 зерен: 278, 293 та 310 г на контролі (без підживлення). За рахунок підживлення у фазі 10 листків мікродобривами, карбамідом і сульфатом магнію отримали зростання цього показника на 11, 12 та 19 г на різних фонах удобрення.

Найбільші значення маси 1000 зерен отримали у варіанті позакореневого підживлення після цвітіння мікродобривами, карбамідом і сульфатом магнію на всіх рівнях удобрення, які становлять 302, 319 та 346 г, що більше від контролю на 24, 26 і 36 г.

Після цвітіння волоті відбуваються процеси запліднення та формування зернівок, які залежать від кліматичних чинників і забезпечення поживними елементами. У фазі молочної стиглості триває накопичення поживних речовин у зернівках,

що визначає надалі їхню масу. Покращання живлення рослин у цей період дає змогу підвищити масу 1000 зерен.

Підвищення норм мінеральних добрив і позакореневого підживлення позитивно впливало на формування врожайності зерна кукурудзи. Високі норми добрив  $N_{120}P_{80}K_{100}$  та  $N_{160}P_{80}K_{140}$  сприяли збільшенню врожайності порівняно з  $N_{80}P_{40}K_{60}$  (табл. 2).

Проведення позакореневого підживлення мікродобривами в оптимальні строки дозволяє частково або повністю забезпечити рослини кукурудзи поживними елементами, що впливає на рівень урожайності.

У варіанті без позакореневого підживлення отримали 9,98 т/га за удобрення  $N_{80}P_{40}K_{60}$ . Зі збільшенням норми добрив зростала урожайність кукурудзи – на 1,23 та 2,21 т/га до контролю на другому і третьому фонах добрив відповідно.

Таблиця 1

**Маса 1000 зерен кукурудзи залежно від удобрення та підживлення,  
2018–2020 рр., г**

Фаза росту	Добриво	Маса 1000 зерен, г		
		N <sub>80</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>90</sub>	N <sub>160</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>
Контроль (без підживлення)		278	293	310
10 листків	Мікродобрива	284	302	323
	Мікродобрива + карбамід	286	304	327
	Мікродобрива + карбамід + MgSO <sub>4</sub>	289	305	329
Викидання волоті	Мікродобрива	291	307	325
	Мікродобрива + карбамід	294	308	328
	Мікродобрива + карбамід + MgSO <sub>4</sub>	297	311	330
Після цвітіння	Мікродобрива	296	312	337
	Мікродобрива + карбамід	299	316	343
	Мікродобрива + карбамід + MgSO <sub>4</sub>	302	319	346
НР <sub>0,05</sub>				
2018		6,7	6,6	9,3
2019		7,8	7,7	10,8
2020		7,1	7,1	9,9

Примітка: \*МК – мікродобрива Рексолін АВС – 0,2 кг/га + Maize boost – 2, 0 л/га.

Таблиця 2

**Урожайність кукурудзи залежно від удобрення, 2018–2020 рр., т/га**

Варіант	1. Контроль (без підживлень)	Фаза розвитку рослин кукурудзи									
		10 листків			Викидання волоті			Після цвітіння			НР <sub>0,5</sub> т/га
		2. Мікродобрива*	3. МК + Карбамід 5 %	4. МК + Карбамід 5 % + MgSO <sub>4</sub> 5 %	5. Мікродобрива*	6. МК + Карбамід 5 %	7. МК + Карбамід 5 % + MgSO <sub>4</sub> 5 %	8. Мікродобрива*	9. МК + Карбамід 5 %	10. МК + Карбамід 5 % + MgSO <sub>4</sub> 5 %	
Фон 1 – N <sub>80</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub>											
2018	9,23	9,99	10,18	10,37	9,78	9,83	9,85	9,32	9,48	9,61	0,35
2019	11,32	11,63	11,81	11,95	11,53	11,6	11,77	11,43	11,51	11,75	0,18
2020	9,4	10,03	10,29	10,41	9,86	9,91	9,97	9,52	9,73	9,86	0,30
Середнє	9,98	10,55	10,76	10,91	10,39	10,45	10,53	10,09	10,24	10,41	-
Фон 2 – N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>											
2018	10,63	11,29	11,44	11,6	11,08	11,19	11,26	10,78	10,86	10,93	0,29
2019	12,34	12,59	12,77	12,9	12,46	12,67	12,81	12,46	12,55	12,72	0,17
2020	10,67	11,37	11,58	12,04	11,09	11,28	11,34	10,86	10,91	11,02	0,38
Середнє	11,21	11,75	11,93	12,18	11,54	11,71	11,8	11,37	11,44	11,56	-
Фон 3 – N <sub>160</sub> P <sub>80</sub> K <sub>140</sub>											
2018	11,58	12,76	12,97	13,24	12,2	12,36	12,57	11,75	11,84	11,92	0,54
2019	13,16	13,52	13,7	13,84	13,48	13,56	13,81	13,34	13,49	13,62	0,20
2020	11,84	12,29	12,51	12,63	12,17	12,33	12,17	12,04	12,12	12,18	0,22
Середнє	12,19	12,86	13,06	13,24	12,62	12,75	12,85	12,38	12,48	12,57	-

Примітка: \*МК – мікродобрива Рексолін АВС – 0,2 кг/га + Maize boost – 2, 0 л/га.

Найменш ефективно спрацювало позакорене підживлення при застосуванні у фазі після цвітіння на всіх трьох рівнях удобрення.

Листкове підживлення рослин впливало на врожайність кукурудзи залежно від складу та фази застосування. На фоні удобрення  $N_{80}P_{40}K_{60}$  підживлення мікродобривами було найефективнішим у фазі 10 листків і забезпечило збільшення урожаю в середньому на 0,93 т/га до контролю, при удобренні  $N_{120}P_{60}K_{100}$  приріст становив 0,97 т/га в середньому до контролю. Найбільшу ефективність позакореневого внесення мікродобрив мало на фоні добрив  $N_{160}P_{80}K_{140}$  у всі роки проведення досліджень. Найвищий врожай отримали за внесення мікродобрив + Карбамід 5 % +  $MgSO_4$  5 % у фазі 10 листків – 13,24 т/га. Приріст від позакореневого підживлення на цьому фоні становив 0,56 – 1,68 т/га залежно від рівня удобрення та року дослідження.

**Висновки.** Збільшення норми добрив з  $N_{80}P_{40}K_{60}$  до  $N_{160}P_{80}K_{140}$  забезпечило зростання врожайності з 9,98 т/га до 12,19 т/га, або на 2,21 т/га.

Внесення мікродобрив, сірчаноокислого магнію та карбаміду було найефективнішим у фазі 10 листків. Приріст урожайності на фоні  $N_{160}P_{80}K_{140}$  становить 1,05 т/га.

Маса 1000 зерен збільшилась з 278 г на фоні  $N_{80}P_{40}K_{60}$  до 310 г за підвищення норми добрив до  $N_{160}P_{80}K_{140}$ .

Більший вплив на масу 1000 зерен мало листкове підживлення мікродобривом + карбамідом 5 % + сульфатом магнію 5 % у пізні фазі після цвітіння.

#### Бібліографічний список

1. Гож О. А., Марченко Т. Ю., Котов Б. С. Вплив комплексних мікродобрив на основні біометричні параметри гібридів кукурудзи. «Біологічні дослідження–2014»: зб. наук. праць V Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. 2004. С. 28–31.
2. Господаренко Г. М. Розробка та обґрунтування інтегрованої системи удобрення в польовій сівозміні на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук. Київ, 2001. 42 с.
3. ДСТУ 4138-2002. Насіння с.-г. культур. Методи визначення якості. Київ: Держспоживстандарт України. 2002, 173 с.
4. Захарченко Е. А. Ефективність застосування цинку при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2019. Вип. 4. С. 8–14.
5. Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. Особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від удобрення, густоти стояння рослин та погодних умов. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 101. С. 42–49.
6. Коваленко О. А., Дробітько А. В. Вплив мікро- та функціональних добрив на стресостійкість і продуктивність кукурудзи за умов зміни клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: матеріали Міжн. наук.-практ. конф., м. Київ, 13–14 берез. 2018 р.* Київ: Агроосвіта, 2018. С. 727–730.
7. Крестьянінов Є. В., Срмакова Л. М., Антал Т. В. Формування врожаю та якості зерна кукурудзи залежно від фону та позакореневого підживлення посівів в умовах лівобережного Лісостепу. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. Т. 10, № 1. С. 18–26.
8. Мельник С. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні; Міністерство аграрної політики та продовольства України. Український інститут експертизи сортів рослин. Київ, 2016. 81 с.
9. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Оцінка індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи за допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. *Зернові культури*. 2018. Т. 2. № 1. С. 101–108.
10. Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Вплив позакореневих підживлень на продуктивність гібридів кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 102–109.
11. Пілярська О. О. Продуктивність гібриду кукурудзи Крос 221 М залежно від умов зволоження та густоти стояння рослин в умовах південного Степу України: дисертація ... канд. с.-г. наук. Херсон, 2016. 165 с.
12. Присташ І. В. Агрохімічна оцінка застосування добрив під кукурудзу на зерно у сівозміні на лучно-чорноземному карбонатному ґрунті Лісостепу України: дис. ... канд. с.-г. наук. Київ, 2005. 20 с.
13. Рудавська Н. М., Глива В. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. № 64. С. 120–132.
14. Свидинюк І. М., Асанішвілі Н. М., Величко В. П. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від технологічних факторів у північному Лісостепу. *Землеробство*. 2006. № 78. С. 40–46.
15. Танчик С. П., Центило Л. В. Особливості удобрення кукурудзи за її вирощування на чорноземі типовому в Лісостепу України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 269. С. 74–83.
16. Циков В. С., Дудка М. І., Шевченко О. М., Носов С. С. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 23–27.
17. Barlog P., Frackowiak-Pawlak K. Effect of mineral fertilization on yield of maize cultivars differing in maturity scale. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*. 2008. Т. 7, № 4. Р. 5–17.

Стаття надійшла 22.03.2021

Розділ 7

ТВАРИННИЦТВО

УДК 636.084:636.2:636.082.4

**ВПЛИВ ЗГОДОВУВАННЯ ЗАХИЩЕНОГО ЖИРУ  
НА ВІДТВОРЮВАЛЬНІ ФУНКЦІЇ КОРІВ**

**С. Павкович<sup>1</sup>, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-0844-3071*

**С. Вовк<sup>2</sup>, д. б. н.**

*ORCID ID: 0000-001-8387-1343*

**В. Бальковський<sup>1</sup>, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-3995-1909*

**Н. Огородник<sup>1</sup>, д. вет. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-7428-9973*

**М. Іванків<sup>1</sup>, к. с.-г. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-4911-2877*

<sup>1</sup>*Львівський національний аграрний університет*

<sup>2</sup>*Інститут сільського господарства Карпатського регіону України*

<https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.167>

**Павкович С., Вовк С., Бальковський В., Огородник Н., Іванків М. Вплив згодовування захищеного жиру на відтворювальні функції корів**

Наведено результати досліджень впливу згодовування коровам першого періоду лактації тваринного жиру та захищеного у формі кальцієвих солей тваринного жиру на такі показники відтворювальних функцій: індекс осіменіння, заплідненість після першого осіменіння, тривалість сервіс-періоду, тривалість міжотельного періоду та коефіцієнт відтворювальної здатності.

У корів після отелення спостерігається брак енергії, а це призводить до мобілізації власних джерел енергії та до її нестачі на відновлення репродуктивних функцій у корів.

Одним зі способів вирішення енергетичних проблем під час годівлі корів у вказаний період є введення до їхніх раціонів жирних добавок. Проте високий вміст жиру в раціоні корів негативно впливає на рубцеве травлення. Тому для зменшення негативного впливу жирів використовують різні методи їх захисту, одним із яких є виготовлення кальцієвих солей жирних кислот.

Для дослідів відбирали корів української чорно-рябої молочної породи першого періоду третьої лактації у зимово-стійловий період. Тварини були розділені на три групи за принципом аналогів. До складу раціону тварин першої групи не вводили жирних добавок. До раціону корів другої групи взамін частини зернової суміші вводили легкоплавну фракцію яловичого жиру, а коровам третьої дослідної групи згодовували захищену легкоплавну фракцію яловичого жиру у формі кальцієвих солей.

Використання у складі раціону корів нативного і, особливо, захищеного у формі кальцієвих солей кормового тваринного жиру знижує індекс осіменіння корів.

Згодовування кальцієвих солей підвищує заплідненість корів після першого осіменіння.

Введення до складу раціону тваринного кормового жиру у формі кальцієвих солей достовірно зменшує тривалість сервіс-періоду у корів.

Тривалість міжотельного періоду у корів, яким згодовували тваринний жир і, особливо, кальцієві солі жирних кислот, зменшується.

Коефіцієнт відтворювальної здатності у корів, яким до складу раціону вводили захищений у формі кальцієвих солей тваринний кормовий жир, був достовірно вищим.

**Ключові слова:** тваринний жир, кальцієві солі жирних кислот, корови, відтворювальні функції.

**Pavkovich S., Vovk S., Balkovskiy V., Ohorodnyk N., Ivankiv M. Impact of cows feeding with protected fats on their reproductive function**

The article presents outcomes of the research on the impact of feeding cows of the first lactation period with the animal protected fats in the form of calcium salts on the indices of their reproductive functions, such as insemination index, fertility after the first insemination, duration of the service period, calving interval, and the factor of reproducibility.

After calving, the cows suffer from the deficit of energy and rise their personal sources of energy. It causes reduction of their reproductive functions.

One of the ways to solve the energy problems in the cows feeding is to introduce fat supplements into their diet. However, a high content of fat in the diet of cows negatively influences the ruminal digestion. Therefore, to reduce the negative impact of fats, different methods of protection were used, including production of calcium salts of fatty acids.

The experiment was conducted on the Ukrainian black-spotted dairy breed of the first period of the third lactation in the winter-stall period. All animals were divided into three groups according to the analogue principles. The diet of the first group of animals did not include fatty supplements. In the diet of the second group, a share of grain mixture was replaced with a low-melting fraction of beef fat, whereas the third group was fed with the protected low-melting fraction of beef fat in the form of calcium salts.

Native and particularly protected animal fat in the form of calcium salts in the diet of cows causes reduction of their insemination index.

The calcium salts in the diet of cows increases cows' fertility after the first insemination.

Introduction of the animal feeding fat in the form of calcium salts into the diet of cows definitely reduces duration of the cows' service period.

The calving interval of cows, which are fed with the animal fat and particularly calcium salts, is reduced.

The factor of reproducibility of cows, which were fed with the protected fats in the form of calcium salts, was definitely higher.

**Key words:** animal fat, calcium salts of fatty acids, cows, reproductive function.

**Постановка проблеми.** Відтворення є однією з найбільших проблем молочного скотарства. На показники відтворення тварин впливає багато чинників. Зокрема, збалансована за всіма показниками, особливо енергією, годівля, яка забезпечує швидше відновлення корів після отелення [9]. Після отелення у корів виникає дефіцит енергії, оскільки в цей період, унаслідок зменшення об'єму рубця у сухостійний період і збільшення матки за рахунок плода, корова не може споживати достатньої кількості корму для забезпечення потреби в поживних речовинах та енергії, яка збільшується внаслідок зростання молочної продуктивності. Дефіцит у раціоні енергії призводить до мобілізації її джерел, що спричинює її нестачу на відновлення фізіологічних функцій відтворення у корів. Вказане призводить до збільшення тривалості сервіс-періоду та зниження заплідненості корів. За негативного енергетичного балансу овуляція не відбувається, а корови, відповідно, не запліднюються.

Компенсування витрат енергії відбувається за рахунок ендогенних запасів жиру і білка в організмі, а це призводить до зниження живої маси корів, їхньої продуктивності та погіршення репродуктивних функцій.

Для підвищення рівня енергії в раціоні корів у перший період лактації часто застосовують концентратний тип годівлі. Проте високий вміст у раціоні корів концентратів посилює бродіння в рубці, що призводить до зміни співвідношення ацетату і пропіонату, розвитку ацидотичних явищ в організмі [8], порушення обміну речовин в

організмі корів, а це сприяє виникненню захворювань статевого апарату самок, найбільш розповсюдженими серед яких є гіпофункція, кісти та персистентні жовті тіла яйників, які є основною причиною збільшення тривалості відновлювального та сервіс-періодів у корів [3].

Інший шлях вирішення енергетичних проблем у годівлі корів полягає у введенні до їхніх раціонів жирів.

Але збільшення нативного жиру в раціоні дійних корів негативно впливає на рубцеве травлення. Тому необхідно мінімізувати негативний вплив незахищених жирів на ферментацію в рубці жуйних. Із цією метою використовують багато методів захисту жирів перед згодовуванням їх у складі раціонів різних вікових і продуктивних груп великої рогатої худоби [2].

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Годівля має безпосередній вплив на функцію яйників, зокрема на ріст і розвиток оваріальних фолікулів у корів і телиць [4]. Зниження споживання тваринами енергії призводить до зміни кількості малих антральних фолікулів у яйниках [12]. Виявлена також залежність між рівнем годівлі корів, швидкістю росту овуляторного фолікула і його розмірами [7]. Енергетичне забезпечення організму є основним чинником, який впливає на ріст доміантних фолікулів у яйниках корів [5]. Виявлена також залежність між засвоєнням поживних речовин в організмі, нормальним розвитком фолікулів у яйниках, кількістю ооцитів і заплідненням [13].



Введення кормового жиру до раціонів позитивно впливає на рівень стероїдних гормонів у корів у період лактації та відновлення естрального циклу [10]. Введення жирів до раціону впливає на вміст стероїдних гормонів у крові корів перед отеленням, підвищує кількість фолікулів після пологів і вміст загального холестерину в сироватці крові корів [6].

Використання у раціонах годівлі жуйних тварин жирових добавок підвищує вміст холестерину в крові, що може збільшувати його використання для стероїдогенезу. Додавання до складу раціону жиру збільшує виділення холестерину з ліпопротеїнових комплексів у тонкому кишечнику, який є основною ділянкою синтезу холестерину *de novo* у жуйних тварин.

Жири, що надходять із кормами в організм корів, необхідні для синтезу холестерину, який у ході проміжного метаболізму використовується для синтезу гормонів кори надниркових і статевих залоз.

Проте високий вміст незахищеного жиру в раціоні жуйних знижує перетравність клітковини внаслідок обволікання останньої жировою оболонкою, змінює мікрофлору рубця внаслідок негативного впливу жиру, пригнічує активність рубцевої мікрофлори поверхнево-активною дією жирних кислот на клітинні мембрани, знижує доступність катіонів через нерозчинність сполук, утворених довголанцюговими жирними кислотами.

Використання ж у годівлі жуйних захищених жирів дозволяє уникнути ферментації жирів у рубці, а їх розщеплення відбувається переважно у кишечнику [14].

Встановлено, що згодовування захищених жирових добавок скорочує сервіс-період у корів і позитивно впливає на їхні репродуктивні функції [1].

**Постановка завдання.** Наша мета – дослідити вплив згодовування у складі раціону корів захищених жирів у формі кальцієвих солей на такі репродуктивні показники, як індекс осіменіння, заплідненість після першого осіменіння, тривалість сервіс-періоду, тривалість міжотельного періоду та коефіцієнт відтворювальної здатності.

**Виклад основного матеріалу.** Для дослідів відбирали корів української чорно-рябої молочної породи першого періоду третьої лактації у зимовостійловий період. Тварини були розділені на три групи по 10 голів у кожній за принципом аналогів. До складу раціону тварин першої групи входили: сіно конюшинне, сінаж конюшинний, силос кукурудзяний, зернова суміш за складом: пшенична дерть, ячмінна дерть, вівсяна дерть і премікс. До раціону корів другої групи впродовж експериментального періоду взамін частини зернової суміші вводили легкоплавну фракцію яловичого жиру у кількості 2 % від маси сухої речовини раціону, а коровам третьої дослідної групи згодовували у вказаній кількості захищену легкоплавну фракцію яловичого жиру у формі кальцієвих солей. Раціони тварин були збалансовані за вмістом енергії і окремих поживних речовин. Осіменіння корів здійснювали штучним способом.

Отримані дані обробляли статистично, використовуючи стандартні комп'ютерні програми.

У табл. 1 наведено жирнокислотний склад використовуваної в раціоні корів жирової добавки.

Додавання до раціону корів жирових добавок мало позитивний вплив на їх відтворювальні функції (табл. 2). Зокрема, індекс осіменіння у групі корів, яким згодовували тваринний кормовий жир, був меншим порівняно з контрольною на 4 %, а у групі тварин, яким згодовували захищений тваринний жир у формі кальцієвих солей, – на 15 %.

Таблиця 1

Жирнокислотний склад жирової добавки

Жирна кислота	Легкоплавна фракція яловичого жиру
Міристинова, C <sub>14:0</sub>	2,6
Пальмітинова, C <sub>16:0</sub>	34,9
Стеаринова, C <sub>18:0</sub>	15,7
Олеїнова, C <sub>18:1</sub>	43,5
Лінолева, C <sub>18:2</sub>	2,7
Ліноленова, C <sub>18:3</sub>	0,6

## Відтворювальна функція корів

Показник	Група тварин		
	1	2	3
Індекс осіменіння	2,6±0,5	2,5±0,48	2,2±0,44
Заплідненість після першого осіменіння	30,0	30,0	40,0
Тривалість сервіс-періоду, днів	114±4,8	108±5,7	99±4,5*
Тривалість міжотельного періоду, днів	396±8,1	391±6,9	381±9,5
Коефіцієнт відтворювальної здатності	0,92±0,01	0,93±0,02	0,95±0,01*

Примітка: \*P<0,05.

Заплідненість після першого осіменіння була вища у корів третьої групи.

Тривалість сервіс-періоду у корів, яким згодовували тваринний кормовий жир, був коротший на 6 діб порівняно з контролем, а у корів, яким згодовували кальцієві солі жирних кислот, вказана різниця була достовірною і становила 15 діб.

Тривалість міжотельного періоду у другій дослідній групі була коротша на 5 діб, а у третій – на 15 діб порівняно з тваринами контрольної групи.

Коефіцієнт відтворювальної здатності у корів контрольної групи становив 0,92, у тварин другої групи був на 0,01 вищим, а у третьої групи різниця вказаного коефіцієнта була достовірною і вища на 0,03.

Поліпшення відтворювальних функцій у корів дослідних груп можна пояснити підвищенням енергетичної поживності раціонів і зменшенням негативного впливу жирів на процеси рубцевого травлення захистом останніх. Дослідженнями встановлено, що вміст поживних речовин і енергії в організмі тварин у період інтенсивної лактації впливає на відновлення функцій яйників і на здатність до запліднення [11].

**Висновки.** Згодовування коровам тваринного жиру і, особливо, тваринного жиру, захищеного у формі кальцієвих солей, позитивно впливає на досліджувані функції відтворення. Використання у складі раціонів дійних корів добавок тваринного жиру та виготовлених на його основі кальцієвих солей жирних кислот знижує індекс осіменіння, тривалість сервіс- і міжотельного періодів, підвищує заплідненість після першого

осіменіння та коефіцієнт відтворювальної здатності.

## Бібліографічний список

1. Вовк С. О., Павкович С. Я., Петриняк Я. Д. Стимуляція репродуктивних функцій у самок жуйних тварин добавками до раціонів поліненасичених жирних кислот. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. 2013. Вип. 25 (1). С. 89–197.
2. Вовк С. О., Павкович С. Я. Захищені ліпіди і жирні кислоти у раціонах годівлі великої рогатої худоби. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 4. С. 48–51.
3. Методи підвищення репродуктивної здатності молочних корів: рекомендації / С. В. Кузєбний та ін. Чубинське, 2018. 24 с.
4. Armstrong D. G., Gong J. G., Webb R. Interaction between nutrition and ovarian activity in cattle: physiological, cellular and molecular mechanisms. *Reproduction in domestic ruminants. V. Reproduction*. 2003. Suppl. 61. P. 403–411.
5. Buttler W. R. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Prod. Sci.* 2000. V. 60–61. P. 449–459.
6. De Fries C. A., Neuendorff D. A., Randel R. D. Fat supplementation influences postpartum reproductive performance of Brahman cows. *J. Anim. Sci.* 1998. Vol. 69. P. 3826–3837.
7. Effect of dietary energy and protein on bovine follicular dynamics and embryo production in vitro: associations with the ovarian insulinlike growth factor system / D. G. Armstrong et al. *Biol. Reprod.* 2001. Vol. 64. P. 1624–1632.
8. Effects of transition diets varying in dietary energy density on lactation performance and ruminal parameters of dairy cows / E. Rabelo et al. *J. Dairy Sci.* 2003. No. 86 (3). P. 916–925.
9. Lucy M. C. Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Reproduction in domestic animals. V. Reproduction*. 2003. Vol. 61. P. 415–417.

10. Mystkowski P., Schwartz M. W. Gonadal steroids and energy homeostasis in the leptin era. *Nutrition*. 2000. Vol. 16. P. 937–946.
11. Reist M., Erdin D. K., von Euw D. Postpartum reproductive function: association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows. *Theriogenology*. 2003. Vol. 59, No. 8. P. 1139–1151.
12. Steroidogenesis in bovine granulosa cells: the effect of short-term changes in dietary intake / D. G. Armstrong et al. *Reproduction*. 2002. Vol. 123. P. 371–378.
13. Webb R. Control of follicular growth: local interaction and nutritional influences. *J. Anim. Sci.* 2004. Vol. 82. P. 63–74.
14. Zinn R. A. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 2000. 78(7). P. 1738–1746.

Стаття надійшла 26.02.2021

### ВETERАН АГРАРНОЇ ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ: ДО 70-РІЧЧЯ П. Д. ЗАВІРЮХИ



6 грудня 2020 року минуло 70 років П.Д. Завірюсі – кандидату сільськогосподарських наук, в.о. професора, багаторічному декану факультету агротехнологій та екології Львівського НАУ (1999–2014, 2016–2017), завідувачу кафедрою генетики, селекції та захисту рослин (з 2007 р.).

Петро Данилович народився в багатодітній селянській сім'ї на Волині, у с. Смолигів Луцького району. Батьки Данило Осипович і Ганна Василівна – прості трудівники-колгоспники. У 1965 р. Петро продовжив навчання у Торчинській десятирічці Луцького району, що за 5 км від батьківської оселі.

Після закінчення із срібною медаллю школи Петро Данилович 1967 року вступив на агрономічний факультет Львівського сільськогосподарського інституту. Любов до землі, до щоденної важкої селянської праці визначили уподобання школяра – стати агрономом, законодавцем поля, та полегшити працю селян.

За час навчання в інституті впродовж 1969–1972 рр. був іменним «ленінським», як тоді означувалося, стипендіатом. Агрономічний факультет з відзнакою закінчив у січні 1972 р., одержавши кваліфікацію вченого агронома. За пропозицією і рішенням тодішнього ректора інституту проф. М. Т. Гончара, Петра Завірюху – здібного студента-випускника – залишили в інституті як перспективного викладача. І як згодом виявилось, саме багаторічний ректор Львівського СГІ (1960–1988 рр.) Михайло

Тимофійович Гончар відіграв надзвичайно важливу роль у науковій і педагогічній біографії Петра Даниловича і, звісно, не помилився в ньому. У березні цього ж року агроном-випускник Петро Завірюха вступив в очну аспірантуру при кафедрі селекції та насінництва до проф. І.Д. Нечипорчука, обравши тематикою кандидатської дисертації генетично-селекційні дослідження з картоплею.

Петро Завірюха, як військовозобов'язаний, не ухилився від військової служби, хоча як аспірант денної форми навчання мав усі юридичні підстави на її відтермінування. Тож із травня 1972 по червень 1973 рр. перебував на службі у радянській армії, яку проходив у лісах острова Сааремаа в Естонії як ракетник. Демобілізувався у званні лейтенанта запасу ракетних військ ПВО і одразу продовжив навчання в очній аспірантурі.

Згодом у вересні 1973 р., і знову за пропозицією та наполяганням ректора сільськогосподарського інституту проф. М. Т. Гончара, взяв участь і пройшов за конкурсом (з-поміж чотирьох осіб) на посаду асистента кафедри селекції та насінництва і одночасно перевівся у заочну аспірантуру для продовження навчання без відриву від виробництва.

Кандидатську дисертацію на тему «Формотворчий процес в гібридних популяціях картоплі, як вихідному матеріалі для селекції, при реципрокних схрещуваннях» за спеціальністю 06.01.05 – селекція та насінництво успішно захистив 1982 року в Білоруському НДІ картоплярства і плодоовочівництва. Прикметно, що першими опонентами дисертації були видатний селекціонер-картопляр сучасності, Герой соціалістичної праці, двічі лауреат Державних премій СРСР, академік ВАСГНІЛ і АН БРСР, д. с.-г. н., завідувач відділом селекції картоплі у згаданому інституті П.І. Альсмік. Він високо оцінив рівень теоретичної і практичної підготовки дисертанта, тож запросив його до подальшої спільної селекційної роботи із картоплею на білоруській землі, обіцяючи подальшу стрімку наукову кар'єру і позитивне вирішення житлових питань. Однак П.Д. Завірюха, шануючи високий авторитет видатного вченого-селекціонера, коректно відмовив метру, віддавши беззаперчну перевагу улюбленій педагогічній роботі зі студентами і прикладній селекції картоплі у рідних Дублянах,

тим самим підтвердивши високий патріотизм і незрадливу любов до свого навчального закладу.

Згодом П.Д. Завірюха продовжував нарощувати свій науковий і педагогічний потенціал. Так, у 1983 р. пройшов тримісячне наукове стажування в Інституті генетики і цитології Білоруської АН (Мінськ) з генетики кількісних ознак у рослин і генетичних основ селекції. У 1988–1989 рр. пройшов річне стажування у Міжнародному біотехнологічному центрі (Москва) з використання нових перспективних методів клітинної та генетичної інженерії у рослинництві, селекції рослин, а також методиці запровадження їх у навчальний процес при підготовці фахівців аграрного профілю, що дало змогу організувати йому одну з перших у навчальних сільськогосподарських закладах України навчально-наукову біотехнологічну лабораторію (1994).

У 1996 р. П. Д. Завірюха у рамках виконання спільних наукових досліджень стажувався в Інституті клітинної біології та генетичної інженерії НАН України (Київ) з теоретичних і прикладних питань сільськогосподарської біотехнології. Згодом пройшов наукове і дидактичне стажування у низці зарубіжних навчальних закладів: Люблінській Академії Рільничій (2000), Варшавському с.-г. університеті (2003), Краківській АР (2004), Щецинській АР (2006). Здобуті знання з організації навчального процесу і напрямів наукових досліджень згодом успішно впроваджував у Львівському національному агроуніверситеті.

У 1992 році отримав наукове звання доцента по кафедрі генетики, селекції та захисту рослин, пройшовши до нього через усі стадії педагогічного зростання – багаторічної посади асистента, старшого викладача, в.о. доцента.

За пропозицією нового ректора (тоді ще Львівського державного аграрного університету) професора В.В. Снітинського у березні 1999 р. П.Д. Завірюху обрали деканом агрономічного факультету, згодом (з 01.09.2007 р.) – факультету агротехнологій та екології ЛНАУ. На посаді декана факультету працював упродовж 1999–2014 і знову у 2016–2017 рр.

Відзначаючись організаційними здібностями і надзвичайно високими працездатністю і працелюбністю, П.Д. Завірюха успішно забезпечував організацію науково-педагогічних працівників і допоміжного персоналу з якісної підготовки фахівців у галузі агрономії, плідництва, овочівництва, виноградарства, охорони навколишнього середовища на основі ефективного ведення навчальної і методичної роботи, результативного виконання наукових досліджень, підвищення професійного рівня кадрового складу.

Надзвичайно багато уваги приділяв господарським роботам. Саме за його керівництва і безпосередньої участі впорядкована територія біля корпусу факультету, закладені нові газони, клумби, прокладені доріжки, проведені ремонтні роботи всередині корпусу і студентського гуртожитку № 6, створено низку нових навчальних лабораторій, відремонтовані службові й навчальні приміщення, реставровано входи як до корпусу факультету, так і до гуртожитку.

У 2007 р. П.Д. Завірюху на конкурсній основі обрали завідувачем кафедри генетики, селекції та захисту рослин, і на цій посаді він працює понині, пройшовши відповідні конкурси у 2010, 2014 і 2020 рр.

Окрім адміністративного, наш ювіляр відзначається потужним науковим потенціалом. Основна наукова спеціальність П.Д. Завірюхи – генетика, біотехнологія і практична селекція картоплі. Він провів широкі дослідження з генетичної оцінки безлічі батьківських форм як вихідного матеріалу картоплі і визначив їх селекційну цінність як донорів/джерел господарських та біологічних ознак. Розробив загальні принципи і доповнив генетичні основи підбору вихідних батьківських компонентів для гібридизації при виведенні нових сортів картоплі в умовах західного регіону України. У Львівському НАУ зібрав значний генофонд картоплі та оцінив його придатність для потреб прикладної селекції культури. Успішно працює над розробкою генетичних основ селекції картоплі з використанням сучасних біотехнологічних методів та культури *in vitro* при створенні вихідного матеріалу для селекції картоплі на новій генетичній основі.

П.Д. Завірюха – знаний селекціонер-картопляр, співавтор 17 нових сортів картоплі. Такі сорти за його участю як Гібридна 14, Прикарпатська, Львів'янка, Тетянка, Нестерівська, широко районувались у багатьох областях України, Грузії, Білорусі, Російської Федерації, Прибалтики. Сорти Денис, Золушка, Вереснева, Український 111, Фітофторостійка 248, Літня 92, Студент, Галичанка – випробовували в Державній сортовипробувальній мережі. Чотири нові сорти картоплі за його співавторством – Західна, Воля, Ліщина, Дублянська ювілейна – нині занесені до Державного реєстру сортів рослин, рекомендованих для поширення в Україні. У 2020 році завершено селекційну роботу над виведенням ще одного нового сорту картоплі з попередньою робочою назвою Шляхетна.

Учений здійснює наукове керівництво виконанням кафедральної тематики науково-дослідної роботи. Зокрема впродовж 2016–2020 рр. очолював виконання наукової тематики

«Створити нові конкурентоздатні сорти картоплі з доброю адаптивною здатністю до динамічних змін клімату і розробити систему захисту основних сільськогосподарських культур від шкідливих організмів в умовах західного регіону України».

Усе життя чоловіка нерозривно пов'язане із Львівським НАУ, де він упродовж 48 років працює на педагогічній роботі. У доробку ювіляра понад 450 наукових і навчально-методичних праць, у тому числі понад 120 наукових статей, опублікованих у фахових виданнях України і за кордоном, він – співавтор двох монографій, семи навчальних підручників і посібників, автор чотирьох словників, співавтор 12 Типових програм навчальних дисциплін, розробник Державних стандартів підготовки фахівців спеціальності «201 Агрономія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

За час педагогічної діяльності П.Д. Завірюха підготував понад 4300 фахівців агрономічного профілю, здійснював наукове керівництво підготовкою понад 225 дипломних робіт, підготував 7 переможців Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з агрономії, 12 переможців Всеукраїнської студентської олімпіади з біології, 10 переможців Всеукраїнської студентської олімпіади з агрономії, 2 абсолютних переможців Всеукраїнського конкурсу на кращу дипломну роботу спеціаліста (Паздерська Р.М.) і магістра (Соботович М.А.), переможця Всеукраїнського конкурсу на кращу учнівську наукову роботу по лінії Малої Академії Наук (Ковач О.О.).

У 1978–1983 рр. був головою Ради молодих вчених Львівського сільськогосподарського інституту, у 1984–1988 рр. – заступником декана агрономічного факультету з науково-дослідної роботи студентів. Упродовж п'яти років (1989–1993) працював звільненим головою профспілкового комітету викладачів і працівників університету першого демократичного обрання і чимало зробив для вирішення житлових, побутових і соціальних питань працівників, викладачів і студентів. Неодноразово обирався депутатом Дублянської міської Ради, очолюючи комісії з роботи з молоддю, житлово-побутову, контрольну комісії. У 1994–1999 рр. був заступником декана агрономічного факультету з НДР викладачів.

В.о. професора П.Д. Завірюха понад 15 років (1999–2014 рр.) був активним членом НМК з агрономії, впродовж шести років (2007–2013 рр.) – членом експертної ради із сільського господарства при Державній акредитаційній комісії з ліцензування та акредитації ВНЗ I–IV-го рівня підготовки фахівців. Неодноразово, відповідно до наказів МОН України, був головою або членом експертної комісії з акредитації і ліцензування

агрономічних спеціальностей у ЗВО України аграрного профілю. Про його високі професійність і порядність як експерта залишилися тільки позитивні відгуки у тих численних навчальних закладах, у яких він проводив або акредитаційну, або ліцензійну експертизи. Його знають, поважають і цінують практично в усіх аграрних ЗВО та в багатьох коледжах нашої держави.

Нам також приємно відзначити високий патріотизм та чітку громадянську позицію ювіляра, що особливо проявилось в період Помаранчевої революції. Саме у листопаді–грудні 2004 р. Петро Данилович був координатором багаточисельної участі студентів нашого, тоді ще Львівського ДАУ, в акціях протесту за утвердження національної демократії в Україні. Саме він тоді, наприкінці грудні 2004 р., не побоявся їхати у центр агресивних «партрешіональників» до Луганська та очолити і координувати роботу спостерігачів на 50 виборчих дільницях при перевиборах Президента України. З відстані років та з аналізу тодішньої реальної політичної ситуації у східному регіоні, високо цінуємо мужність славного сина Волині.

Не можемо оминати плідну виставкову діяльність П.Д. Завірюхи. Понад десять років Ректор університету, академік В.В. Снітинський, доручав йому і його команді представляти наш навчальний заклад на численних виставках-ярмарках високого міжнародного рівня. І в тому, що на стендах Львівського НАУ завжди було велелюдно, а університет повертався з почесними, зазвичай «золотими», нагородами, – чимала заслуга П.Д. Завірюхи та його вміння емоційно й цікаво донести про Львівський НАУ, його науковий дидактичний здобутки.

Професор П.Д. Завірюха – шанований та улюблений викладач студентів не тільки факультету агротехнологій та екології, а й університету загалом. Його високопрофесійне та відповідальне ставлення до навчального процесу, нестримне бажання передати студентам свої глибокі знання з предмету, а головне – свою велику любов до них, характеризує ювіляра як талановитого і авторитетного педагога. Він бажаний і частий гість у студентському середовищі, завжди рівний у спілкуванні із значно молодшими та обов'язково присутній на всіх студентських заходах, концертах, конкурсах, вікторинах. А його знамените «Браво!» гарантує артистам впевненість на сцені, додає наснаги та розкутості. «Своїм» також він є і серед спортивних команд університету, особливо університетської збірної з футболу. Може емоційно «завести» і трибуни, і футболістів, та разом із ними тішитися перемогою.

За відмінне навчання і активну участь у громадському житті інституту Петра Завірюха нагороджували Почесною грамотою ЦК ВЛКСМ (1970), Грамотою ЦК ЛКСМ України (1970) та Грамотою Міністерства вищої і середньої спеціальної освіти УРСР (1971), а під час служби в армії за успіхи в бойовій і політичній підготовці – Почесною грамотою ЦК ЛКСМ Естонії (1972).

За досягнення у селекційній роботі з картоплею нагороджений срібною та бронзовою медалями ВДНГ СРСР (1976, 1977 рр.); срібною і бронзовою медалями та Почесним Дипломом ВДНГ УРСР (1978); нагрудним знаком «Винахідник СРСР» (1980).

За сумлінну працю, успіхи в навчальній і науковій роботі Міністерство агрополітики України нагородило нагрудним знаком «Відмінник аграрної освіти та науки України» II ступеня (2001). За активну громадянську позицію та особистий внесок у здобуту перемогу на шляху утвердження Української Держави та національної демократії нагороджений медаллю «За перемогу у Помаранчевій революції» (2005).

За багаторічну сумлінну працю, особистий внесок у розвиток національної освіти та плідну науково-педагогічну діяльність Міністерством освіти і науки України нагороджений почесним знаком «Петро Могила» (2006). За досягнуті успіхи у навчальній і науковій роботі Міністерством аграрної політики України нагороджений відзнакою «Знак Пошани» (2008).

Нагороджений також Почесними грамотами Волинської обласної ради (2010), Львівської облдержадміністрації (2010), Львівської обласної ради (2012), Грамотою Міністерства освіти і науки України за перемогу у конкурсі студентських наукових робіт (2011), Почесними відзнаками Львівського обкому профспілки працівників АПК (2015, 2020), численними подяками і грамотами багатьох ЗВО аграрного профілю України, грамотами і подяками Науково-методичного центру аграрної освіти Міністерства аграрної політики України, подяками оргкомітетів численних

виставок Всеукраїнського і міжнародного рівня, Почесними грамотами і Грамотами ректорату Львівського НАУ.

Професор П.Д. Завірюха намагається не відставати від сучасних тенденцій розвитку агрономічної, і зокрема селекційно-генетичної, науки. Наприклад, у 68 років останнє підвищення кваліфікації (стажування) пройшов у Селекційно-генетичному інституті (м. Одеса) – Національному науковому центрі насіннезнавства та сортовивчення НААН України за програмою «Теоретичні основи селекції, селекція і насінництво сільськогосподарських культур, ДНК-технології та культура *in vitro* в практичній селекції». Здобуті знання нині успішно втілює у навчальний процес. Зокрема на високому дидактичному і науковому рівні читає лекційні курси і проводить лабораторно-практичні заняття з дисциплін: «Генетика», «Сільськогосподарська біотехнологія», «Спеціальна генетика», «Біотехнологія в рослинництві».

У 2019 році наказом ректора, акад. В.В. Снітинського, П.Д. Завірюху призначено гарантом освітньо-професійної програми спеціальності 201 «Агрономія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Програма отримала беззаперечну підтримку і схвалення Національною Агенцією.

Петро Данилович і сьогодні зостається енергійним, працьовитим, відповідальним та сумлінним. Наукова і педагогічна громадськість факультету щиро здоровлять колегу з ювілейною датою – 70-літтям, і бажають подальшого доброго здоров'я та многая, і благаая літ. З роси і води Вам, ювіляре!

*В.В. Бальковський, доцент, декан факультету; професори І.І. Тимошенко, В.В. Лихочвор, І.А. Шувар, П.С. Гнатів, Н.З. Огородник; доценти О.Й. Дидів, П.Р. Хірівський; працівники кафедри, доценти Г.О. Косилович, Ю.С. Голячук, О.М. Андрушко; кандидати с.-г. н. І.Л. Тригуба, Г.М. Корніта, О.І. Ковальчук, ст. викладач О.О. Дудар.*

## ЗМІСТ

### Розділ 1 ЕКОЛОГІЯ

<i>Снітинський В., Зеліско О., Хірівський П., Мазурак О., Крехтун Б., Корінець Ю.</i> Гідрогеологічний моніторинг території Стебницького родовища калійних руд Дрогобицького району Львівської області .....	5
<i>Снітинський В., Дидів А., Качмар Н., Дацко Т., Іванків М.</i> Вплив кадмію на біологічну а ферментативну активність ґрунту за вирощування буряка столового залежно від застосування добрив та меліорантів .....	9
<i>Химин О., Капрусь І.</i> Зміни екологічної структури угруповання колембол грабової бучини під впливом інвазії сосни чорної на території Винниківського лісопарку .....	18
<i>Снітинський В., Хірівський П., Гнатів І.</i> Процеси самоочищення за впливу урбанізації територій на передгірській та рівнинній ділянках р. Стрий.....	30
<i>Іванків М., Качмар Н., Дацко Т., Дидів А., Павкович С., Бальковський В.</i> Інтенсивність процесів трансформації органічних ксенобіотиків у ґрунті .....	35
<i>Лопотич Н., Гнатів П., Онисковець М., Панас Н.</i> Стан і тенденції втрати лісоресурсного потенціалу гірських екосистем Львівщини .....	40
<i>Саламаха І., Гордійчук Л., Гордійчук Н.</i> Елімінація важких металів із продукції птахівництва .....	45

### Розділ 2 РОСЛИНИЦТВО

<i>Лихочвор В., Бомба М., Андрушко О.</i> Вплив площі живлення рослин озимої пшениці на елементи структури, урожайність та якість зерна.....	49
<i>Бомба М. Я., Бомба М. І., Дудар І., Литвин О., Дудар О.</i> Вирощування гібридів кукурудзи в зональному землеробстві.....	55
<i>Шувар І., Корніта Г., Дудар О.</i> Формування врожайності ячменю ярого залежно від кліматичних умов Західного Лісостепу України .....	60
<i>Тирусь М.</i> Вплив рівнів удобрення на продуктивність амаранту в умовах Лісостепу Західного .....	63
<i>Яцук Т., Самець Н., Грицевич Ю., Олексій Л.</i> Врожайність пшениці озимої залежно від часу відновлення весняної вегетації та строку сівби в умовах Західного Лісостепу України .....	66
<i>Панасюк Р.</i> Продуктивність сої залежно від удобрення .....	70

### Розділ 3 ПЛОДООВОЧІВНИЦТВО

<i>Рожко І.</i> Оцінка негативного впливу <i>Arion lusitanicus sensu lato</i> на продуктивність <i>Fragaria ananassa</i> Duch.....	75
<i>Гулько Б.</i> Вплив застосування ґрунтових гербіцидів у плодовому розсаднику на ріст і продуктивність саджанців яблуні .....	80
<i>Ментух О., Панас Н., Жилищич Ю., Лисак Г., Крехтун Б.</i> Інтразональні плодово-ягідні культури в лісових фітоценозах Західної України .....	84
<i>Роса Р., Франчук Ж., Заневич-Байковська А., Слонецька Д., Хайко Л., Ремішевський К., Дидів О.</i> Виробничі ефекти використання бору при вирощуванні цибулі звичайної.....	89
<i>Дидів О., Дидів І., Заневич-Байковська А., Франчук Й., Роса Р., Гайко Л.</i> Вплив нового комплексного мінерального добрива Нітроамофоска-М на врожайність і якість капусти цвітної.....	96
<i>Дидів І., Дидів О., Дидів А., Юзьків М.</i> Вплив нового комплексного мінерального добрива Нітроамофоски-М на урожайність і якість петрушки коренеплідної .....	102

### Розділ 4 СЕЛЕКЦІЯ І НАСІННИЦТВО

<i>Завірюха П.</i> Порівняльна оцінка сортів картоплі європейської селекції в умовах Західного регіону України .....	107
---	-----



<i>Дудар І., Литвин О., Бомба М., Дудар О.</i> Перспективи виробничого використання нового сорту картоплі Княжа .....	115
<i>Борисюк В., Багай Т., Волинець О., Дика Л.</i> Ефективність селекції часнику озимого за участі екологічних форм Західного регіону України.....	120
<i>Стельмах О., Кифорук І., Григорів Я.</i> Вплив варіантів удобрення на урожайність та якість насіння сортів ріпаку озимого .....	125

## Розділ 5 ЗАХИСТ РОСЛИН

<i>Косилович Г., Голячук Ю.</i> Використання біопрепаратів на озимій пшениці .....	131
<i>Дудар О., Дудар І., Корніта Г., Литвин О., Бомба М.</i> Захист посівів буряка цукрового від церкоспорозу.....	137

## Розділ 6 АГРОХІМІЯ І ҐРУНТОЗНАВСТВО

<i>Господаренко Г., Прокончук І., Бойко В.</i> Урожайність і якість зерна кукурудзи за різного удобрення в польовій сівозміні .....	141
<i>Ковальов М., Топольний Ф.</i> Урожайність екзотичних видів гливи звичайної залежно від ЕМ препаратів .....	146
<i>Полюхович М.</i> Вплив систем удобрення на динаміку поживного режиму темно-сірого опідзоленого ґрунту під буряком цукровим.....	151
<i>Вега Н.</i> Вміст білка в зерні ячменю ярого залежно від фону мінерального живлення на темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу.....	154
<i>Пархуць Б.</i> Продуктивність пшениці озимої залежно від розрахункових норм добрив під запрограмовану врожайність в умовах Західного Лісостепу.....	158
<i>Шинкарук Л.</i> Вплив макро- і мікродобрив на врожайність кукурудзи.....	162

## Розділ 7 ТВАРИННИЦТВО

<i>Павкович С., Вовк С., Бальковський В., Огородник Н., Іванків М.</i> Вплив згодовування захищеного жиру на відтворювальні функції корів .....	167
---	-----

## НАШІ ЮВІЛЯРИ

Ветеран аграрної освіти і науки України: до 70-річчя П. Д. Завірюхи .....	172
---	-----

## CONTENT

---

### Chapter 1 ECOLOGY

<i>Snitynskyi V., Zelisko O., Khirivskyi P., Mazurak O., Krektun B., Korinec Yu.</i> Hydrogeological monitoring of the Stebnyk potash ore deposit in Drohobych district in Lviv region.....	5
<i>Snitynskyi V., Dydiv A., Kachmar N., Datsko T., Ivankiv M.</i> Influence of cadmium on biological and enzymatic activity of soil while growing of beetroot depending on the used fertilizers and ameliorants .....	9
<i>Khymyn O., Kaprus I.</i> Changes in the ecological structure of the Collembola community of hornbeam-beech forest under the influence of the black pine invasion on the territory of Vynnyky Forest Park.....	18
<i>Snitynskyi V., Khirivskyi P., Hnativ I.</i> Processes of self-purification under the influence of territory urbanization on the foothills and plain areas of the Stryi River .....	30
<i>Ivankiv M., Kachmar N., Datsko T., Dydiv A., Pavkovych S., Balkovskiy V.</i> Intensity of the processes of the organic xenobiotics transformation in soil .....	35
<i>Lopotych N., Hnativ P., Onyskovets M., Panas N.</i> State and tendencies of loss of the natural resources of the mountainous area of Lviv region .....	40
<i>Salamakha I., Hordiichuk L., Hordiichuk N.</i> Elimination of heavy metals from poultry products.....	45

### Chapter 2 CROP GROWING

<i>Lykhochvor V., Bomba M., Andrushko O.</i> Influence of the feeding area of winter wheat plants on structural elements, yield and grain quality.....	49
<i>Bomba M Ya., Bomba M. I., Dudar I., Lytvyn O., Dudar O.</i> Growing maize hybrids in zonal agriculture.....	55
<i>Shuvar I., Korpita H., Dudar O.</i> Formation of the spring barley yield depending on climate conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine.....	60
<i>Tyrus M.</i> Influence of fertilizer levels on amaranth productivity in the conditions of the Western Forest-Steppe .....	63
<i>Yashchuk T., Samets N., Hrytsevykh Y., Olekshii L.</i> Influence of time of restoration of spring vegetation and terms of sowing on winter yield in the conditions of the Western Forest-Steppe.....	66
<i>Panasiuk R.</i> Soybean productivity depending on fertilization.....	70

### Chapter 3 FRUIT AND VEGETABLE GROWING

<i>Rozhko I.</i> Estimation of the negative influence of <i>Arion lusitanicus</i> sensu lato on <i>Fragaria ananassa</i> Duch productivity.....	75
<i>Hulko B.</i> Effect of soil herbicides application in a fruit nursery on the growth and productivity of apple trees.....	80
<i>Mentukh O., Panas N., Zhylshchych Yu., Lysak H., Krektun B.</i> Intrazonal fruit and berry plants in forest phytocenoses of the Western Ukraine .....	84
<i>Rosa R., Franczuk J., Zaniwicz-Bajkowska A., Slonecka D., Hajko L., Remiszewski K., Dydiv O.</i> Effect of boron foliar application on onion yield .....	89
<i>Dydiv O., Dydiv I., Zanevych-Baikovska A., Franchuk J., Rosa R., Haiko L.</i> Influence of the new complex mineral fertilizer Nitroammophoska-M on the yield and quality of cauliflower .....	96
<i>Dydiv I., Dydiv O., Dydiv A., Yuzkiv M.</i> Influence of a new complex mineral fertilizer Nitroammophoska-M on the yielding capacity and quality of root parsley .....	102

### Chapter 4 SELECTION AND SEED PRODUCTION

<i>Zaviriukha P.</i> Comparative estimates of potato varieties of the European selection in the western region of Ukraine .....	107
<i>Dudar I., Lytvyn O., Bomba M., Dudar O.</i> Prospects of production use of the new potato variety called Kniazha....	115

<i>Borysiuk V., Bahai T., Volenets O., Dyka L.</i> Efficiency of winter garlic selection when considering ecological forms of the Western Region Ukraine .....	120
<i>Stelmakh O., Kyforuk I., Hryhoriv Ya.</i> Influence of fertilization variants on the yield and seed quality of winter rape varieties .....	125

**Chapter 5  
PLANT PROTECTION**

<i>Kosylovykh H., Holiachuk Y.</i> Use of biopreparations for wheat winter .....	131
<i>Dudar O., Dudar I., Korpita H., Lytvyn O., Bomba M.</i> Protection of sugar beet crops from cercospora ( <i>cercospora beticola</i> sacc.) .....	137

**Chapter 6  
AGROCHEMISTRY AND SOIL SCIENCE**

<i>Hospodarenko H., Prokopchuk I., Boiko V.</i> Yield and quality of maize grain under applying different fertilizers in the field crop rotation .....	141
<i>Kovaliov M., Topolnyi F.</i> Productivity of exotic species of oyster mushroom under the influence of EM-products .....	146
<i>Poliukhovych M.</i> Influence of fertilizer systems on the dynamics of the nutrient regime of dark gray podzolic soil under sugar beet .....	151
<i>Veha N.</i> Protein content in spring barley grain depending on the background of mineral nutrition on the dark gray podzolic soil of the Western Forest-Steppe .....	154
<i>Parkhuts B.</i> Productivity of winter wheat depending on the calculated norms of fertilizers for the programmed yield in the Western Forest-Steppe .....	158
<i>Shynkaruk L.</i> Influence of macro- and micro-fertilizers on maize yield .....	162

**Chapter 7  
STOCKBREEDING**

<i>Pavkovych S., Vovk S., Balkovskiy V., Ohorodnyk N., Ivankiv M.</i> Impact of cows feeding with protected fats on their reproductive function .....	167
---	-----

**OUR ANNIVERSARY CELEBRANTS**

Veteran of agrarian education and science of Ukraine: to the 70th anniversary of P. Zaviriukha .....	172
---	-----

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ВІСНИК**

**ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО  
АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

**Агрономія  
№ 25**

Редактори: Д. Б. Дончак, Н. В. Скосарьова  
Коректори: М. Б. Опир, О. Є. Типило  
Технічний редактор: Н. І. Максимюк

Перелік наукових фахових видань України, категорія Б  
Наказ МОН України № 409 від 17.03.2020 р., додаток 1

Львівський національний аграрний університет  
80381, Львівська обл., Жовківський р-н, м. Дубляни,  
вул. Володимира Великого, 1  
Свідоцтво ДК № 6177 від 11.05.2018 р.

Підписано до друку 30.06.2021. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Папір офс. Гарнітура «Таймс». Друк на різнографі.  
Обл.-вид. арк. 16,95. Ум. друк. арк. 13,19.  
Наклад 500. Зам. 325.

Віддруковано ПП «Арал»  
м. Львів, вул. О. Степанівни, 49

Свідоцтво про державну реєстрацію суб'єкта підприємницької діяльності  
№ 13135 від 09.02.1998 р.