



OU CI Bowker®
Open Ukrainian Citation Index



International Science Group
ISG-KONF.COM



THE LATEST BASICS OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT

Collective monograph

ISBN 979-8-88757-557-5

DOI 10.46299/ISG.2022.MONO.AGRO.2

BOSTON(USA)-2022

ISBN – 979-8-88757-557-5

DOI – 10.46299/ISG.2022.MONO.AGRO.2

*The latest basics of agricultural
development*

Collective monograph

Boston 2022

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

ISBN – 979-8-88757-557-5

DOI – 10.46299/ISG.2022.MONO.AGRO.2

Authors – Катеринич О., Панькова С., Гавілей О., Комар Т., Драчук І., Румянцев М., Кобець О., Глюдзик-Шемота М.Ю., Салька О.Ю., Савіна О.І., Шейдик К.А., Матієга О.О., Пічура В., Потравка Л., Домарацький Є., Бреус Д., Zaitseva I.

Published by Primedia eLaunch

<https://primediaelaunch.com/>

Text Copyright © 2022 by the International Science Group(isg-konf.com) and authors.

Illustrations © 2022 by the International Science Group and authors.

Cover design: International Science Group(isg-konf.com). ©

Cover art: International Science Group(isg-konf.com). ©

All rights reserved. Printed in the United States of America. No part of this publication may be reproduced, distributed, or transmitted, in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher. The content and reliability of the articles are the responsibility of the authors. When using and borrowing materials reference to the publication is required.

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe and Ukraine. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science.

The recommended citation for this publication is:

The latest basics of agricultural development: collective monograph / Zaitseva I. – etc. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2022. 163 p. Available at : DOI – 10.46299/ISG.2022.MONO.AGRO.2

TABLE OF CONTENTS

1. BREEDING AND SELECTION OF ANIMALS		
1.1	<p>Катеринич О.¹, Панькова С.¹, Гавілей О.¹, Комар Т.¹, Драчук І.²</p> <p>СУЧАСНИЙ СТАН ТА СТРУКТУРА ВИРОБНИЦТВА М'ЯСА РІЗНИХ ВИДІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПТИЦІ В УКРАЇНІ</p> <p>¹ Державна дослідна станція птахівництва НААН</p> <p>² Інститут тваринництва НААН</p>	5
2. FORESTRY		
2.1	<p>Румянцев М.¹, Кобець О.²</p> <p>НАСТУПНЕ ПРИРОДНЕ ВІДНОВЛЕННЯ В ДУБОВИХ ЛІСАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ</p> <p>¹ Відділ лісовідновлення та захисного лісорозведення, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького</p> <p>² Відділ лісівництва та економіки лісового господарства, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького</p>	26
3. FRUIT GROWING		
3.1	<p>Глюдзик-Шемота М.Ю.¹, Салька О.Ю.¹, Савіна О.І.¹, Шейдик К.А.¹, Матієга О.О.²</p> <p>ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І ПЛОДОНОШЕННЯ ЧЕРВОНОМ'ЯКУШНИХ СОРТІВ ЯБЛУНІ В УМОВАХ ЗАКАРПАТТЯ</p> <p>¹ ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород</p> <p>² Закарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція НААНУ, Белика Бакта</p>	35
4. GENERAL AGRICULTURE		
4.1	<p>Пічура В.¹, Потравка Л.¹, Домарацький Є.², Бреус Д.¹</p> <p>ПЕРСПЕКТИВИ ВЕДЕННЯ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ В ПРИРОДНО-ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ</p> <p>¹ Кафедра екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка, Херсонський державний аграрно-економічний університет, Україна</p> <p>² Кафедра рослинництва та садово-паркового господарства, Миколаївський національний аграрний університет, Україна</p>	52

THE LATEST BASICS OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT

5.	PLANT GROWING	
5.1	Zaitseva I. ¹ EFFECT OF PHYSIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES ON PRIMARY GROWTH PROCESSES OF WINTER WHEAT ¹ Department of Plant Phisiology and Introduction, Oles Honchar Dnipro National University	118
5.1.1	PLANT GROWTH RESPONSES TO MODIFICATIONS OF HUMUS PREPARATIONS	119
5.1.2	STUDY OF BIOLOGICAL ACTIVITY OF COMPLEXES OF SODIUM HUMATE WITH AMINO ACIDS	124
5.1.2.1	STUDY OF GLUTAMINE IN THE COMPLEX OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES	124
5.1.2.2	STUDY OF METHIONINE IN THE COMPLEX OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES	127
5.1.2.3	STUDY OF ARGININE IN THE COMPLEX OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES	130
5.1.2.4	STUDY OF LYSINE IN THE COMPLEX OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES	132
5.1.2.5	STUDY OF CYSTEINE IN THE COMPLEX OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES	134
5.1.3	STUDY OF BIOLOGICAL ACTIVITY OF COMPLEXES OF SODIUM HUMATE WITH VITAMINS	137
5.1.4	STUDY OF BIOLOGICAL ACTIVITY OF COMPLEXES OF SODIUM HUMATE WITH SYMTRIAZINE HALF-LIFE PRODUCTS	140
	REFERENCES	149

SECTION 1. BREEDING AND SELECTION OF ANIMALS

10.46299/ISG.2022.MONO.AGRO.2.1.1

1.1 Сучасний стан та структура виробництва м'яса різних видів сільськогосподарської птиці в Україні

Птахівництво є одним з найперспективніших напрямків діяльності в галузі тваринництва не лише в Україні, а й у світі. У своєму економічному, соціальному та екологічному вимірах розвиток птахівництва стає важливим аспектом виробництва продуктів харчування та безпеки на фоні зростаючої стурбованості щодо того, як прогнати зростаюче населення, не ставлячи під загрозу відновлення природних ресурсів [1]. Саме тому на думку вчених та фахівців сучасний ринок птахівництва демонструє високі темпи розвитку. Впродовж останнього десятиліття виробництво м'яса птиці у світовому масштабі збільшувалося майже на 4% на рік. І у подальшому очікується, що світовий сектор птахівництва продовжить зростати, оскільки попит на м'ясо та яйця зумовлений зростанням населення, зростанням доходів і урбанізацією [2].

Найбільші підприємства з виробництва м'яса птиці знаходяться в Північній і Південній Америці, а також у Східній і Південно-Східній Азії. Деякі з цих компаній є багатонаціональними підприємствами, часто вертикально інтегрованими та активними у всій сфері виробництва тваринного білка [3].

Особливо важливу роль свійська птиця відіграє у країнах, що розвиваються, оскільки продукція від неї відносно недорога і широко доступна. В цих країнах птахівництво перестає бути прерогативою лише домогосподарств, які утримують птицю на задньому дворі; воно формується як галузь. Промислове птахівництво забезпечує робочі місця, має менш шкідливий вплив на навколишнє середовище, ніж інші галузі тваринництва, і є надзвичайно важливою ланкою для забезпечення доходу та високоякісного протеїну в раціоні сільських жителів, традиційна їжа яких зазвичай багата вуглеводами, але має низький вміст білка [4].

Одним із найбільших у світі виробників м'яса птиці та експортером продуктів птахівництва є Європейський Союз (ЄС). За даними Євростату, у 2020 році країнами-членами ЄС було вироблено 13,6 млн. тонн м'яса птиці; 90% курчат-бройлерів вирощують в інтенсивних закритих системах, близько 4–5% у менш інтенсивних закритих системах, до 5% у системах вільного виходу та 1% в органічних системах. [5]. При цьому протягом останніх десяти років європейський сектор птахівництва стикався як з конкуренцією з боку нових країн-експортерів птиці, так і зі зростаючою стурбованістю суспільства щодо добробуту тварин, безпеки харчових продуктів і впливу виробничих систем на навколишнє середовище. Тому у птахівництва ЄС, на думку Jez et al. (2011), є реальні стимули для розвитку синергії між економічним, соціальним та екологічним вимірами, де це можливо; в іншому випадку будуть необхідні організаційні та технологічні нововведення [6].

В Україні галузь птахівництва традиційно складається з двох секторів економічного розвитку – спеціалізовані підприємства та фермерські і присадибні господарства населення. Впродовж становлення галузі у незалежній Україні співвідношення виробництва товарної продукції (харчові яйця та м'ясо птиці) у спеціалізованих підприємствах по відношенню до господарств населення коливається, відповідно з 33,8 до 65,1 % (яйця) та 18,6 до 80,2 % (м'ясо птиці) [7].

Наразі в країні спеціалізовані птахопідприємства майже повністю задовольняють попит на яйця і м'ясо птиці на внутрішньому ринку та демонструють потужний експортний потенціал. Разом з цим саме господарства населення виступають буфером та знижують напругу на продовольчу безпеку країни [8].

Відтак слід зазначити, що при здавалось би задовільній ситуації з валовим виробництвом продукції птахівництва в країні більшу її частку виробляють агрохолдинги та крупні спеціалізовані птахівничі підприємства, що сприяє концентрації виробництва та призводить до негативного впливу на довкілля, соціальну сферу у сільській місцевості і має усі ознаки монополізації галузі [9,

10]. При цьому частка господарств населення у виробництві як м'яса птиці, так і яєць щороку зменшується. В той же час, як свідчить світовий досвід, для сталого розвитку сільських територій важливіше значення має розвиток саме малого підприємництва на селі (в тому числі присадибного та фермерського птахівництва), яке дає змогу збільшити зайнятість та покращити добробут сільського населення, підтримувати життєздатність сільських населених пунктів, розвивати їх інфраструктуру [11].

Відповідно до загальносвітових тенденцій, у перспективі в галузі птахівництва поруч із великими підприємствами повинно знайти місце й для малих товаровиробників. На думку фахівців, найбільш перспективною сферою діяльності присадибних та фермерських птахівницьких господарств, в якій з ними не будуть конкурувати крупні виробники, є саме виробництво так званої «нішевої» продукції птахівництва (органічної, селянських яєць та курчат, тощо) [12].

Однак для реалізації потенціалу невеликих птахівницьких господарств необхідно налагодити їх безперебійне забезпечення добовим молодняком птиці, що відповідає умовам утримання й годівлі в таких господарствах, та є найбільш придатною для виробництва названих видів продукції, оскільки зараз в присадибних та фермерських господарствах України утримується здебільшого низькопродуктивна безпородна птиця або птиця промислових високопродуктивних кросів, не пристосована до згаданих умов.

Додатковими проблемами розвитку сучасного тваринництва (птахівництва) є відсутність контролю за якістю та безпечністю продуктів тваринного походження. На даний час є багато захворювань, які можуть передаватися через харчовий ланцюг (сальмонельоз, тощо). Крім того, набуває оберті проблема щодо збільшення резистентності бактерій через зловживання антибіотиками (стимуляторами росту) та лікарськими засобами, які майже необмежено використовуються у птахівництві [13]. Нажаль на даний час в Україні досить низький рівень контролю якості та безпечності виробництва

продукції птахівництва і у спеціалізованих господарствах, і, особливо, у мікро-, малих та середніх підприємствах.

Таким чином, для країни актуальним завданням є модернізація виробництва, що забезпечить зниження собівартості продукції та дотримання високих стандартів її якості. Великим підприємствам доцільно орієнтуватися на поглиблення переробки продукції, що розширить їхні експортні можливості [14]. Малі підприємства можуть розраховувати на успіх, пропонуючи споживачам продукцію малопоширених видів свійської птиці (індиків, гусей, качок, перепілок, тощо) [15].

Нажаль сучасні тенденції розвитку вітчизняної племінної бази мають негативний характер, оскільки вона майже повністю зруйнована. Більш-менш діють птахорепродуктори II порядку, які займаються лише збереженням генофонду тієї чи іншої породи. В Україні майже знищено систему племінних господарств, що займаються виробництвом вітчизняної племінної продукції. Тому для забезпечення споживачів різних регіонів країни якісною племінною продукцією птиці бажано було б створити територіальні репродукторні господарства з утримання сільськогосподарської птиці різних видів. Особливу увагу необхідно приділити птиці вітчизняної селекції [16], яка зараз зберігається та селекціонується в Державній дослідній станції птахівництва НААН (ДДСП НААН). Їй притаманні високі адаптаційні властивості, життєздатність, пристосованість до використання в умовах фермерських і присадибних господарств.

Аналітична частина роботи включає збір інформаційних та статистичних матеріалів офіційної звітності – Державної служби статистики України [17], Реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві [18]. При цьому було використано такі методи дослідження: теоретичного узагальнення, економіко-математичні методи, табличний, графічний і діаграмний прийоми, методи порівняльного аналізу, соціологічні та статистичні методи, методи спостереження, системний підхід.

Класифікацію підприємств на мікро-, малі та середні підприємства (ММСП) здійснювали згідно даних табл. 1.

Таблиця 1.

Характеристика підприємств різних категорій

Категорія підприємства	Кількість працівників*	Річний оборот, у гривнях	Активи за балансовим звітом, у гривнях (щорічно)
Мікро	<10	<1 мільйона	<500 тисяч
Мале	<50	<15 мільйонів	<5 мільйонів
Середнє	<250	<100 мільйонів	<15 мільйонів

* Під кількістю працівників мається на увазі середня їх кількість за звітний рік

Окрім ММСП виділяють ще підсобні господарства – невеликі селянські господарства, здебільшого розташовані безпосередньо біля будинку, у яких працює сім'я і які виробляють продукцію переважно для власного споживання, хоча вони можуть продавати частину своєї продукції. Українське законодавство визначає їх як некомерційні селянські господарства. До окремої категорії комерційних сільських господарств, визначеної законодавством України, відносять сімейні (селянські) господарства, які виробляють продукцію для продажу на ринку, хоча вони можуть перебувати у сімейній власності і управлятися сім'єю. Вони можуть бути мікро-, малими або середніми підприємствами, залежно від їхньої відповідності вищевказаним критеріям.

З урахуванням загальної структури виробництва м'яса сільськогосподарської птиці різних видів в двох секторах (спеціалізовані підприємства та присадибні господарства населення) в Україні діяла мережа племінних птахорепродукторів 2-го порядку, які задовольняли попит в інкубаційному яйці та добовому молодняку.

Так, у 2009 році в Україні було зареєстровано 10 племінних птахорепродукторів 2-го порядку з утримання батьківських стад курей м'ясного напрямку продуктивності, які задовольняли попит спеціалізованих підприємств у добовому молодняку курчат-бройлерів (рис. 1). Впродовж наступних років

кількість таких підприємств постійно змінювалася. Так, у 2012 році спостерігалось їх збільшення (до 12), впродовж 2015-2020 рр. – зменшення (до 8). Зараз, за даними державного реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві, в Україні мають офіційний статус 6 племінних птахорепродукторів 2-го порядку з розведення м'ясних курей.

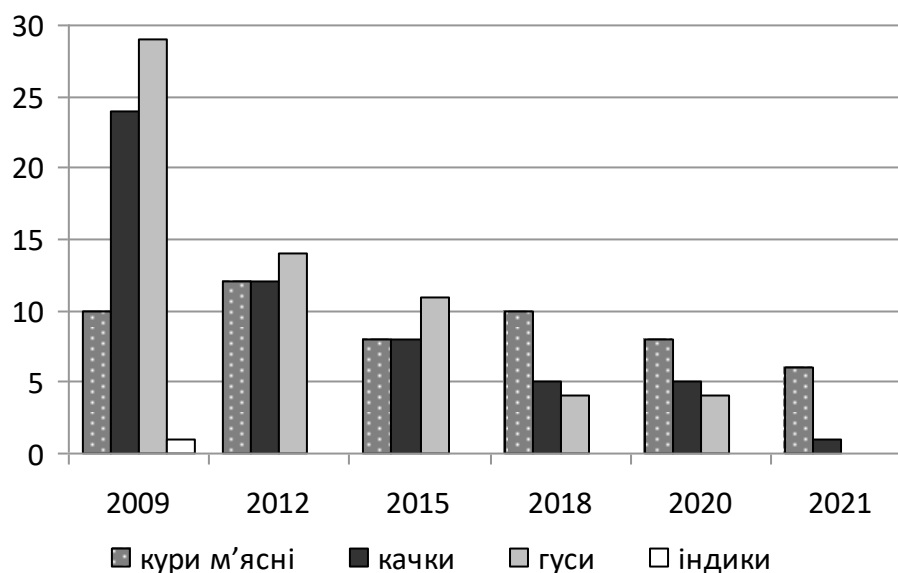


Рисунок 1. Динаміка кількості птахорепродукторів другого порядку з розведення різних видів сільськогосподарської птиці

Щодо репродукторів з утримання генетичних ресурсів водоплавної птиці, то ще у 2009 році в Україні було зареєстровано 29 репродукторів з утримання гусей та 24 – качок. Така значна їх кількість обумовлена традиційним ставленням українців та прихильністю до м'яса цих видів птиці. Нажаль, впродовж останнього десятиріччя спостерігалася стабільна негативна тенденція щодо значного скорочення таких підприємств – до 5 по качкам та до 4 по гусям. А у 2021 році взагалі залишився один діючий племптахорепродуктор другого порядку з розведення качок і не зареєстровано жодного з розведення гусей. По гусям наразі діє два племінні заводи по роботі з вітчизняними породами Велика сіра та Велика біла. Така ситуація насамперед пов'язана із закриттям декількох підприємств та у більшості випадків – відмовою від офіційного статусу.

Племінні підприємства з розведення індиків в Україні діяли до 2010 року – племінний завод та племінний птахорепродуктор 1-го порядку з розведення вітчизняного кросу Харківський та птахорепродуктор з розведення кросу BUT-8. Наразі племінна робота з індіками в країні офіційно відсутня.

Таким чином, за результатами аналізу динаміки показників чисельності птахорепродукторів другого порядку з розведення водоплавної птиці та індиків встановлено значне скорочення, що призводить до неконтрольованої ситуації щодо наявності племінних ресурсів птиці в країні. Послідовну відносну стабільність щодо кількості репродукторів впродовж останнього десятиріччя демонструють підприємства з утримання батьківських стад м'ясних курей, що обумовлено значною потребою у добовому молодняку курчат-бройлерів. Однак у 2021 році відмічено деяке скорочення кількості і цих племінних господарств, що спричинено зменшенням потреби населення у добовому молодняку курчат-бройлерів через значне подорожчання кормової бази.

М'ясні кури.

На даний час в Україні працюють два з чотирьох птахорепродукторів з утримання батьківського стада м'ясних курей кросу Кобб-500 та чотири – кросу Росс-308. Відповідно до сумарних даних загальна кількість поголів'я батьківських форм м'ясних кросів в Україні становить 2731,0 тис. голів (2021 р.) проти 3318,2 тис. голів у 2020 році (на 17,7% менше).

З урахуванням наявного поголів'я птиці в птахорепродукторах в Україні та нормативних даних несучості, виводу молодняку, збереженості та живої ваги птиці розраховано показники виробництва м'яса курей у спеціалізованих птахогосподарствах у 2020-2021 рр. (табл. 2).

Таблиця 2.

Виробництво м'яса курчат-бройлерів у спеціалізованих птахогосподарствах

Показники	Роки	
	2020	2021
Поголів'я батьківських стад курчат-бройлерів, тис. гол.*	3318,20	2731,00
Розрахункова кількість інкубаційного яйця за рік, млн. шт.	497,73	409,65
Розрахункова кількість добового молодняку, млн. голів	398,20	327,73
Розрахункова кількість м'яса курчат-бройлерів у живій вазі, тис. тонн	895,94	737,40
Виробництво м'яса курчат-бройлерів в підприємствах (в живій вазі), тис. тонн**	1540,10	1501,50
Розрахункова кількість м'яса курчат-бройлерів у живій вазі із завезеного по імпорту інкубаційного яйця, тис. тонн	644,16	764,10
Розрахункова кількість добового молодняку, млн. голів	286,29	339,60
Розрахункова кількість інкубаційного яйця по імпорту, млн. шт.	357,87	424,50

Примітки: * за даними Державного Реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві;

** за даними Державної служби статистики України.

Середній вихід інкубаційних яєць від батьківських стад кросів м'ясних курей за рік продуктивності в Україні становить біля 150 шт. на несучку, що дозволило в 2020 році у племптахорепродукторах отримати біля 497,75 млн. шт. інкубаційних яєць. При інкубації такої кількості яєць у 2020 році, згідно наших розрахунків (нормативний вивід молодняку – 80%), було отримано біля 398,2 млн. голів добових курчат-бройлерів. З урахуванням нормативних показників виробництва м'яса курчат-бройлерів (жива вага 1 гол – 2,5 кг, збереженість – 90%), розрахункова кількість цього продукту за вирощування власного добового молодняку у 2020 році становить 895,94 тис. тонн.

Водночас, відповідно до даних Державної служби статистики України у 2020 році виробництво м'яса птиці в спеціалізованих підприємствах склало 1540,1 тис. тонн. Отже, можна припустити, що різниця у кількості м'яса курчат-бройлерів, яка становить 644,16 тис. тонн, отримана із завезеного з-за кордону інкубаційного яйця. У перерахунку на нормативні показники живої ваги 1 голови та збереженості поголів'я для виробництва такої кількості м'яса курчат-бройлерів необхідно біля 286,29 млн. голів добового молодняку, або, за нормативного показника виводу молодняку, 357,87 млн. штук інкубаційного яйця, завезеного в нашу країну за імпортом. Всього ж для отримання зазначеної кількості м'яса курчат-бройлерів у 2020 році було проінкубовано 855,6 млн. штук інкубаційних яєць.

З урахуванням даних наявного поголів'я батьківських стад м'ясних курей кросів Кобб-500 та Росс-308 у 2021 році згідно даних Державної служби статистики України та власних розрахунків отримано біля 409,7 млн. шт. інкубаційних яєць (-88,1 до 2020 р.). За результатами інкубації такої кількості яєць у 2021 році за нашими розрахунками отримано біля 327,7 млн. голів добових курчат-бройлерів (-70,5 до 2020 р.). Спираючись на нормативні показники виробництва м'яса курчат-бройлерів, отримуємо орієнтовну кількість виробництва цього продукту у 2021 році за вирощування добового молодняку від власних батьківських стад – 737,4 тис. тонн (-158,5 до 2020 р.).

Відповідно до даних Державної служби статистики України у 2021 році виробництво м'яса курчат-бройлерів в спеціалізованих підприємствах склало 1501,5 тис. тонн, що на 2,5% менше за показник 2020 року. Виходячи з цього, у 2021 р. біля 764,1 тис. тонн (+119,9 до 2020 р.) було вироблено за рахунок імпорту добового молодняку, або інкубаційного яйця. У перерахунку на нормативні показники живої ваги 1 голови та збереженості для виробництва такої кількості м'яса курчат-бройлерів до України було імпортовано біля 339,6 млн. голів добового молодняку (+53,3 до 2020 р.), або 424,5 млн. штук інкубаційного яйця (+66,6 до 2020 р.). Як бачимо, за значного зниження поголів'я батьківських стад (на 17,7%) виробництво бройлерного м'яса у

підприємствах України, так само як і кількість посадженого на відгодівлю молодняку та проінкубованих яєць, знизилися не істотно (на 2,5%), що відбулося за рахунок нарощування імпорту інкубаційних яєць (на 18,6%).

Щодо виробництва м'яса курчат-бройлерів у ММСП, то за нашими розрахунками в Україні налічується біля 200,0 тис. голів батьківського стада кросів м'ясних курей (Кобб-500 та Росс-308), які спрямовані на задоволення попиту населення у добовому гібридному молодняку (табл. 3). Нажаль, такі підприємства не мають офіційного статусу племінного птахорепродуктора другого порядку і у більшості випадків займаються безконтрольною діяльністю.

Таблиця 3.

Розрахункові показники виробництва м'яса курей (ММСП, населення)

Показники	Значення
Чисельність батьківського поголів'я курчат-бройлерів, тис. гол.	200,0
Кількість інкубаційного яйця за рік (150 шт. на несучку), млн. шт.	30,0
Кількість інкубаційного яйця по імпорту, млн. шт.	100,0
Кількість добового молодняку (вивід молодняку 75%), млн. гол.	97,5
Кількість м'яса курчат-бройлерів у живій вазі (жива вага 1 гол. – 2,5 кг, збереженість поголів'я – 90%), тис. тонн	219,38

З урахуванням середньостатистичного показника для вищезазначених кросів курей у 150 шт. інкубаційних яєць на одну несучку валове виробництво такого виду продукції для України становитиме 30,0 млн. штук за рік. Разом з цим, за даними різних джерел та власними розрахунками, щорічно в Україну за імпортом ввозиться біля 100 млн. шт. інкубаційних яєць для заповнення внутрішнього ринку цього виду продукції.

Таким чином можна вважати, що об'єм внутрішнього ринку інкубаційного яйця для задоволення потреб ММСП становить біля 130,0 млн. шт. яєць. З урахуванням нормативних показників виводу молодняку вищезазначених кросів на рівні 75 % (для неспеціалізованих інкубаторно-птахівничих підприємств)

загальна кількість добового молодняку курчат-бройлерів дорівнює 97,5 млн. шт. голів. За нашими розрахунками, в такому випадку населення України при дотриманні показників збереженості (90 %) та живої маси (2,5 кг) може виробляти біля 219,4 тис. тонн курчат-бройлерів щорічно.

Загальна структура та об'єм ринку виробництва м'яса курчат-бройлерів в Україні у 2020-2021 рр., згідно даних Державної служби статистики України та за результатами наших розрахунків, наведена в табл. 4.

Таблиця 4.

Структура та об'єм ринку виробництва м'яса курчат-бройлерів в господарствах різних розмірів в Україні

Показники	Розмірність	Спеціалізовані птахопідприємства	ММСП	Разом
2020 р.				
Інкубаційне яйце	млн. шт. яєць	855,6	130,0	985,6
Добовий молодняк	млн. голів	684,5	97,5	782,0
Кінцеве поголів'я	млн. голів	616,0	87,75	703,8
М'ясо (в живій вазі)	тис. тонн	1540,1	219,38	1759,5
2021 р.				
Інкубаційне яйце	млн. шт. яєць	834,2	130,0	964,2
Добовий молодняк	млн. голів	667,3	97,5	764,8
Кінцеве поголів'я	млн. голів	600,6	87,75	688,4
М'ясо (в живій вазі)	тис. тонн	1501,5	219,38	1720,9

Так, виходячи з даних Державної служби статистики України, Державного реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві та власних розрахунків 2020 року було проінкубовано біля 985,6 млн. шт. інкубаційних яєць та отримано біля 782 млн. голів добового молодняку курчат-бройлерів. Саме така кількість птиці при відгодівлі дозволила отримати господарствами всіх типів біля 1759,5 тис. тонн м'яса курчат-бройлерів. У 2021 році виробництво м'яса цього виду птиці знизилося на 2,2% і було на рівні майже 1721 тис. тонн.

Качки.

Генетичні ресурси качок в Україні за даними державного реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві у 2020-2021 рр. представлені трьома кросами – Башкірські цвітні, Благоварський та STAR-53 Н.У., з утримання батьківських форм яких у 2020 році діяли 5 племінних птахорепродукторів другого порядку загальною потужністю 17,5 тис. голів качок. У 2021 році поголів'я батьківських стад качок скоротилося в 2,5 раз до 6,9 тис. голів і залишилося лише одне племінне підприємство з їх утримання – найбільше за потужністю СТОВ «ППЗ «Коробівський», яке майже повністю використовує інкубаційне яйце на власні потреби, оскільки є також єдиним в Україні спеціалізованим господарством з виробництва м'яса качок.

В табл. 5 наведено структуру та об'єм ринку виробництва м'яса качок в країні. Так, за даними Держстату України за 2020 рік отримано біля 2,93 тис. тонн качиного м'яса (збереженість – 90%,). Тобто за живої ваги при відгодівлі 3,2 кг та нормативного показника збереженості 95% в СТОВ «ППЗ «Коробівський» було посаджено на відгодівлю 0,96 млн. голів добового молодняка фінального гібриду STAR-53 Н.У., для чого проінкубовано близько 1,3 млн. шт. інкубаційних яєць. У 2021 році показники виробництва м'яса качок в спеціалізованих підприємствах скоротилися до 2,51 тис. тонн в живій вазі (на 14,3%).

Таблиця 5.

Структура та об'єм ринку виробництва м'яса качок в господарствах різних розмірів в Україні

Показники	Розмірність	Спеціалізовані птахопідприємства	ММСП	Разом
2020 р.				
Інкубаційне яйце	млн. шт. яєць	1,29	16,98	18,27
Добовий молодняк	млн. голів	0,96	12,74	13,70
Кінцеве поголів'я	млн. голів	0,92	12,10	13,02
М'ясо (в живій вазі)	тис. тонн	2,93	36,30	39,23

2021 р. (розрахункові дані)				
Інкубаційне яйце	млн. шт. яєць	1,10	8,49	9,59
Добовий молодняк	млн. голів	0,83	6,37	7,20
Кінцеве поголів'я	млн. голів	0,79	6,05	6,84
М'ясо (в живій вазі)	тис. тонн	2,51	18,15	20,66

Водночас за результатами наших досліджень у 2020 році населенням країни було посаджено для вирощування на м'ясо біля 12,7 млн. голів качок, що становить 11,1 % від загальної кількості м'ясної птиці в ММСП (на рівні 115 млн. голів). Для отримання такої кількості добового молодняку необхідно проінкубувати 16,98 млн. штук інкубаційного яйця (вивід молодняку 75%), тому з урахуванням показників виробництва качиних яєць в офіційно зареєстрованих племінних птахогосподарствах (крім СТОВ «ППЗ «Коробівський») кількість завезених із-за кордону інкубаційних яєць становить понад 13 млн. штук. Таким чином, населенням країни (ММСП) отримано біля 36,3 тис. тонн м'яса качок, що становить 92,5 % від валового виробництва цього продукту.

Нажаль розведення качок в Україні має вкрай нестабільний характер. За нашими розрахунками, чисельність поголів'я батьківського стада за роками може змінюватися у рази, що впливає на загальне виробництво м'яса цього виду сільськогосподарської птиці. Підтвердженням нашим розрахунків є дані Державного реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві, згідно яких поголів'я батьківських стад качок в діючих у 2021 році племптахорепродукторах другого порядку скоротилося майже на 40%. Незважаючи на це, поголів'я качок в ММСП у 2021 році скоротилося не в три, а у два рази до 6,05 млн. голів (табл. 5). За відгодівлі такої кількості птиці населенням в цьому році отримано біля 18,15 тис. тонн м'яса качок, або 87,9% від загальної кількості цього продукту. Загальне виробництво м'яса качок у 2021 р. становило 20,66 тис. тонн в живій вазі.

Гуси.

Гуси – єдиний вид сільськогосподарської птиці, в межах якого в Україні збереглася вертикаль племінних підприємств з проведення поглибленої селекційної роботи – племінний завод → птахорепродуктор I та II порядку. Нажаль, це стосується лише гусей вітчизняної селекції, а саме порід Велика сіра та Велика біла. Взагалі ж генетичні ресурси гусей в Україні представлені чотирма породами, серед яких ще Кубанська сіра та Легарт. Виробництво інкубаційних яєць, добового молодняку та м'яса в племінних та спеціалізованих підприємствах з утримання гусей в Україні наведено в табл. 6.

Таблиця 6.

Виробництво інкубаційних яєць, добового молодняку та м'яса гусей в Україні

Показники	Роки	
	2020	2021
Від прабатьківських та батьківських стад		
Поголів'я прабатьківських стад гусей, тис. гол.*	13,1	0,50
Кількість інкубаційних яєць за рік, тис. шт.*	550,20	21,00
Кількість добового молодняку, тис. голів*	440,16	16,80
Розрахункова кількість м'яса в живій вазі від вибракуваної птиці, тонн	346,63	13,23
Від сільськогосподарських птахопідприємств		
Поголів'я гусей, тис. голів**	101,59	57,40
Виробництво інкубаційних яєць для задоволення потреб населення, тис. шт.**	1357,00	935,00
Виробництво м'яса гусей у живій вазі, тонн	178,00	156,00

Примітки: * за даними Державного Реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві;

** за даними Державної служби статистики України.

За даними Державного Реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві, у 2020 році діяли 4 племінних птахорепродуктори першого та другого порядку загальною потужністю 12,5 тис. голів гусей та 2 племінних заводи з поголів'ям

0,6 тис. голів. У 2021 році підприємств з розведення батьківських стад гусей не було зареєстровано, а поголів'я прабатьківських форм у племінному заводі в ДППП «Роздольне» Харківської області скоротилося до 0,5 тис. голів. На даний час в Україні майже відсутні спеціалізовані птахопідприємства, які вирощують гусей на м'ясо. Відповідно до інформації Державної служби статистики України поголів'я гусей у спеціалізованих птахопідприємствах у 2020 році становило всього 101,6 тис. гусей, а у 2021 році скоротилося в 1,77 раз. Для потреб населення племінними та спеціалізованими птахопідприємствами було вироблено близько 1,88 та 0,93 млн. шт. інкубаційних яєць гусей у 2020 та 2021 роках, відповідно.

Структуру та об'єм ринку виробництва м'яса гусей в країні наведено в табл. 7. Нажаль, майже єдиним джерелом виробництва гусячого м'яса в Україні є населення (ММСП). Спеціалізованими підприємствами у 2020 році вироблено лише 2,13% від загальної кількості даного продукту, причому з урахуванням вибракуваної за віком або за фенотипом (живою масою до 3-5 кг) птиці з племінних господарств (25% від загального поголів'я). У 2021 році виробництво м'яса гусей у даному сегменті скоротилося до 1% за рахунок значного зменшення поголів'я як у самих спеціалізованих підприємствах, так і у племінних. У 2020 році, за нашими розрахунками, племінними заводами та птахорепродукторами було вибракувано біля 99 тис. голів гусей, з яких отримано близько 346,6 тонн м'яса, що разом з виробництвом цього продукту в спеціалізованих підприємствах (178 тонн) становить 524,6 тонн. У 2021 році виробництво гусячого м'яса у підприємствах зменшилося втричі і склало 169,2 тонн.

Таблиця 7.

Структура та об'єм ринку виробництва м'яса гусей в господарствах різних розмірів в Україні

Показники	Розмірність	Спеціалізовані птахопідприємства	ММСП	Разом
2020 р.				
Інкубаційне яйце	тис. шт. яєць	61,24	5150,0	5211,24
Добовий молодняк	тис. голів	48,99	3960,0	4008,99
Кінцеве поголів'я	тис. голів	44,09	3700,0	3744,09
М'ясо (в живій вазі)	тонн	524,63	24050,0	24574,63
2021 р.				
Інкубаційне яйце	тис. шт. яєць	53,40	3605,0	3658,4
Добовий молодняк	тис. голів	42,72	2772,0	2814,72
Кінцеве поголів'я	тис. голів	38,45	2590,0	2628,45
М'ясо (в живій вазі)	тонн	169,23	16835,0	17004,23

Щодо населення країни, то за результатами наших досліджень у 2020 році воно утримувало біля 3,96 млн. голів гусей, або 3,45 % від загальної чисельності птиці м'ясного напрямку продуктивності в ММСП. Для отримання такої кількості добового молодняку необхідно проінкубувати 5,15 млн. штук інкубаційних яєць. З урахуванням даних Державної служби статистики України щодо виробництва інкубаційних яєць (1,36 млн. інкубаційних яєць) у 2020 році в Україну було завезено, або вироблено в незареєстрованих птахогосподарствах, близько 3,79 млн. шт. інкубаційних яєць гусей. Таким чином, населенням країни (ММСП) було вироблено біля 24,05 тис. тонн м'яса гусей, що становить 97,9 % від валового виробництва цього продукту.

За нашими розрахунками у 2021 році чисельність гусей у населення України зменшилася на 30 % і становила біля 2,59 млн. голів. Це дало можливість отримати близько 16,83 тис. тонн гусячого м'яса. Загальне ж валове виробництво даного продукту у 2021 році становило практично 17,0 тис. тонн.

Індики.

Зараз в Україні відсутні птахопідприємства, які мають статус племінних з розведення генетичних ресурсів індиків. За офіційною статистикою, у 2021 році спеціалізованими птахопідприємствами було вироблено 39,7 тис. тонн м'яса індиків (табл. 8). Виходячи з середньої живої ваги птиці, зданої на м'ясо (18,7 кг) на відгодівлю було посаджено 2,23 млн. голів добового молодняку (збереженість при відгодівлі 95%). З урахуванням нормативного показника виводу молодняку на рівні 70% для задоволення потреб спеціалізованих птахогосподарств необхідно 3,19 млн. шт. інкубаційних яєць, понад 60% яких, на жаль, завозяться із-за кордону.

Таблиця 8.

Структура та об'єм ринку виробництва м'яса індиків в господарствах різних розмірів в Україні у 2021 році

Показники	Розмірність	Спеціалізовані птахопідприємства	ММСП	Разом
Інкубаційне яйце	млн. шт. яєць	3,19	0,84	4,03
Добовий молодняк	млн. голів	2,23	0,58	2,82
Кінцеве поголів'я	млн. голів	2,12	0,56	2,68
М'ясо (в живій вазі)	тис. тонн	39,7	10,0	49,7

Щодо населення країни, то за результатами наших досліджень у 2021 році поголів'я індиків у нього становило 0,58 млн. голів, або 0,5 % від загальної чисельності птиці м'ясного напрямку продуктивності в ММСП. Таким чином, населенням було вироблено біля 10 тис. тонн м'яса індиків або понад 20% від валового виробництва цього продукту.

Щорічно для задоволення потреб в добовому молодняку індиків в країні інкубується біля 4,0 млн. шт. інкубаційного яйця. Майже єдиним виробником інкубаційних яєць індиків в Україні є Харківська область. В цьому регіоні працює низка ММСП з утримання батьківських стад індиків із загальною кількістю біля 40,0 тис. голів, але без офіційного статусу племінних

птахорепродукторів другого порядку. В середньому за рік від цього поголів'я отримують біля 2,4 млн. штук яєць (60 шт. на несучку), а виходячи з нормативного показника виходу інкубаційних яєць 85% – біля 2 млн. шт. інкубаційного яйця і в подальшому – 1,43 млн. голів добового молодняку (вивід молодняку 70 %). Це становить практично половину потреб у добовому молодняку для внутрішнього ринку виробників м'яса індиків і повністю покриває потребу в ньому ММСП (табл. 8). Іншу частину в 1,38 млн. голів добового молодняку індиків, імовірно, отримують від завезеного із-за кордону за імпортом інкубаційного яйця.

На даний час ринок виробництва м'яса індиків в Україні більш-менш стабільний ($\pm 10-15\%$) і не демонструє різких коливань щодо зниження поголів'я та загального виробництва м'яса індиків.

Таким чином, за результатами проведених досліджень можна визначити загальну структура галузі з виробництва м'яса сільськогосподарської птиці різних видів в Україні (табл. 9).

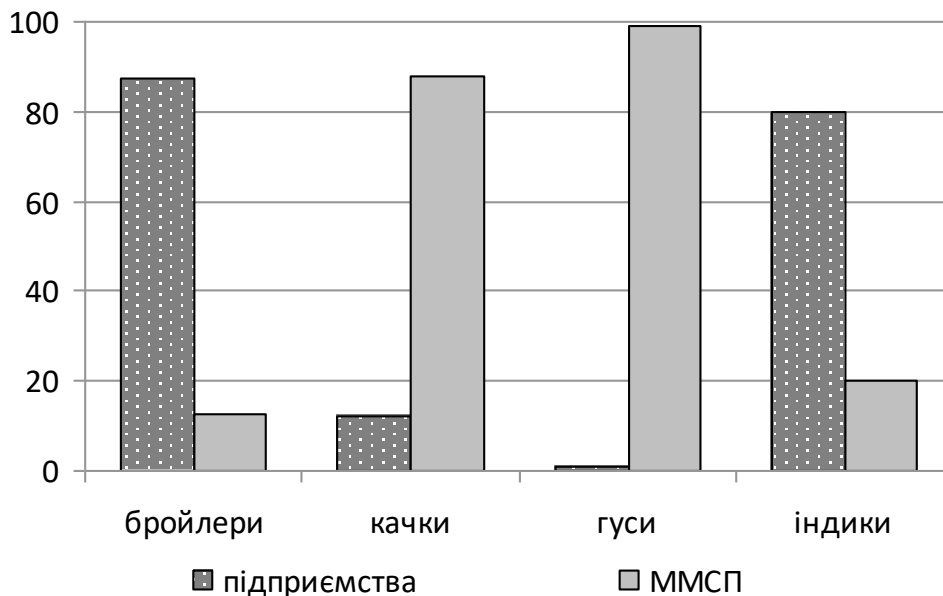
Таблиця 9.

Загальна структура виробництва м'яса сільськогосподарської птиці різних видів в Україні (2021 р.)

Вид птиці	Виробництво м'яса птиці		
	всього, тис. тонн	в розрізі господарств (тис. тонн / %)	
		спеціалізовані	ММСП
Курчата-бройлери	1720,9	1501,5 / 87,3	219,4 / 12,7
Качки	20,66	2,51 / 12,1	18,15 / 87,9
Гуси	17,00	0,17 / 1,0	16,84 / 99,0
Індики	49,70	39,7 / 79,9	10,00 / 20,1
РАЗОМ	1808,26	1543,88 / 85,4	264,37 / 14,6

Перше місце, а це 1720,9 тис. тонн м'яса, в нашій країні займає м'ясо курчат-бройлерів, як серед спеціалізованих птахогосподарств (1501,5 тис. тонн), так і серед ММСП (219,4 тис. тонн). Незважаючи на максимальну потужність

першого сектору, у спеціалізованих птахогосподарствах виробляється 87,3 %, населенням – 12,7 % від валового виробництва цього продукту (малюнок 2). Нажаль, ММСП не можуть повною мірою використати весь свій потенціал, що пов'язано насамперед з їх діяльністю у сірій зоні бізнесу.



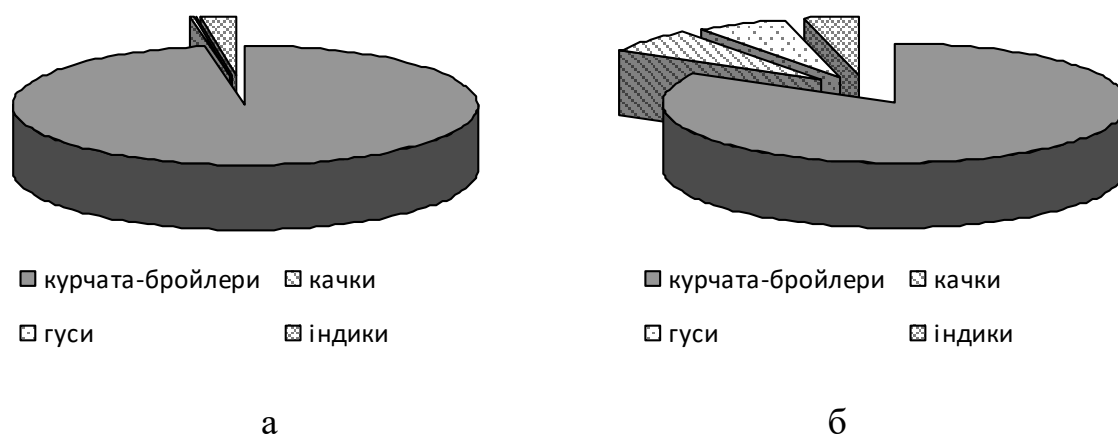
Малюнок 2. Структура виробництва (%) м'яса за видами сільськогосподарської птиці

Друге місце (за даними 2021 р.) у загальному виробництві м'яса птиці в країні посідає індичатина (майже 50 тис. тонн). Це пов'язано з відсутністю стабільно діючих виробників як серед спеціалізованих господарств, так і серед ММСП. Так, 49,7 тис. тонн м'яса індиків, які було вироблено у 2021 році, складаються з 39,7 тис. тонн, отриманих у спеціалізованих підприємствах (майже 80 % від валу цього м'яса), і 10,0 тис. тонн у господарствах населення.

Виробництво м'яса водоплавної птиці в 2021 році було майже на однаковому рівні з невеликою перевагою на боці качиноного – 20,7 тис. тонн проти 17,0 тис. тонн гусячого. При цьому виробництво м'яса даних видів птиці майже повністю зосереджено у населення, за винятком одного підприємства з утримання качок. Тому з 20,7 тис. тонн м'яса качок майже 88 %, або 18,15 тис. тонн, вироблено в ММСП. Виробництво м'яса гусей залишається повністю прерогативою населення, за виключенням реалізації вибракуваних особин з

племінних заводів та незначної його кількості, отриманої спеціалізованими підприємствами (0,17 тис. тонн або 1%).

В загальній структурі виробництва м'яса птиці різних видів у спеціалізованих птахогосподарствах країни (малюнок 3, а) переважають курчата-бройлери. Щорічно ця кількість коливається в межах 97-98 % і становить 1501,5 тис. тонн м'яса (2021 р.), м'ясо індиків – 2,57 %, качок – 0,16 %, гусей – 0,01%. Структура виробництва серед ММСП (малюнок 3, б) складається з 83 % м'яса курчат-бройлерів, 6,87 % качок, 6,37 % гусей та 3,78 % м'яса індиків. Разом з цим, незважаючи на виробництво майже 265 тис. тонн м'яса різних видів птиці, або 15 % від валу, в країні відсутні дані щодо офіційно діючих виробників цього продукту птахівництва.



Малюнок 3. Загальна структура виробництва (%) м'яса різних видів сільськогосподарської птиці у 2021 році: а – спеціалізовані птахогосподарства; б – ММСП (господарства населення)

Таким чином, встановлено негативні тенденції щодо розвитку вітчизняної племінної бази з розведення різних видів сільськогосподарської птиці для подальшого виробництва м'яса. Єдину стабільність щодо кількості репродукторів протягом останнього десятиріччя демонструють підприємства з утримання батьківських стад м'ясних курей, що обумовлено значною потребою у добовому молодняку курчат-бройлерів.

Визначено структуру та об'єм ринку виробництва м'яса різних видів птиці в Україні. Середньорічний рівень виробництва м'яса курчат-бройлерів становить

1720-1760 тис. тонн, з яких лєвова частка виробляється спеціалізованими птахогосподарствами – біля 87 %. Розведення качок в Україні має дуже нестабільний характер. Кількість поголів'я батьківського стада за роками може змінюватися у рази, що впливає на загальне виробництво м'яса цього виду сільськогосподарської птиці. У 2021 році було вироблено понад 20 тис. тонн м'яса качок, з яких біля 88 % господарствами населення. Ринок виробництва м'яса індиків в Україні більш-менш стабільний ($\pm 10-15$ %) та не демонструє різких коливань щодо зниження поголів'я і загального виробництва м'яса. Вітчизняний об'єм ринку індичого м'яса у 2021 році становив біля 50 тис. тонн, з яких спеціалізованими підприємствами виробляється 39,7 тис. тонн, або біля 80 %. Нажаль, в країні повністю відсутні племінні птахогосподарства з утримання батьківських стад індиків. Єдиний вид сільськогосподарської птиці, в межах якого в Україні збереглася вертикаль племінних підприємств з проведення поглибленої селекційної роботи, – гуси. Вітчизняний об'єм ринку з виробництва гусячого м'яса у 2021 році становив 17 тис. тонн, яке майже повністю зосереджено у господарствах населення (90 %).

Визначено загальну структуру галузі з виробництва м'яса різних видів сільськогосподарської птиці в Україні, відповідно до якої лєвова частка (95,2 %) припадає на м'ясо курчат-бройлерів, причому виробництво його переважно зосереджено у спеціалізованих птахогосподарствах країни. М'яса інших видів птиці в цілому щорічно виробляється від 0,9 % (гуси) до 2,7 % (індики). При цьому вирощування на м'ясо водоплавної птиці здебільшого сконцентровано у ММСП – 87,9-99% загального виробництва даних видів м'яса.

Також встановлено, що виробництво м'яса птиці спеціалізованими птахопідприємствами переважно представлене м'ясом курчат-бройлерів – 97,3 % від загального валу м'яса, виробленого цим сектором. На противагу цьому, ММСП, попри пріоритет даного продукту в загальній структурі виробництва (83 %), все більше віддають перевагу виробництву м'яса й інших видів. Ними виробляється 6,9 % м'яса качок, 6,4 % гусей та 3,8 % індиків від загального валу м'яса, отриманого цими підприємствами.

SECTION 2. FORESTRY

10.46299/ISG.2022.MONO.AGRO.2.2.1

2.1 Наступне природне відновлення в дубових лісах Сумської області

Природне відновлення дубових лісів є актуальним питанням лісового господарства, адже вони виконують важливі еколого-захисні, рекреаційно-оздоровчі, природоохоронні та інші функції, а також забезпечують економіку держави високоякісною деревиною та другорядними лісовими матеріалами [19-21]. Ступінь успішності наступного природного відновлення дуба залежить від таксаційних показників материнських деревостанів (віку, повноти, участі дуба в їхньому складі) [19-26], ступеня розвитку чагарникового й трав'яного ярусів [25, 27, 29-31], успішності плодоношення дуба в рік рубки, а також за 1–2 роки до неї [25] тощо.

Виявлення особливостей появи та успішного подальшого росту підросту, аналіз його кількісного й якісного стану сприятимуть розробленню відповідних заходів щодо відтворення високопродуктивних, біологічно стійких природних дубових насаджень насіннєвим шляхом, прогнозуванню їхнього подальшого розвитку та збереженню генетичного потенціалу дубових лісів [23]. Незважаючи на значну увагу до питання можливості природного насіннєвого відновлення цінних дубових насаджень, зокрема – комбінованим способом, воно й надалі залишається актуальним.

Мета досліджень – дослідити кількісну характеристику підросту господарсько цінних порід, його висотну та вікову структуру, поширення на ділянках 1–2-річних незімкнутих лісових культур для подальшого його використання під час відновлення дубових лісів природним або комбінованим (у поєднанні зі штучним) способами.

Дослідження проводили в осінній період у 2018–2020 рр. на пробних площах (ПП), закладених у лісостеповій частині Сумської області в умовах свіжої кленово-липової діброви у ДП «Тростянецьке ЛГ» (ПП 1, 2, 5 і 6),

ДП «Охтирське ЛГ» (ПП 3 і 7) та ДП «Краснопільське ЛГ» (ПП 4 і 8). Вік досліджуваних насаджень перед рубкою становив 105–134 роки, повнота – 0,6–0,8, участь дуба в складі першого ярусу – 5–9 одиниць (табл. 1). На початку 2018 року (в зимовий період) було проведено суцільнолісосічні рубки всіх насаджень (площа зрубів становила від 1,0 до 3,2 га). На зрубках створено часткові лісові культури дуба з розміщенням садивних місць $4 \times 0,7$ м (початкова густина – $3,57$ тис. шт.·га⁻¹).

Таблиця 1

Таксаційна характеристика дубових насаджень до рубки та природного поновлення на ділянках 1-річних незімкнутих лісових культур

ПП	Лісництво	Характеристика насаджень			Кількість (тис. шт.·га ⁻¹) та склад (%) природного поновлення	
		склад	вік, років	повнота	кількість	склад
Незімкнуті культури дуба віком 1 рік						
1	Маківське	7Дз2Яз1Лпд	105	0,7	15,3	39Яз33Клг10Клп8Дз6Лпд4Взш
2	Нескучанське	5Дз3Яз1Клг1Лпд	109	0,6	14,5	39Яз32Клг14Клп10Взш5Дз
3	Олешнянське	9Дз1Лпд+Яз	109	0,6	8,5	61Клг16Клп13Яз7Взш2Дз1Лпд
4	Новодмитрівське	7Дз2Яз1Клг+Лпд	113	0,6	8,4	35Яз32Клг11Клп9Взш8Дз5Лпд
Незімкнуті культури дуба віком 2 роки						
5	Маківське	6Дз2Яз1Клг1Лпд	134	0,7	9,8	40Клг22Клп20Яз9Взш8Дз1Лпд
6	Нескучанське	7Дз2Клг1Яз+Лпд	111	0,8	10,3	53Клг19Яз7Клп13Взш5Дз3Лпд
7	Олешнянське	8Дз2Яз	114	0,6	4,0	40Яз30Клг20Клп7Дз3Лпд
8	Новодмитрівське	9Дз1Яз	113	0,6	5,5	32Клг24Яз19Клп14Взш9Дз2Лпд

Примітка: Взш – в'яз шорсткий (*Ulmus glabra* Huds.), Дз – дуб звичайний (*Quercus robur* L.), Клг – клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), Клп – клен польовий (*Acer campestre* L.), Лпд – липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.), Яз – ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.).

Облік природного поновлення проводили на кругових площадках площею по 10 м^2 , закладених на діагональних ходах усіх зрубів. На кожній ділянці закладали по 30 облікових площадок. Благонадійний підріст господарсько цінних порід розподіляли за породами, групами віку та групами висот, а також визначали рівномірність його розміщення на площі, яку характеризує показник трапляння – виражене у відсотках відношення кількості ділянок із його наявністю до загальної кількості закладених облікових ділянок.

Ступінь успішності природного відновлення оцінювали за шкалою УкрНДІЛГА [31]. Під час оцінювання брали до уваги кількість підросту в розрізі груп віку та висот, а також його трапляння – виражене у відсотках відношення кількості ділянок із його наявністю до загальної кількості закладених облікових ділянок. За показником трапляння на площі виділяли три категорії підросту: рівномірно розміщений (трапляння понад 65 %); нерівномірно розміщений (трапляння – 40–65 %); розміщений групами (в групах не менше 10 шт. дрібних або 5 шт. середніх і великих екземплярів поновлення).

Якщо наявний підріст належав до декількох груп за віком і висотою, його кількість за допомогою відповідних коефіцієнтів перераховували до групи великого 4–8-річного. Для дрібного підросту застосовували коефіцієнт 0,5, а для середнього – 0,8. Для переведення сходів (рослин до 1 року) до групи віком 4–8 років використовували коефіцієнт 0,2; 2–3-річного підросту – 0,7; підросту віком 9 років і більше – 1,6. Після відповідних розрахунків одержували кількість підросту в перерахуванні на великий віком 4–8 років. Якщо кількість благонадійного підросту у віці 4–8 років становила понад 6,0 тис. шт.·га⁻¹, а його трапляння – понад 65 %, то вважали, що успішність відновлення відповідає категорії «добре»; у діапазоні від 3,0 до 6,0 тис. шт.·га⁻¹ (трапляння 40–65 %) – «задовільне»; від 1,5 до 2,9 тис. шт.·га⁻¹ (трапляння 20–39 %) – «недостатнє»; менше 1,4 тис. шт.·га⁻¹ (трапляння менше 20 %) – «поганим».

Досліджувані дубові насадження за матеріалами ДП «Тростянецьке ЛГ», ДП «Охтирське ЛГ» і ДП «Краснопільське ЛГ» за 1–2 роки до рубки (у 2016 і 2017 рр.) характеризувалися дуже слабким плодоношенням дуба (1 бал за шкалою Каппера) [31]. Це значною мірою вплинуло на наявність природного поновлення дуба звичайного.

У регіоні досліджень в умовах свіжих дібров у міжряддях лісових культур, створених на зрубках, з'являється достатня кількість насінневих екземплярів поновлення головних і супутніх порід. Так, на ділянках незімкнутих культур віком 1 рік загальна кількість поновлення становила 8,4–15,3 тис. шт.·га⁻¹. Кількість дуба звичайного становила 0,2–1,2 тис. шт.·га⁻¹, а участь у складі

поновлення – 2–8 % від загальної кількості; ясена звичайного – відповідно 1,1–6,0 тис. шт.·га⁻¹ і 13–39 %; клена гостролистого – 2,7–5,2 тис. шт.·га⁻¹ і 32–61 %; клена польового – 0,9–2,0 тис. шт.·га⁻¹ і 10–16 %; липи дрібнолистої – 0,1–0,9 тис. шт.·га⁻¹ і 1–6 %; в'яза шорсткого – 0,6–1,5 тис. шт.·га⁻¹ і 4–10 % (див. табл. 1).

На трьох ділянках у складі підросту переважав ясен, а на одній – клен гостролистий. Кількість ясена була найбільшою на тих ділянках, де участь ясена в складі першого ярусу материнських насаджень до рубки становила 2–3 одиниці.

Природне поновлення дуба й ясена представлене лише сходами (рослини до 1 року життя) та 2–3-річним підростом. Частка дуба сягала 59–100 % і 5–41 % від загальної кількості відповідно, ясена – 47–88 % і 12–53 % (табл. 2).

Поновлення клена гостролистого представлене всіма віковими групами: сходами, 2–3- та 4–8-річним підростом й рослинами віком 9 і більше років, а їхня частка становила відповідно 12–60 %, 34–86 %, 1–6 % і 3–17 % від загальної кількості. Клен польовий, липа і в'яз представлені в складі поновлення сходами, 2–3- та 4–8-річним підростом, їхня частка відповідно становила 14–50 %, 50–86 % і 4 % від загальної кількості для клена; 11 %, 10–89 % і 77–90 % для липи; 7–36 %, 60–93 % і 4 % для в'яза.

Підріст дуба та липи характеризувався груповим розміщенням на площі (трапляння – 29 % і 24 %), в'яза – нерівномірним (трапляння – 44 %), а ясена, кленів гостролистого і польового – рівномірним (трапляння – 82 %, 97 % і 68 %). За показником трапляння деревної породи в складі наступного поновлення можна прогнозувати її подальшу участь в структурі майбутнього насадження.

Вікова структура природного поновлення господарсько цінних порід та його трапляння на ділянках 1-річних незімкнутих лісових культур

Породи	Кількість поновлення, тис. шт.·га ⁻¹ (чисельник – <i>min-max</i> ; знаменник – <i>середнє</i>)	Варіювання кількості поновлення за групами віку (чисельник – тис. шт.·га ⁻¹ , знаменник – частка від загальної кількості, %)				Трапляння, % (чисельник – <i>min-max</i> ; знаменник – <i>середнє</i>)
		≤ 1 р.	2–3 р.	4–8 р.	≥ 9 р.	
Незімкнуті культури дуба віком 1 рік						
Дз	<u>0,2–1,2</u> 0,7	<u>0,2–0,7</u> 59–100	<u>0,1–0,5</u> 5–41	–	–	<u>12–45</u> 29
Яз	<u>1,1–6,0</u> 3,9	<u>0,9–3,3</u> 47–88	<u>0,1–3,1</u> 12–53	–	–	<u>48–100</u> 82
Клг	<u>2,7–5,2</u> 4,4	<u>0,3–3,1</u> 12–60	<u>1,8–3,9</u> 34–86	<u>0,1–0,3</u> 1–6	<u>0,2–0,5</u> 3–17	<u>87–100</u> 97
Клп	<u>0,9–2,0</u> 1,5	<u>0,1–0,8</u> 14–50	<u>0,7–1,5</u> 50–86	<u>0,1</u> 4	–	<u>60–78</u> 68
Лпд	<u>0,1–0,9</u> 0,4	<u>≤ 0,1</u> 11	<u>0,2–0,4</u> 10–89	<u>0,1–0,8</u> 77–90	–	<u>9–36</u> 24
Взш	<u>0,6–1,5</u> 0,9	<u>0,1–0,5</u> 7–36	<u>0,5–1,1</u> 60–93	<u>≤ 0,1</u> 4	–	<u>30–57</u> 44
Незімкнуті культури дуба віком 2 роки						
Дз	<u>0,3–0,8</u> 0,5	<u>0,3–0,6</u> 8–72	<u>0,2–0,3</u> 28–92	–	–	<u>15–36</u> 26
Яз	<u>1,3–2,0</u> 1,7	<u>0,2–0,7</u> 10–38	<u>0,8–1,6</u> 60–84	<u>≤ 0,1</u> 2–6	–	<u>57–78</u> 66
Клг	<u>1,2–5,5</u> 3,1	<u>0,1–1,3</u> 6–71	<u>0,5–4,5</u> 29–82	<u>0,2–0,5</u> 7–15	–	<u>60–96</u> 80
Клп	<u>0,7–2,2</u> 1,2	<u>0,1–0,2</u> 8–10	<u>0,6–2,0</u> 82–92	<u>0,1</u> 10–18	–	<u>30–84</u> 56
Лпд	<u>0,1–0,3</u> 0,2	<u>0,1</u> 100	<u>0,2</u> 25–50	<u>0,1–0,2</u> 50–100	–	<u>6–18</u> 10
Взш	<u>0,8–1,3</u> 1,0	<u>0,1</u> 7	<u>0,8–1,2</u> 91–100	<u>≤ 0,1</u> 2	–	<u>30–54</u> 38

Примітка: Взш – в'яз шорсткий, Дз – дуб звичайний, Клг – клен гостролистий, Клп – клен польовий, Лпд – липа дрібнолиста, Яз – ясен звичайний.

За висотою дуб представлений лише дрібним (заввишки до 0,5 м) і середнім (заввишки 0,6–1,5 м) підростом, частка якого становила відповідно 92–100 % та 3–8 % від загальної кількості (табл. 3).

Ясен, клени гостролистий і польовий, липа та в'яз представлені підростом всіх груп: дрібним, середнім і великим (заввишки 1,6 м і більше), а їхня частка становила відповідно 90–100 %, 3–8 % і 2 % від загальної кількості для ясена; 51–92 %, 5–42 % і 2–12 % для клена гостролистого; 83–100 %, 9–17 % і 2 % для

клена польового; 7–11 %, 67–73 % і 20–100 % для липи; 16–73 %, 27–68 % і 4–16 % для в'яза.

Таблиця 3

Розподіл природного поновлення господарсько цінних порід за групами висот на ділянках 1-річних незімкнутих лісових культур

Породи	Кількість поновлення, тис. шт.·га ⁻¹ (чисельник – <i>min-max</i> ; знаменник – <i>середнє</i>)	Варіювання кількості поновлення за групами висот (чисельник – тис. шт.·га ⁻¹ , знаменник – частка від загальної кількості, %)		
		≤ 0,5 м	0,6–1,5 м	≥ 1,6 м
Незімкнуті культури дуба віком 1 рік				
Дз	<u>0,2–1,2</u> 0,7	<u>0,2–1,1</u> 92–100	<u>0,1</u> 3–8	–
Яз	<u>1,1–6,0</u> 3,9	<u>1,0–5,3</u> 90–100	<u>0,1–0,5</u> 3–8	<u>0,1</u> 2
Клг	<u>2,7–5,2</u> 4,4	<u>2,2–4,8</u> 51–92	<u>0,3–1,9</u> 5–42	<u>0,1–0,6</u> 2–12
Клп	<u>0,9–2,0</u> 1,5	<u>0,9–1,8</u> 83–100	<u>0,1–0,3</u> 9–17	<u>≤ 0,1</u> 2
Лпд	<u>0,1–0,9</u> 0,4	<u>0,1</u> 7–11	<u>0,3–0,7</u> 67–73	<u>0,1–0,2</u> 20–100
Взш	<u>0,6–1,5</u> 0,9	<u>0,1–0,6</u> 16–73	<u>0,2–1,0</u> 27–68	<u>0,1</u> 4–16
Незімкнуті культури дуба віком 2 роки				
Дз	<u>0,3–0,8</u> 0,5	<u>0,3–0,7</u> 79–100	<u>0,1</u> 8–21	–
Яз	<u>1,3–2,0</u> 1,7	<u>1,1–1,7</u> 70–90	<u>0,1–0,4</u> 8–24	<u>0,1</u> 1–6
Клг	<u>1,2–5,5</u> 3,1	<u>0,1–2,2</u> 8–96	<u>0,1–2,3</u> 4–58	<u>0,9–1,0</u> 18–71
Клп	<u>0,7–2,2</u> 1,2	<u>0,1–1,3</u> 18–100	<u>0,2–0,9</u> 26–52	<u>0,2</u> 6–30
Лпд	<u>0,1–0,3</u> 0,2	<u>0,1</u> 100	<u>0,1</u> 100	<u>0,1–0,3</u> 100
Взш	<u>0,8–1,3</u> 1,0	<u>0,2–0,7</u> 14–80	<u>0,1–1,0</u> 13–80	<u>0,1</u> 6–7

Примітка: Взш – в'яз шорсткий, Дз – дуб звичайний, Клг – клен гостролистий, Клп – клен польовий, Лпд – липа дрібнолиста, Яз – ясен звичайний.

На ділянках 2-річних незімкнутих культур загальна кількість поновлення становила 4,0–10,3 тис. шт.·га⁻¹. Кількість дуба звичайного становила 0,3–0,8 тис. шт.·га⁻¹, а участь у складі поновлення – 5–9 % від загальної кількості; ясена звичайного – відповідно 1,3–2,0 тис. шт.·га⁻¹ і 19–40 %; клена гостролистого – 1,2–5,5 тис. шт.·га⁻¹ і 30–53 %; клена польового – 0,7–2,2 тис. шт.·га⁻¹ і 7–22 %; липи дрібнолистої – 0,1–0,3 тис. шт.·га⁻¹ і 1–3 %; в'яза шорсткого – 0,8–1,3 тис. шт.·га⁻¹ і 9–14 % (див. табл. 1). У складі підросту

відмічено збільшення участі головних порід, що пов'язано із проведенням лісівничих доглядів за незімкнутими лісовими культурами (видалення порослі другорядних порід і максимальне збереження дуба й ясена).

На трьох ділянках у складі підросту переважає клен гостролистий, а на одній – ясен звичайний.

Природне поновлення дуба звичайного представлене лише сходами та 2–3-річним підростом, частка якого становила 8–72 % і 28–92 % від загальної кількості. Решта порід представлена сходами, 2–3- та 4–8-річним підростом. Частка ясена звичайного становила відповідно 10–38 %, 60–84 % і 2–6 % від загальної кількості; клена гостролистого – 6–71 %, 29–82 % і 7–15 %; клена польового – 8–10 %, 82–92 % і 10–18 %; липи дрібнолистої – 100 %, 25–50 % і 50–100 % для; в'яза шорсткого – 7 %, 91–100 % і 2 % (див. табл. 2).

Підріст дуба звичайного, липи дрібнолистої та в'яза шорсткого характеризувався груповим розміщенням на площі (трапляння – 26 %, 10 % і 38 %), клена польового – нерівномірним (трапляння – 56 %), а ясена звичайного і клена гостролистого – рівномірним (трапляння – 66 % і 80 %).

За висотою дуб звичайний представлений лише дрібним і середнім підростом, частка якого становила відповідно 79–100 % та 8–21 % від загальної кількості. Решта порід представлена підростом всіх груп: дрібним, середнім і великим, а їхня частка становила відповідно 70–90 %, 8–24 % і 1–6 % від загальної кількості для ясена; 8–96 %, 4–58 % і 18–71 % для клена гостролистого; 18–100 %, 26–52 % і 6–30 % для клена польового; 100 %, 100 % і 100 % для липи; 14–80 %, 13–80 % і 6–7 % для в'яза (див. табл. 3).

Аналізуючи динаміку загальної кількості природного поновлення деревних порід, слід відмітити поступове зменшення його кількості на ділянках лісових культур зі збільшенням віку зрубів. Так, на ділянках дворічних культур у середньому загальна кількість підросту є меншою на 37 %, у тому числі дуба – на 29 %, ясена – на 56 %. Це обумовлене проведенням догляду за культурами в міжряддях, внаслідок чого значна частина підросту видалається. Тому ці догляди

слід проводити якомога ретельніше, щоб зберегти максимальну кількість підросту господарсько цінних порід, зокрема дуба й ясена.

Доволі значна кількість супутніх порід (клена польового, в'яза шорсткого), а також загущені куртини ясена звичайного, клена гостролистого переважно порослевого походження може призвести до зміни головної породи. Тому особливої уваги під час проведення суцільних рубок заслуговує збереження рослин, що походять від попереднього (за його наявності) відновлення.

Успішність відновлення за шкалою УкрНДІЛГА [13] на всіх ділянках незімкнутих лісових культур характеризувалася як «погане» – кількість благонадійного підросту дуба в перерахуванні до категорії «великий 4–8-річний підріст» не перевищувала 1,4 тис. шт.·га⁻¹.

Відмітимо, що за ширини міжрядь створених культур (4 м) і наявності у незначній кількості насінневих екземплярів головних порід в умовах свіжої кленово-липової діброви лісостепової частини Сумської області доцільним є проведення лісівничих доглядів у незімкнутих культурах і перших освітлень після їх змикання селективним способом з обов'язковим збереженням дуба й інших цінних порід (ясена звичайного, липи дрібнолистої). Це забезпечить формування насаджень відповідного складу з певною участю рослин природного насінневого походження.

У роки із дуже слабким плодоношенням (бал 1) дуб звичайний в міжряддях лісових культур природним шляхом відновлюється незадовільно (кількість поновлення дуба становила до 1,2 тис. шт.·га⁻¹). Проте за наявності в складі першого ярусу материнського насадження ясена (2–3 одиниці) кількість його підросту становила до 6,0 тис. шт.·га⁻¹. Це природне поновлення необхідно враховувати та зберігати під час проведення лісівничих заходів у незімкнутих лісових культурах і рубок догляду в майбутньому.

Запропоновані заходи щодо збереження та подальшого використання наступного поновлення господарсько цінних порід сприятимуть формуванню оптимальних дубових молодняків мішаного походження.

Найважливіше після проведення суцільних рубок підріст, зокрема дуба й ясеня, особливості його висотної та вікової структури, характер розміщення на площі, доцільно враховувати під час вибору способу відновлення дубових насаджень.

SECTION 3. FRUIT GROWING

10.46299/ISG.2022.MONO.AGRO.2.3.1

3.1 Особливості росту і плодоношення червоном'якушних сортів яблуні в умовах Закарпаття

Сортів червоном'якушних яблук в світі налічується близько тридцяти, але поки що найбільшого поширення в Україні набули саме яблуні серії "Redlove", особливо Ера та Сирена. Сирена - яблуня літнього періоду дозрівання, Ера - пізньоосіння, або ранньозимова, яблука добре зберігаються до грудня. Сорт стійкий до парші, що важливо для органічного землеробства. Сік яблук також червоний, не втрачає колір при термічній обробці. Розрізане яблуко не окисляється, тобто колір не змінюється при контакті з повітрям. Останнім часом в Україні набувають популярності червоном'які яблуні сортів Байа Маріса, Трініті, Ред Кеті, Ред Пенш. Ці сорти схожі тільки зовні, проте різняться між собою на тільки періодом дозрівання, а й стійкістю до хвороб та ступінню насичення м'якуша червоним забарвленням. Червоном'які сорти яблунь виглядають доволі привабливо, тому мають і декоративне значення. Кора гілок темно-червоного кольору, а листя з привабливим червоним відливом, колір деревини в зрізі також має червонуватий відтінок. Особливо гарно вони виглядають в період цвітіння, радуючи садівників своїми квітками від ніжно-рожевого до до темно-червоного кольору. Плоди цих яблунь вживають не тільки у свіжому вигляді, з них виготовляють варення, компоти соки, начинку для пирогів. Кажуть, що в їх плодах корисних речовин більше ніж у звичайних яблуках [32].

Метою досліджень було встановлення продуктивності насаджень і якості плодів червоном'якушних сортів яблуні в умовах Закарпаття.

Для вирішення поставлених завдань встановлено умови проходження фенологічних фаз розвитку червоном'яких сортів яблунь; проведена оцінка стану перезимівлі та стійкості до екстремальних умов середовища; визначено ступінь стійкості сортів до хвороб і шкідників; встановлено залежність продуктивності

сортів від основних і другорядних ознак та виділено кращі сорти для впровадження у виробництво.

Дослідження виконувалися упродовж 2017 - 2022 рр. на виробничих садах ФГ «Коник» с. Сторожниця та присадибній ділянці Закарпатської області. Ґрунт дослідної ділянки - темно-сірий, опідзолений, легкосуглинковий на лесовидних суглинках, добре забезпечений органічними речовинами, вулканічні материнські породи, покриті грубим пластом суглинного окультуреного ґрунту. Кількість гумусу в орному шарі становить приблизно 2,0-2,3, рН ґрунтового розчину – 5,7-6. Клімат регіону помірно-континентальний.

Дослідження проводили відповідно до “Програми і методики сортовивчення плодових, ягідних та горіхоплідних культур” (1999), а також методик проведення польових дослідів з плодовими культурами (Київ, 1996), «Методика проведення експертизи сортів плодово-ягідних, горіхоплідних культур та винограду» (2005) [33]. Оцінка стійкості колекційних зразків до збудників основних хвороб і шкідників плодових культур проводиться за методикою «Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур» за редакцією В.П. Омелюти (1986).

Першими у сучасному садівництві в Україну потрапили сорти швейцарського селекціонера Маркуса Кобеста, який вивів в результаті 20-річної праці такі сорти як Ера і Сирена [34-36]. В мінливих умовах Закарпаття ці сорти забезпечують високу продуктивність та менше уражаються хворобами, що дасть можливість забезпечити біологічно чисту технологію їх вирощування.

За даними багатьох дослідників важливим напрямом покращення екологічного стану є пошук сортів, які можуть давати продуктивність за органічно чистої технології [37-42]. Науковці Закарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції створили колекцію адаптованих до умов Закарпаття зникаючих сортів яблуні, які без пестицидного навантаження дають урожай [43-44].

Нами обрана спроба запропонувати виробництву кращі сорти червоном'якушних яблунь. Більшість яблук червоном'якушних сортів на першій

вигляд не відрізняється від загальної маси плодів. Яблука сорту Ера не мають інтенсивного забарвлення шкірочки, але інтенсивне забарвлення м'якоти, яке не окислюється і не темніє при сушінні (рис.1).



Рис. 1. Форма стиглого плоду, поперечний розріз та повне цвітіння сорту Ера, 2022 р.

Плоди Сирени, Одісію, Байя Маріса червоного кольору з різною інтенсивністю розміщення сочевичок та оржавлення із білою окантовкою.

Оцінюючи будову квітки слід відмітити, що майже кожна має додаткові маточки та сильно розвинуті пиляки, що сприяє самозапиленню. Всім сортам притаманне темно рожеве забарвлення квіток з сильно рясним цвітінням.

Кільчатки формуються не лише на коротких дворічних гілках, а й однорічних, на що слід звернути увагу при обрізці та нормуванні цвітіння.

Серед вивчених сортів сорт Байя Маріса найсмачніший та з інтенсивним забарвленням. Червоний колір м'якоті він має завдяки наявності особливого пігменту «антоціану», який знищує шкідливі бактерії в організмі людини та зміцнює імунітет. Кількість антоціанів у 2 рази більша, ніж в звичайних яблуках. Тому пропонуємо його для широкого впровадження у виробництво для дієтичного харчування.

Оцінюючи господарсько-біологічні показники встановлено, що навантаження на дерева третього і четвертого року плодоношення досить високе з формуванням яблук високої якості всупереч критичним умовам 2020 року. Середня кількість плодів на дерево складала до 60 яблук масою від 188 до 203 г, що забезпечило високий урожай сорту Байя Маріса 33,7 т/га у 2019 році та найнижчий у 2020 році – 30,5 т/га. Нижчим урожаєм у 2019 році характеризувався сорт Одісію, урожай якого складав лише 29,8 т/га проти 31,2 т/га у 2020 році. Загальний стан сорту Одісію наведено на рис.2.



Рис. 2. Загальний стан дерев сорту Одісію перед збиранням у інтенсивному саду, 2020 р.

Вимірюючи біометричні показники встановлено забезпечення потрібної висоти дерев на четвертому році вегетації. Висота дерев вивчених сортів становила біля 300 см, за виключенням сорту Сирена, дерева якого сягали в

середньому не вище 285 см у 2020 році та збільшення висоти на 20-25 см у 2021 році. Діаметр штамбу відмічено кращий у сорту Сирена (232 мм) з кращим приростом упродовж року. За кількістю однорічних пагонів лідирує сорт Ера (58 шт.) та середньою довжиною однорічного приросту 61 см за два роки порівняльної оцінки.

У складних кліматичних умовах виділилися нові сорти з червоним мякушем, урожайність яких становила в середньому за вищевказаний період 30т/га плодів високої якості, що забезпечили реалізаційну ціну 45- 64 грн. Рівень рентабельності від вирощування цих сортів склав 167 – 256 %. Показники ефективності залежали від форми подачі продукції, продажі та часу максимальної реалізації. Така продукція розрахована на реалізацію у подарунковій упаковці з соками у період різдвяних свят, реалізація ресторанам для кулінарного оздоблення м'ясних і десертних страв.

Для більш детальної оцінки формування продуктивності вивчених у виробничих умовах нами проведено статистичну обробку даних та встановлено тривалість періоду вегетації і кількості плодів на 1 дереві залежно від сортових особливостей яблуні середньому за два роки досліджень (2021-2022 рр.). У результаті встановлено високу продуктивність сорту Одісіо з 67,5шт. яблук на дереві при тривалості вегетації 195 днів. Сорт Сирена сформував найменше яблук на дереві – 51,5 шт. при тривалості вегетації 172,5 діб. Слід відмітити, що зазначені сорти за селекційною характеристикою дуже різні і нами обрано саме з контрастними ознаками за морфо-біометричними показниками.

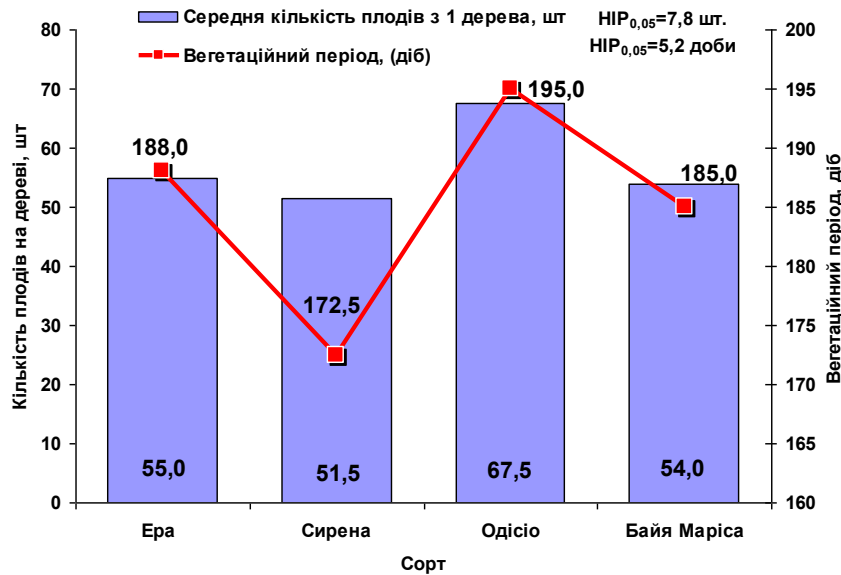


Рис. 3. Тривалість періоду вегетації і кількості плодів на 1 дереві залежно від сортових особливостей яблуни (2021-2022 рр.)

При вивченні залежності урожайності від маси плоду також виділився сорт Одісіо з урожайністю 38,2 т/га, але найнижчою масою плоду 161,5 г (рис.4). Саме цей сорт виділився великою кількістю плодів, невеликою масою, що добре зберігаються і придатні для різних кулінарних виробів. Сорт Сирена забезпечив найбільшу масу плоду (184 г), з низькою урожайністю за рахунок їх незначної кількості. Оптимальною очікуваною продуктивністю характеризувався сорт Ера забезпечуючи урожайність 32,8 т/га з масою плода 175,5 г.

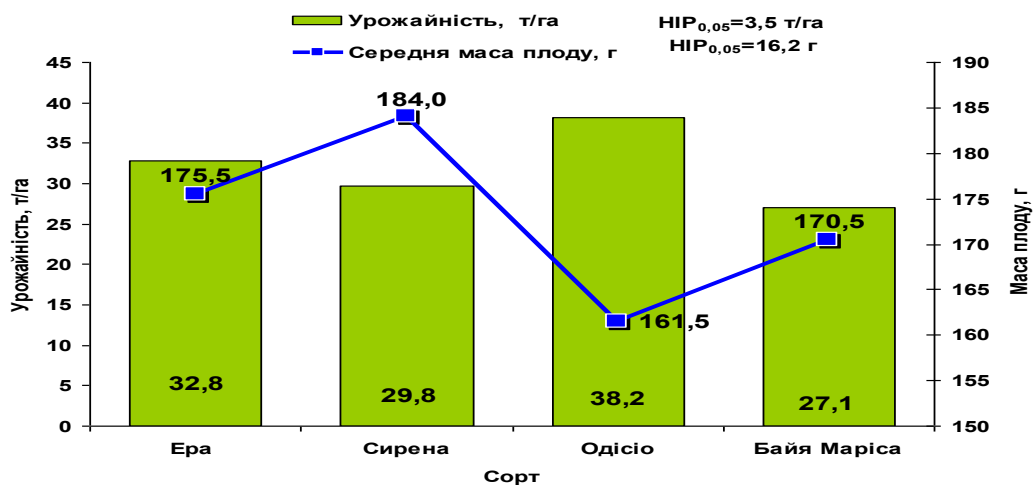


Рис. 4. Маса одного плоду і урожайність залежно від сортових особливостей яблуни (2021-2022 рр.)

За результатами дисперсійного аналізу встановлено, що кількість плодів на одному дереві на 25,8 % залежить від погодних умов і на 17,6 % – від сортових особливостей яблунь (рис. 5). Водночас, спільна дія двох факторів (погоди і сортів) чинила найбільший вплив (46,8 %) на кількість плодів, що свідчить про різну реакцію досліджуваних сортів на зміну погодних умов. Вплив інших факторів на кількість плодів був на рівні 9,9 %. Відносна помилка середньої у досліді за кількістю плодів на 1 дереві становила $P=4,7\%$, що свідчить про високу точність проведення досліді і достовірність отриманих даних.

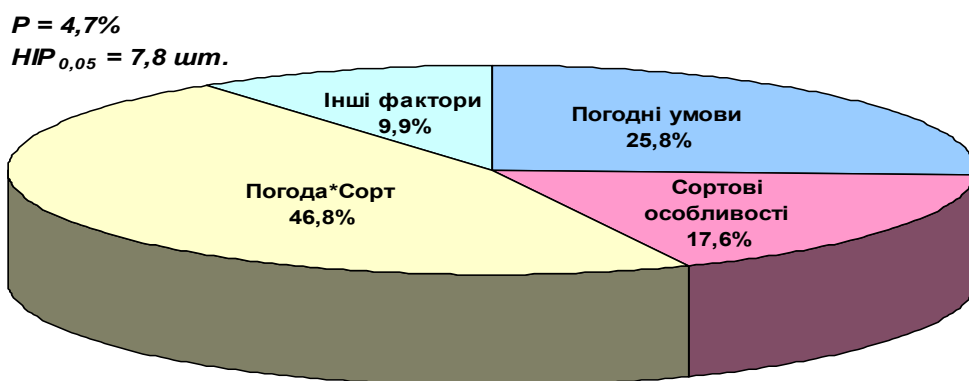


Рис. 5. Вплив факторів досліді на кількість плодів з 1 дерева

За результатами дисперсійного аналізу при визначенні впливу факторів досліді на урожайність встановлено, що продуктивність сортів залежить 58,5 % залежить від погодних умов і на 26,7 % – від сортових особливостей яблунь (рис. 6). Водночас, дія фактору погоди чинила значний вплив (8,2%) на урожайність, що свідчить про різну реакцію досліджуваних сортів на зміну погодних умов. Вплив інших факторів на урожайність був на рівні 6,7%. Відносна помилка середньої у досліді за урожайністю становила $P=3,7\%$, що свідчить про високу точність проведення досліді і достовірність отриманих даних.

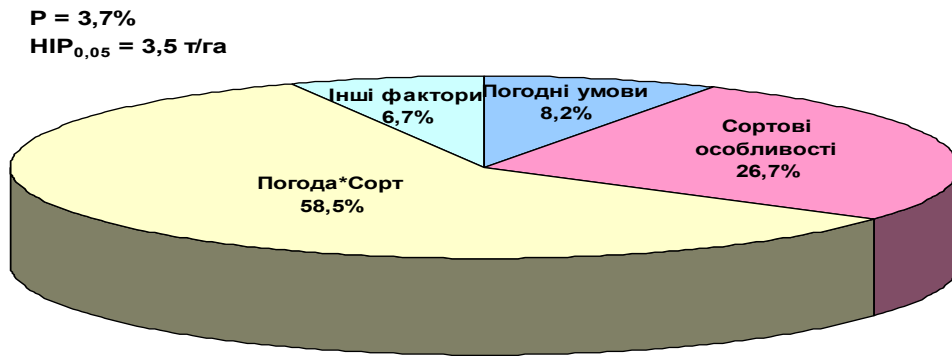


Рис. 6. Вплив факторів дослідів на урожайність сортів яблуні

Одержані матеріали дисперсійного аналізу при визначенні впливу факторів дослідів на масу одного плоду встановлено, що величина плоду сортів на 53,4% залежить від погодних умов і на 12,8% – від сортових особливостей яблунь (рис. 7). Водночас, дія взаємодії цих факторів погоди і сорту чинила значний вплив (15,8%) на масу плода, що свідчить про різну реакцію досліджуваних сортів на зміну погодних умов. Вплив інших факторів на урожайність був на рівні 18%, що є значним при доборі способів обрізки, навантаження на дерево та регулювання зав'язування плодів. Відносна помилка середньої у досліді за масою плодів становила $P=3,2\%$, що свідчить про високу точність проведення дослідів і достовірність отриманих даних.

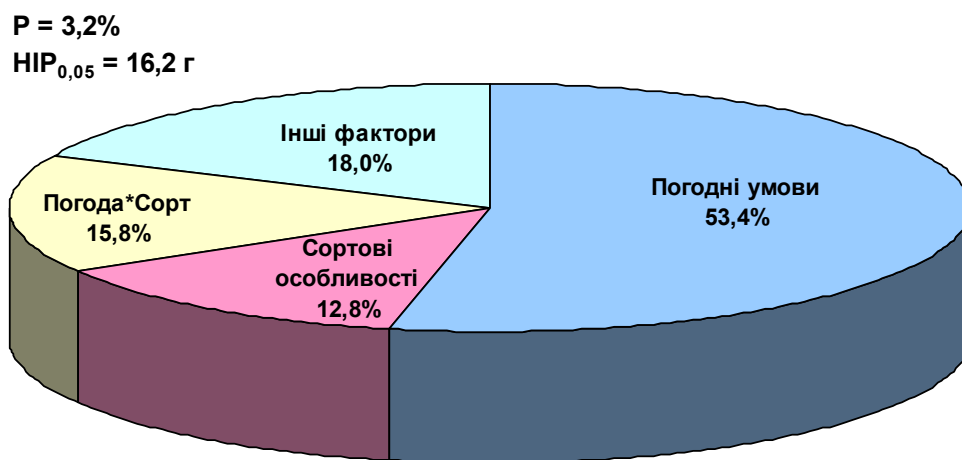


Рис. 7. Вплив факторів дослідів на масу одного плоду

У результаті проведення дисперсійного аналізу при визначенні впливу факторів дослідів на тривалість вегетаційного періоду встановлено, що цей

показник на 60,5 % залежить від сортових особливостей яблунь (рис. 8). Погодні умови також важливі для проходження вегетації досліджуваних сортів, вплив складав 23,9%. Водночас, дія взаємодії цих факторів погоди і сорту чинила деякий вплив (6,9%) на тривалість вегетації, що свідчить про різну реакцію досліджуваних сортів на зміну погодних умов. Вплив інших факторів був на рівні 8,7%, що є значним при дотриманні технологічного процесу індивідуально для кожного сорту з різною тривалістю вегетації. У першу чергу слід звертати увагу на стан стиглості плодів та планування кількості зборів. Відносна помилка середньої у досліді становила $P=1\%$, що свідчить про високу точність проведення дослідів і достовірність отриманих даних.

За результатами регресійного аналізу встановлено тісний зворотній зв'язок між залежність маси одного плоду від тривалості періоду вегетації ($r = -0,92$; $R^2 = 0,85$). Залежність має лінійний характер (рис. 9) і описується рівнянням $y = 0,9236x + 343,86$, де y – маса плоду (г); x – тривалість періоду вегетації, (дб). Таким чином, зі збільшенням маси плоду пропорційно зростає тривалість вегетаційного періоду.

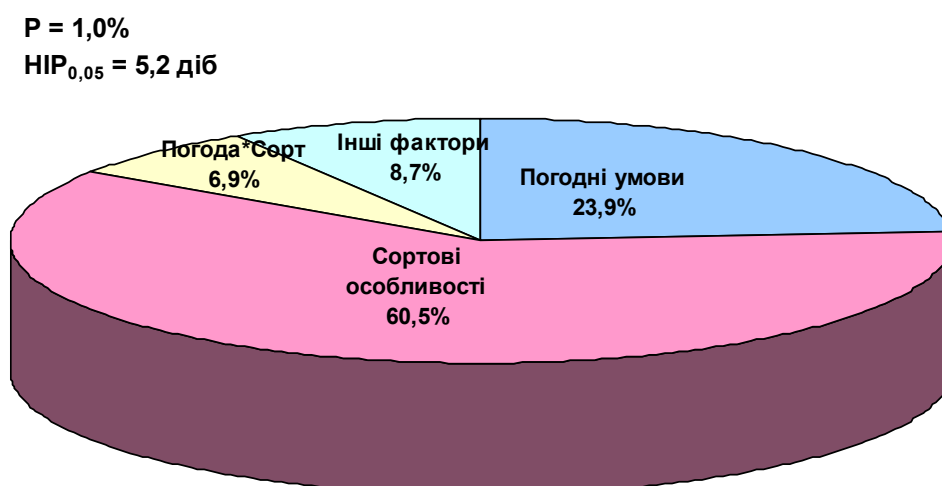


Рис. 8. Вплив факторів дослідів на тривалість періоду вегетації

Аналізуючи біологічні особливості сортів за величиною та кількістю плодів нами проведено регресійний аналіз та встановлено тісний зв'язок між залежністю кількості плодів від тривалості періоду вегетації ($r = 0,6326$;

$R^2=0,6913$). Залежність має лінійний характер (рис. 10) і описується рівнянням $y = 0,6326 x - 60,105$, де y – кількість плодів на дереві (г); x – тривалість періоду вегетації, (дів). Таким чином, зі збільшенням кількості плодів пропорційно зростає тривалість вегетаційного періоду.

За результатами регресійного аналізу встановлено тісний зворотній зв'язок між масою одного плоду і їх кількістю на дереві ($r= -1,16$; $R^2=0,7835$). Залежність має лінійний характер (рис. 11) і описується рівнянням $y = -1,1645 x + 239,25$, де y – маса плоду (г); x – кількість плодів на дереві (шт). Таким чином, зі збільшенням маси плоду пропорційно зменшується їх кількість.

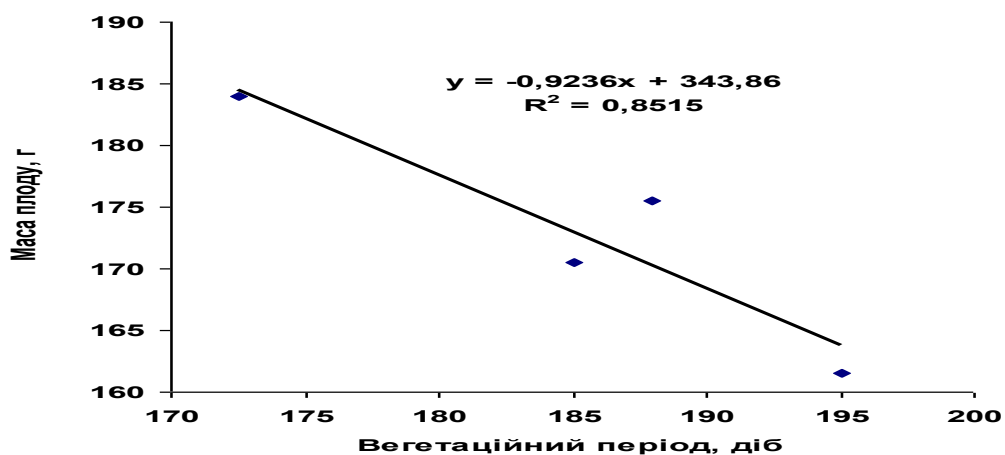


Рис. 9. Регресійна залежність маси одного плоду від тривалості періоду вегетації

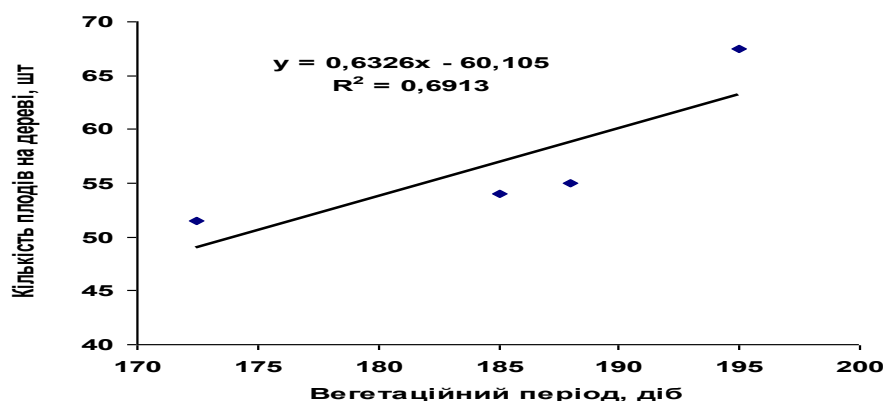


Рис.10. Регресійна залежність кількості плодів на 1 дереві від тривалості періоду вегетації

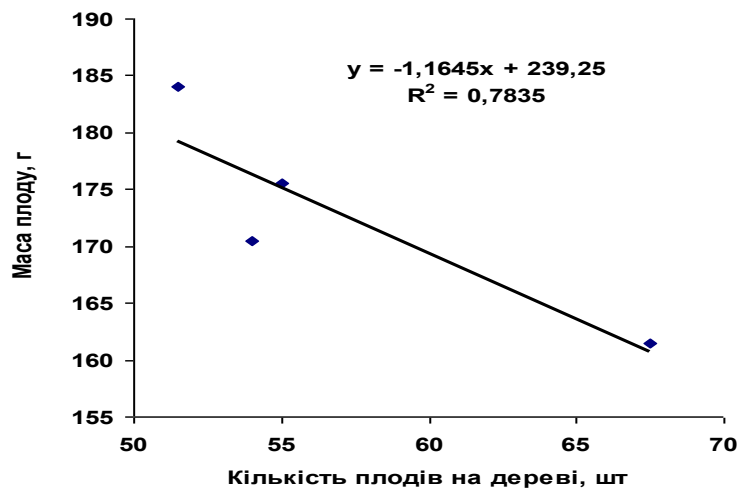


Рис.11. Регресійна залежність маси одного плоду від кількості плодів на 1 дереві

Аналізуючи біологічні особливості сортів за урожайністю та кількістю плодів нами проведено регресійний аналіз та встановлено тісний зв'язок між залежністю урожаю від кількості плодів ($r = 0,59$; $R^2 = 0,78$). Залежність має лінійний характер (рис. 12) і описується рівнянням $y = 0,59x - 1,6712$, де y – урожайність (т/га); x – кількість плодів на дереві (шт). Таким чином, зі збільшенням кількості плодів пропорційно зростає урожайність вивчених сортів яблуні.

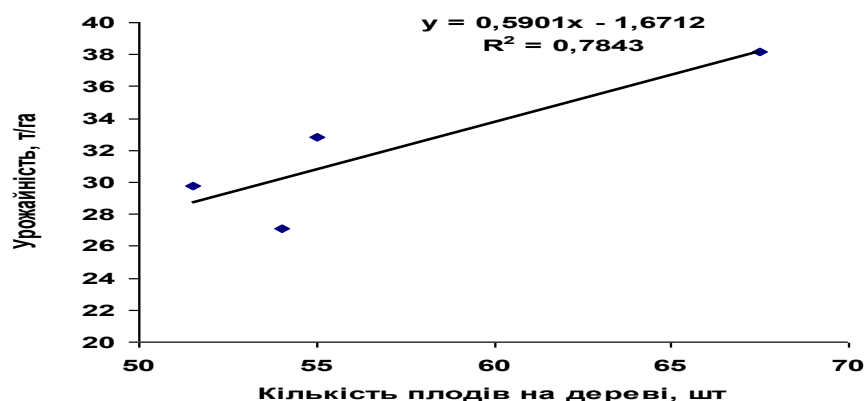


Рис. 12. Регресійна залежність урожайності від кількості плодів на 1 дереві

Оцінюючи господарсько - біологічні показники встановлено, що навантаження на дерева третього і четвертого року плодоношення досить високе

з формуванням яблук високої якості всупереч критичним умовам 2020 та 2022 років. Середня кількість плодів на дерево складала до 60 яблук масою від 188 до 203 г, що забезпечило високий урожай сорту Байя Маріса 33,7 т/га у 2019 році та найнижчий у 2020 році – 30,5 т/га. Нижчим урожаєм у 2019 році характеризувався сорт Одісію, урожай якого складав лише 29,8 т/га проти 31,2 т/га у 2020 році.

При вивченні біометричних даних, одержаних при вимірі по 10 дерев кожного сорту нами встановлено, що велику силу росту має сорт Одісію з висотою дерева 327,5 см та діаметром штамба 240,5 см. Сорт Сирена характеризувався найменшою висотою дерева (307 см), але діаметр штамба був значно більшим за інші сорти (рис.13).

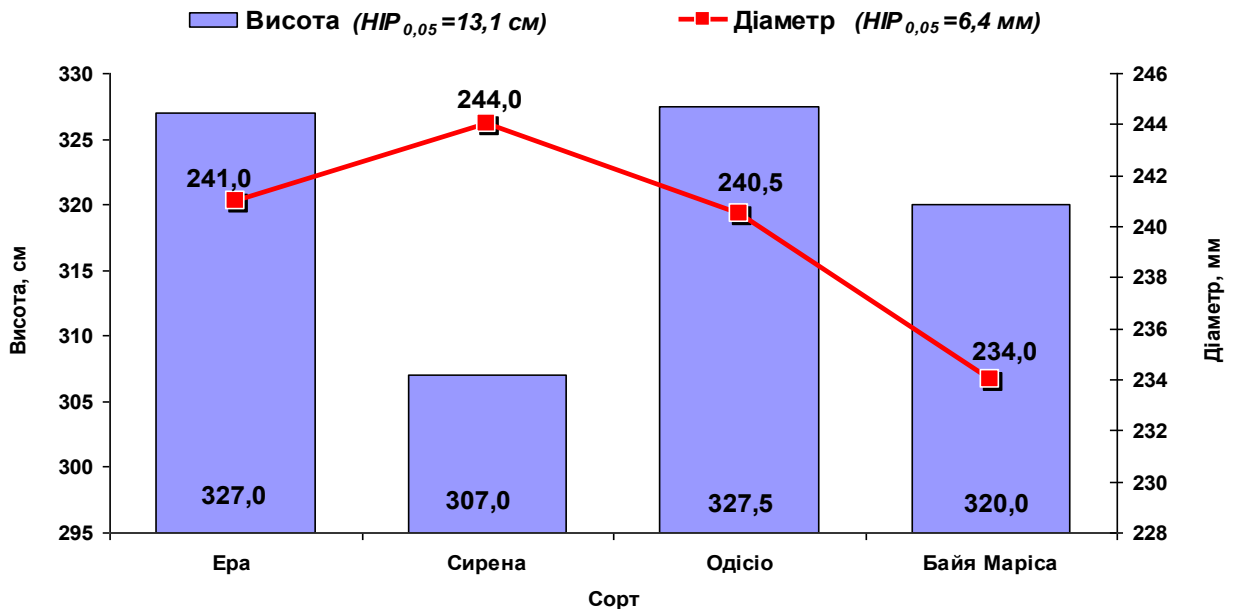


Рис. 13. Висота дерев та діаметр штамба залежно від сортових особливостей (2021-2022 рр.)

Аналізуючи одержані дані при обліку кількості однорічних пагонів та довжину приросту виділено сорт Одісію з великою кількістю однорічних пагонів (50 шт.), але довжина їх сягала лише 35,5 см. Сорт Сирена забезпечив 47,5 шт. однорічних приростів довжиною 48,5 см, (рис.14). У інтенсивних садах дуже важливо орієнтуватись не лише на кількість і довжину однорічного пагона, цінним є забезпечення товщини пагона, бо наступного вегетаційного періоду тут буде закладатись урожай.

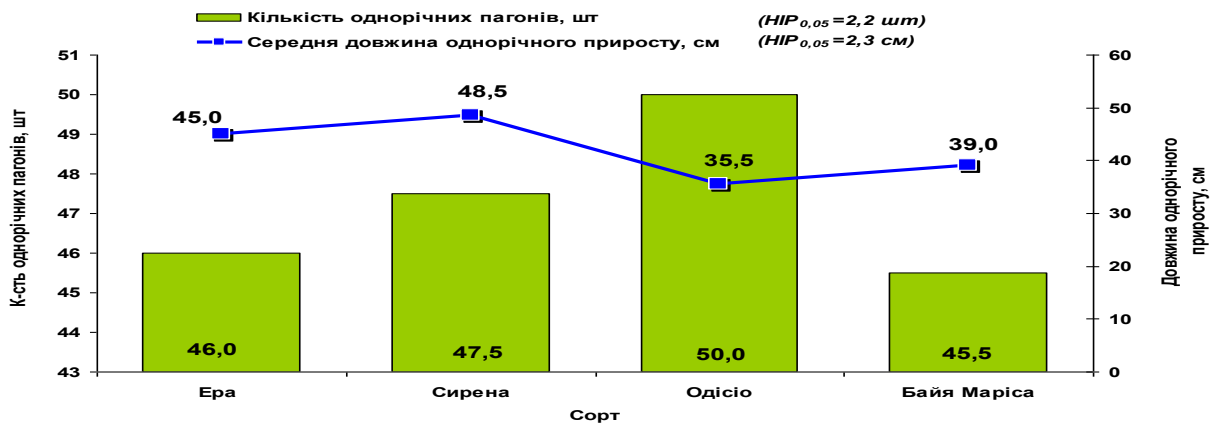


Рис. 14. Кількість однорічних пагонів та довжина однорічного приросту залежно від сортових особливостей (2021-2022 рр.)

Для оптимальної висоти дерева відіграє ряд факторів. При математичній обробці даних встановлено важливу роль сорту (52,2%) у формуванні потужності росту і розвитку при забезпеченні технології вирощування. Не менш важливим є погодні умови (39%). Поєднання обох цих факторів є незначним (3,1%), адже кожний сорт потребує певного агротехнічного забезпечення та температурного режиму і вологи, навіть якщо у саду функціонує крапельне зрошення (рис.15).

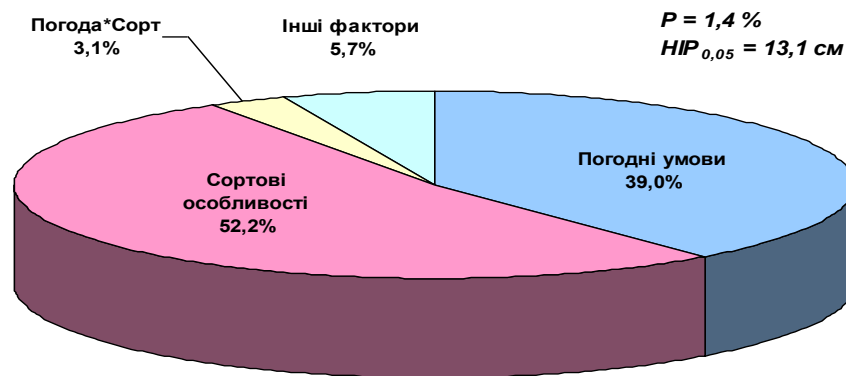


Рис. 15. Вплив факторів дослідження на висоту дерев

У інтенсивних садах вирощують у одному кварталі поб-8 сортів і спостерігаючи за ростом і розвитком відмічали різну реакцію на одне і теж саме технологічне забезпечення. У червоном'якушних сортів важливу роль відіграє сорт (45,5%) та погодні умови (46,4%) у формуванні діаметра штамба. Поєднання обох цих факторів має мізерний вплив (1,9%), (рис.16). На технологічне забезпечення слід звернути важливу увагу, бо доля інших факторів

складає 6,2%. Особливо важливим є захід підрізання кореня для зменшення живлення дерева при збільшенні надмірно товщини штамбу та скелетних гілок.

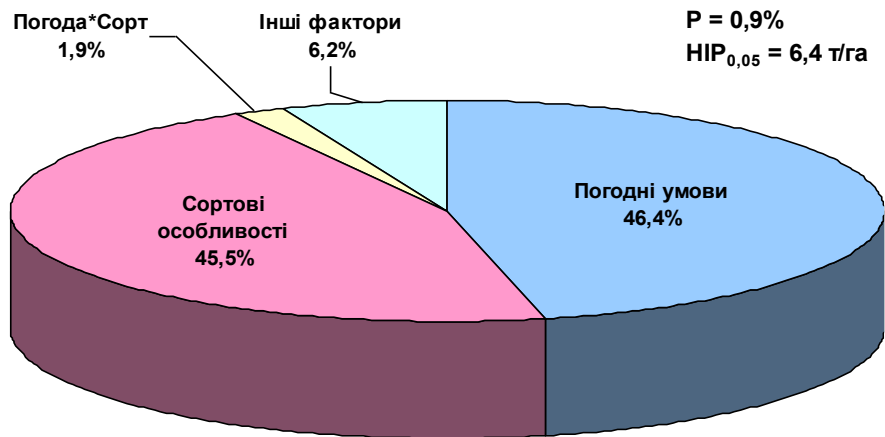


Рис. 16. Вплив факторів дослідів на діаметр штамба

При підрахунках кількості однорічних пагонів слід звернути увагу на погодні умови (87,2%), які сприяють росту сплячих бруньок на залишених сучках при весняній обрізці. Поєднання погоди і сорту має досить вагомий вплив на формування однорічних пагонів (10,1%). Сортова особливість (1,7%) займає не важливе значення при інтенсивному технологічному забезпеченні. Доля впливу інших факторів також дуже не значна (0,9%), (рис.17).

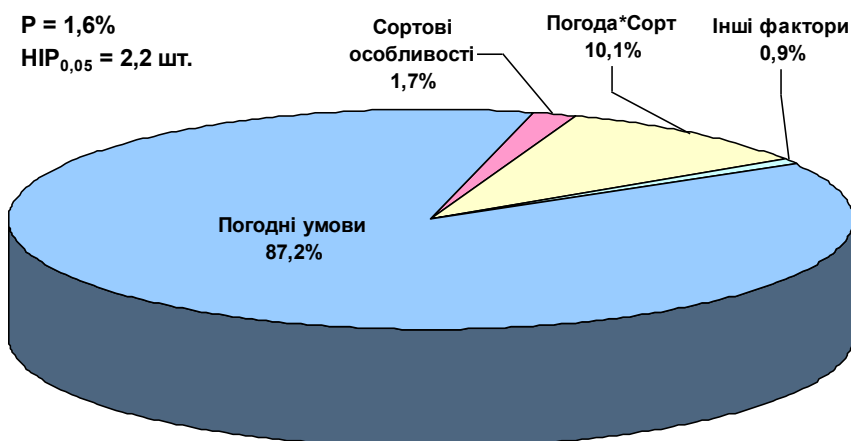


Рис. 17. Вплив факторів дослідів на кількість однорічних пагонів

Аналізуючи одержані біометричні дані при статистичній обробці встановлено важливо роль погодних умов на довжину однорічного приросту (90%), сортова особливість займає 6,1%, взаємодія сорту і погодних умов складає

3,5%. Вплив інших факторів майже не відчутний (0,4%). Матеріали впливу факторів досліду на середню довжину однорічного приросту наведено на рис.18.

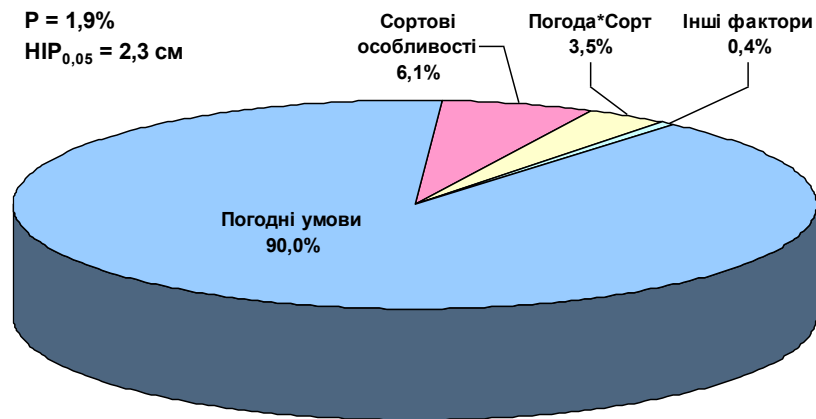


Рис.18. Вплив факторів досліду на середню довжину однорічного приросту

За результатами регресійного аналізу встановлено тісний зв'язок між приростом діаметра штамбу і висотою рослин ($r=0,78$; $R^2=0,60$). Залежність має лінійний характер (рис. 19) і описується рівнянням $y = 0,169x - 41,64$, де y – приріст діаметра штабу (мм/рік); x – висота дерев, (см). Таким чином, зі збільшенням висоти дерев пропорційно зростає річний приріст діаметра штабу.

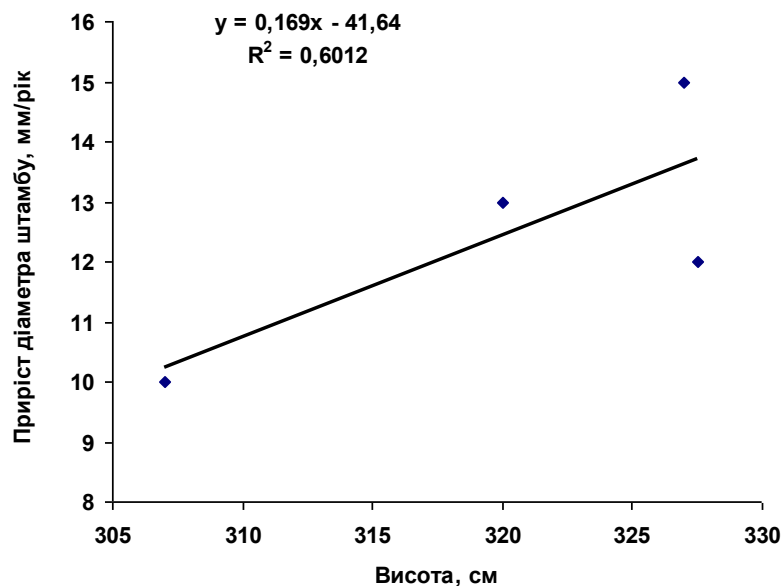


Рис. 19. Регресійна залежність приросту діаметра штамбу від висоти рослин

При проведенні регресійного аналізу встановлено тісний відємний зв'язок між довжиною однорічного приросту і висотою рослин ($R^2=0,44$). Залежність

має лінійний характер (рис. 20) і описується рівнянням $y = -0,4101x + 173,4$, де y – довжина однорічного приросту(см); x – висота дерев, (см). Таким чином, зі збільшенням висоти дерев зменшується однорічний приріст, адже дерево старіє, втрачає пластичність і потребує омолоджувальної обрізки.

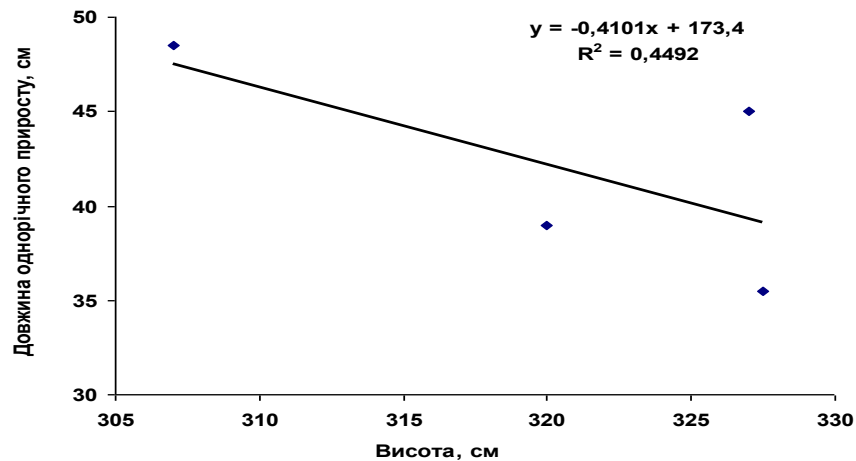


Рис. 20. Регресійна залежність довжини однорічного приросту від висоти рослин

При проведенні регресійного аналізу встановлено тісний зв'язок між довжиною однорічного приросту і діаметр штамба($R^2=0,35$). Залежність має лінійний характер (рис. 21) і описується рівнянням $y = 0,8226x - 155,31$, де y – довжина однорічного приросту(см); x – діаметр штамбу, (см). Таким чином, зі збільшенням діаметра штамба дерев збільшується однорічний приріст, але така картина буде спостерігатись до певної межі віком 4-8 років, надалі дерево потребує омолодження.

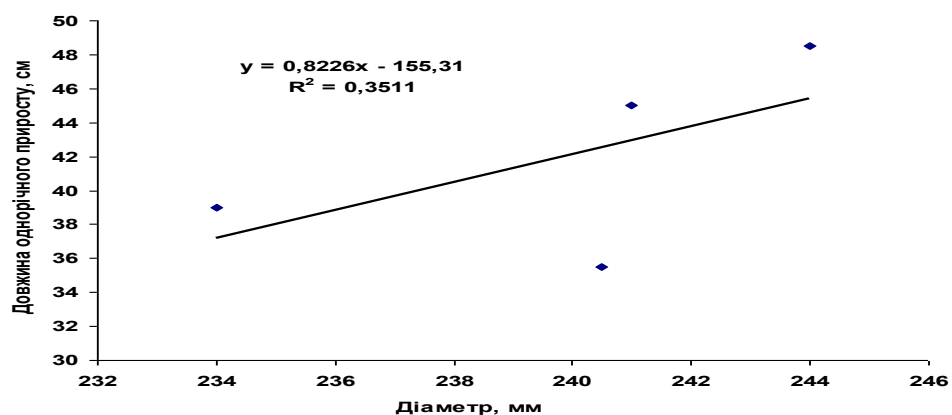


Рис. 21. Регресійна залежність довжини однорічного приросту від діаметра рослин

У результаті проведеного аналізу одержаних даних встановлено, більшість яблук червоном'якушних сортів на перший вигляд не відрізняється від загальної маси плодів. Яблука сорту Ера не мають інтенсивного забарвлення шкірочки, але інтенсивне забарвлення м'якшу. Плоди Сирени, Одісію, Байя Маріса червоного кольору з різною інтенсивністю розміщення сочевичок та оржавлення із білою окантовкою.

Оцінюючи будову квітки слід відмітити, що майже кожна має додаткові маточки та сильно розвинуті пиляки, що сприяє самозапиленню. Всім сортам притаманне темно рожеве забарвлення квіток з сильно рясним цвітінням. Кільчатка формуються не лише на коротких дворічних гілках, а й однорічних, на що слід звернути увагу при обрізці та нормуванні цвітіння.

Серед вивчених сортів сорт Байя Маріса найсмачніший та з інтенсивним забарвленням. Червоний колір м'якоті він має завдяки наявності особливого пігменту «антоціану», який знищує шкідливі бактерії в організмі людини та зміцнює імунітет. Кількість антоціанів у 2 рази більша, ніж в звичайних яблуках. Тому пропонуємо його для широкого впровадження у виробництво для дієтичного харчування.

Оцінюючи господарсько-біологічні показники встановлено, що навантаження на дерева третього і четвертого року плодоношення досить високе з формуванням яблук високої якості всупереч критичним умовам 2020 та 2022 років. Статистична обробка біометричних даних вивчених сортів дає можливість звернути увагу на вагомні фактори, які сприяють розкриттю сорту за продуктивністю.

SECTION 4. GENERAL AGRICULTURE

10.46299/ISG.2022.MONO.AGRO.2.4.1

4.1 Перспективи ведення органічного землеробства та ефективність застосування біологічних препаратів в природно-виробничих умовах степу України**Стан та перспективи розвитку органічного землеробства в Україні.**

Серед Східноєвропейських країн лідируючі позиції за кількістю сертифікованих угідь органічного землеробства займає Україна, з переважним виробництвом зернової, зернобобової і олійної продукції. Формування внутрішнього ринку органічної продукції відбулося за рахунок збільшення операторів цього ринку та розширення сертифікованих площ. За даними Федерації органічного руху України, у 2002 р. було зареєстровано лише 31 господарств зі статусом «органічне», на початок 2011 р. таких підприємств було вже 155, станом на початок 2016 р. їх кількість перевищила 360 підприємств, а в 2018 році зафіксовано 510 органічних господарств (рис. 1) [45, 46].

Найбільша кількість вітчизняних підприємств, що займаються виробництвом органічної продукції, знаходиться у південній та західній частині України – Київській, Житомирській, Вінницькій, Закарпатській, Львівській, Херсонській Одеській, а також у Полтавській області. Оскільки ці території мають достатню природну родючість ґрунтів і відносно не високий рівень забруднення [48, 49].

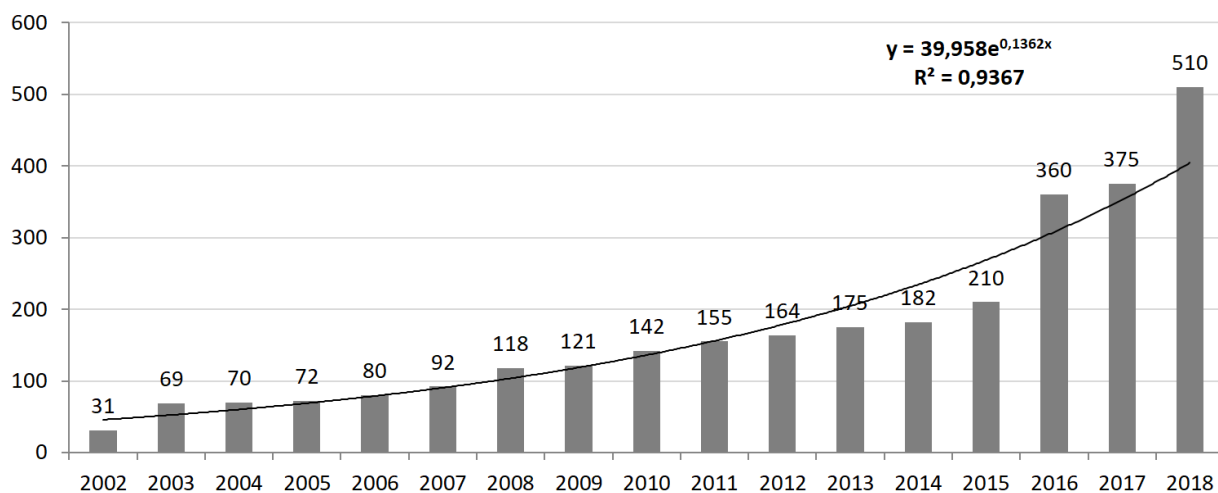


Рисунок 1. Динаміка кількості сертифікованих органічних господарств на території України [47]

На ряду із збільшенням кількості операторів органічного ринку, спостерігається стабільна тенденція до підвищення попиту та рівня споживання органічної продукції в Україні, це обумовило збільшення площ сільськогосподарських земель, зайнятих під органічним землеробством, у 2,84 рази (рис. 2), сприяло позитивній тенденції збільшення частки органічної продукції на внутрішньому ринку. Станом на 2019 рік загальна площа органічних сільськогосподарських угідь склала 429100 га. Площа органічних господарств є нерівномірною і варіює від 1-2 гектарів до 1,0 тисячі гектарів сільськогосподарських угідь і більше.

У структурі сільськогосподарських угідь України частка органічних земель становить 1,1%. Спеціалізація малих органічних господарств переважно направлена на вирощування плодоовочевої та ягідної продукції. Зокрема, експортна орієнтація органічної продукції направлена на вирощування зернобобових культур та ягід.

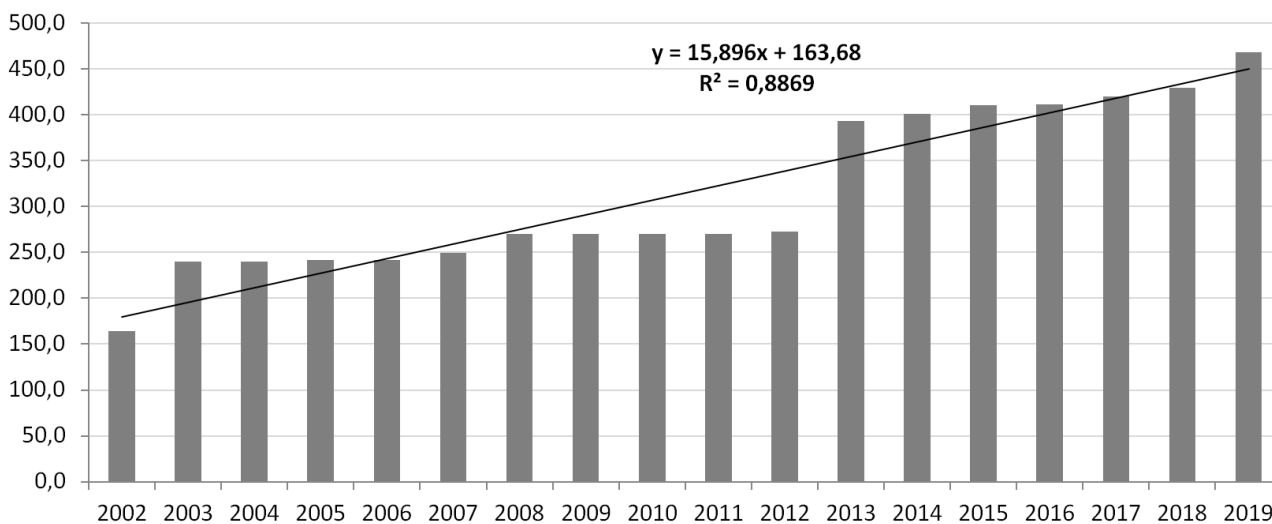


Рисунок 2. Динаміка площі сільськогосподарських угідь (тис.га), зайнятих під органічним землеробством в Україні (2002-2019рр.) [47]

Основні площі зайняті під вирощування зернових (пшениця, ячмінь, кукурудза) – 197 тис. га, олійні культури (соняшник і ріпак) – 67 тис. га. Площі під вирощування органічних овочів перевищують 8 тис. га, а під органічну картоплю – становлять 1200 га. За площами, відведеними під вирощування зернових, олійних та овочевих культур, а також картоплі, Україна входить до 10 виробників світу. Зокрема, 7-му позицію за площами зернових, 5-у – олійних, 9-у – за картоплею, 10-у – овочевих культур [50] (рис. 3).

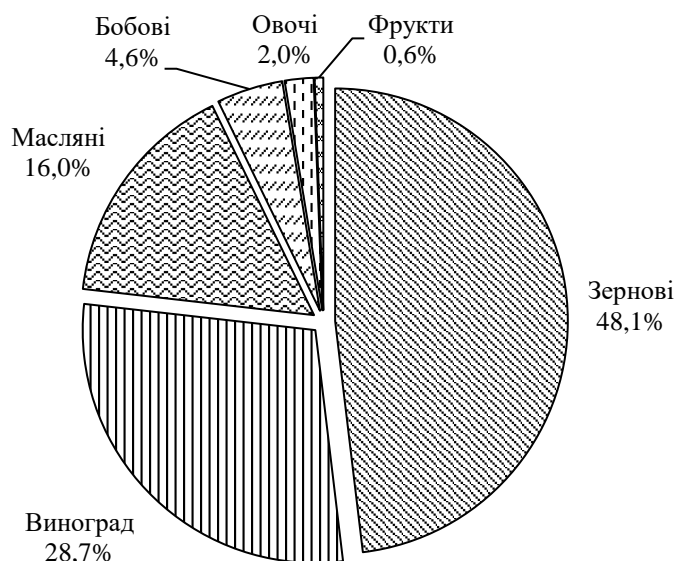


Рисунок 3. Розподіл площі сільськогосподарських земель з веденням органічного землеробства в Україні, 2018 рік, % [50]

В результаті налагодження переробки органічної продукції в Україні фіксується позитивна тенденція збільшення її частки на внутрішньому ринку. В період 2004-2020 рр. внутрішній споживчий ринок органічної продукції збільшився у 380 разів (рис. 4).

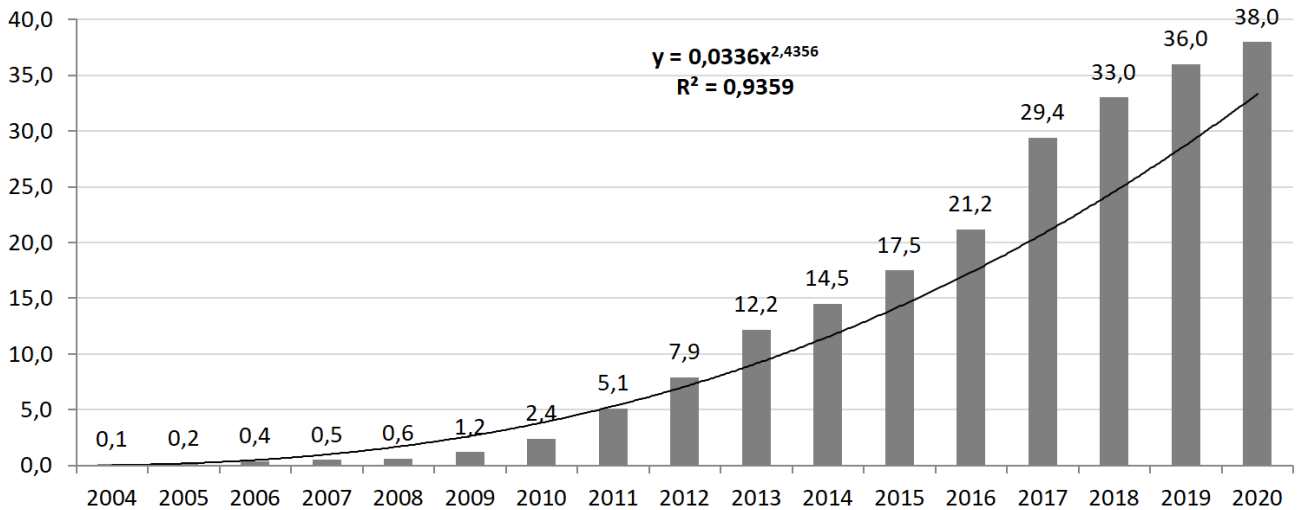


Рисунок 4. Динаміка обсягу споживчого ринку органічної продукції (млн грн) в Україні (2004-2020рр.) [47]

Для ринку органічної продукції характерні ринкові коливання, що виражаються періодами зростання попиту і незначною пропозицією, а також навпаки, з високим рівнем пропозиції й незначним попитом. Тому організація ринку органічної продукції, насамперед, має базуватися на здійсненні процесу досліджень щодо попиту та пропозиції, стандартизації органічної продукції [52].

Попит на органічну продукцію останнім часом зростає оскільки приваблює користю для здоров'я, екологічною безпекою, високою якістю і смаковими властивостями, виключенням генномодифікованих організмів, збереженням поживних речовин та натуральних складових при переробці. Основними споживачами органічної продукції є насамперед люди з вищою освітою, з високою купівельною спроможністю, ті, хто піклується про здоров'я, а також сім'ї з дітьми до 7 років [52, 53].

Нами використано результати досліджень вітчизняного споживчого ринку органічної продукції асоціації «БЮЛан Україна». Визначено, що третина

опитаних мають повне розуміння про сутність органічної продукції та бажання її споживати. Більше уваги своєму харчуванню приділяють люди 40 – 49 років. Такий результат пояснюється кращим матеріальним становищем вікової групи, більшою обізнаністю щодо здорового способу життя та харчування [54, 55].

Вітчизняний дослідник Писаренко В.М. виокремив основні фактори впливу на рівень задоволеності споживача та його готовності споживати органічну продукцію [56]: швидкість виконання замовлення, гарантія поставок, доступність та зручність товару, якість, безпечність.

Дослідженнями вітчизняних науковців Р.М. Безуса та Г.Я. Антонюка, за допомогою методу Data Envelopment Analysis (DEA), визначено ефективність використання потенціалу виробництва органічної продукції в Україні. Для аналізу здійснено обробку даних у розрізі 35–ти країн світу. В сукупності панель даних складалася із 140 спостережень. Ресурси та виготовлена продукція, що використовується для аналізу технічної ефективності, представлені такими змінними [57-59]: площа сертифікованих для виробництва органічної продукції земель на одного виробника (га), кількість сільськогосподарської техніки (тракторів) на 100 га органічних земель (шт.), обсяг органічних добрив на 1 га органічних земель, обсяг реалізованої органічної продукції на одну особу (дол. США).

Одержані результати надали можливість визначити, що до групи країн, які ефективно використовують ресурси в галузі виробництва органічної продукції, слід віднести Швейцарію, Ліхтенштейн, Південну Корею і Австрію; достатньо ефективно використовують ресурси в органічному виробництві такі країни як: Данія, Швеція та Австралія, а показник їх технічної ефективності становить 88 %, 84 % і 62 % відповідно. Люксембург, Німеччина, Італія, Норвегія, Франція – використовують свій потенціал у галузі виробництва органічної продукції менше ніж на 1/2, показник ефективності цих країн коливається в межах 30–51%; решта досліджуваних країн знаходяться у групі з низьким рівнем ефективності використання ресурсів у виробництві органічної продукції, до цієї групи увійшла і Україна [57, 60].

В процесі дослідження нами було визначено основні фактори впливу на розвиток органічного землеробства в Україні, до них належать природно-кліматичні, інституційні, економічні, соціальні (табл.1).

Таблиця 1. Фактори впливу на розвиток органічного землеробства в Україні

Фактори	Характеристика
1	2
Природно-кліматичні	<ol style="list-style-type: none"> 1. Деградація сільськогосподарських земель. 2. Низький рівень заходів з охорони земель (будівництво протиерозійних гідротехнічні споруд, залуження сильно деградованої та забрудненої шкідливими речовинами ріллі, насадження полезахисних смуг тощо). 4. Високе техногенне навантаження на площі землекористування Центральної та Східної України.
Інституційні	<ol style="list-style-type: none"> 1. Недостатність законодавчого забезпечення ведення органічного землеробства. 2. Складність сертифікації. 3. Недосконалість державного контролю за використанням і охороною сільськогосподарських земель. 4. Низький рівень обслуговування установ щодо сертифікації. 5. Слабкість мережі інформаційно-консультаційного забезпечення органічного землеробства.
Фінансово-економічні	<ol style="list-style-type: none"> 1. Слабкість державної підтримки на період переходу до органічного сільськогосподарського виробництва. 2. Відсутність пільгових умов кредитування виробників органічної продукції комерційними установами. 3. Висока вартість кредитних ресурсів (процентні ставки на сільськогосподарські кредити на рівні 25–29%). 4. Відсутність можливості страхування ризиків органічного землеробства.
Соціально-психологічні	<ol style="list-style-type: none"> 1. Низький рівень свідомості населення в екологічних проблемах. 2. Недолік екологічного мислення та освіти. 3. Пасивність управління на сільськогосподарських підприємствах відносно збереження навколишнього середовища. 4. Відсутність громадського виховання, що викликає низький рівень свідомості суспільства

Пріоритетність органічного землеробства в розвитку аграрного сектора України визначається територіальними масштабами родючих ґрунтів; значною чисельністю сільського населення та його трудовими навичками; природними властивостями ґрунтів щодо оновлення, очищення яких від штучно синтезованих речовин відбувалося під час аграрної кризи; соціальним та екологічним значенням для розвитку сільських територій та поліпшенням здоров'я населення [61, 62].

В своїх роботах вітчизняні науковці І.С. Найдата, Г.М. Запашна визначили тенденції розвитку органічного виробництва в Україні та виявили сильні та слабкі його сторони, можливості та загрози на основі SWOT-аналізу [61].

Таким чином визначено наявність потенціалу України щодо виробництва, експорту та внутрішнього споживання органічної продукції. Зокрема, агроекологічний потенціал урожайності зернових, зернобобових і олійних культур, за даними Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (ФАО), становить 6,2 т/га, а фактичний середній збір урожаю – 2,5 т/га [63, 64].

Це найбільший у світі потенціал, який може бути використаний максимально ефективно із застосуванням органічних технологій землеробства. Розвитку ринку органічної продукції в Україні сприяє наявність ринку органічної продукції Європи, ємність якого складає, близько, 26 млрд дол. США [65, 66].

Актуальним питанням у забезпеченні стабільного розвитку органічного ринку в Україні забезпечення дотримання та врегулювання відповідної нормативно-правової бази. Це забезпечить ефективну діяльність, подальше розширення площ та кількості виробників органічної продукції відповідно до європейських та вітчизняних стандартів. Зокрема, Закон України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини», який діяв в період 2013-2019 років не відповідав європейським вимогам регулювання органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції. Тому з метою удосконалення цих питань у 2019 році було прийнято новий Закон України «Про основні принципи та вимоги до органічного

виробництва, обігу та маркування органічної продукції» (№ 2496-VIII, вступив у дію з 02 серпня 2019 р.). У Законі було повністю враховано директиви й регламенти Європейського Союзу, що спрямовані на імплементацію українського законодавства відповідно до європейського, удосконалено окремих позицій вимог щодо виробництва, маркування та обігу органічної продукції, удосконалено принципи сертифікації органічного виробництва, удосконалено вимоги до відповідних органів сертифікації та інспектора з органічного виробництва продукції, визначено пункти відповідальності за порушення чинного законодавства у галузі виробництва, обігу та маркування органічної продукції тощо.

Необхідність реалізації пріоритетних напрямів спрямованих на досягнення продовольчої безпеки держави за рахунок сприяння розвитку та удосконалення органічного землеробства акцентовано у Стратегії розвитку аграрного сектору економіки України на період до 2030 року. Важливим нормативним документом регулювання та підтримки органічного виробництва є Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про державну підтримку сільського господарства України» та інших законів України щодо функціонування Державного аграрного реєстру та удосконалення державної підтримки виробників сільськогосподарської продукції» від 05 листопада 2020 року. Законом визначено умови виділення бюджетних субсидій на підтримку виробників органічної сільськогосподарської продукції, відшкодування до 30% вартості витрат на проведення сертифікації органічного виробництва та вартості витрат на придбання відповідних добрив та засобів захисту рослин, садивного матеріалу, насіння та кормів.

За даними Міністерства аграрної політики України, станом на 20 серпня 2020 року в Україні зареєстровано 426 підприємств, які отримали статус органічних виробників, з них 294 (69,01 %) підприємства займаються рослинництвом, із загальною площею землекористування близько 381 173 га., з них 48,1 % земель зайняті під вирощування зернових, 16 % – олійні, 4,6 % – бобові, під овочевими культурами зайнято 2 %, сади – 0,6 %. Ринок органічної

продукції в Україні знаходиться на етапі становлення. Активізація органічного виробництва спостерігається в Херсонській області, яка за показниками площі ведення органічного землеробства займає друге місце в країні. Тому просторово-часове агроекологічне обґрунтування передумов та перспектив ведення органічного землеробства в зоні Степу України здійснено на прикладі території Херсонської області.

Характеристика об'єкту досліджень. Площа сільськогосподарських земель Херсонської області становить 1971,0 (69,25 %) тис. га, в т.ч. ріллі – 1777,6 тис. га (рис. 5). Розораність території області складає 62,5%, що у співвідношенні "рілля/природні угіддя" відноситься до нестійких типів ландшафтів. Ліси та інші лісовкриті площі охоплюють 152,0 тис. га (5,3% від загальної площі області). На території області зосереджено 20% зрошуваних земель України, їх площа становить близько 426,8 (21,65%) тис. га. За останніми даними Державного агентства водних ресурсів України (2021 р.) зрошувані землі, які використовуються в поливному режимі складають близько 320 тис. га (75,0%), не використовуються 106,8 тис. га (25,0%) [67-69].

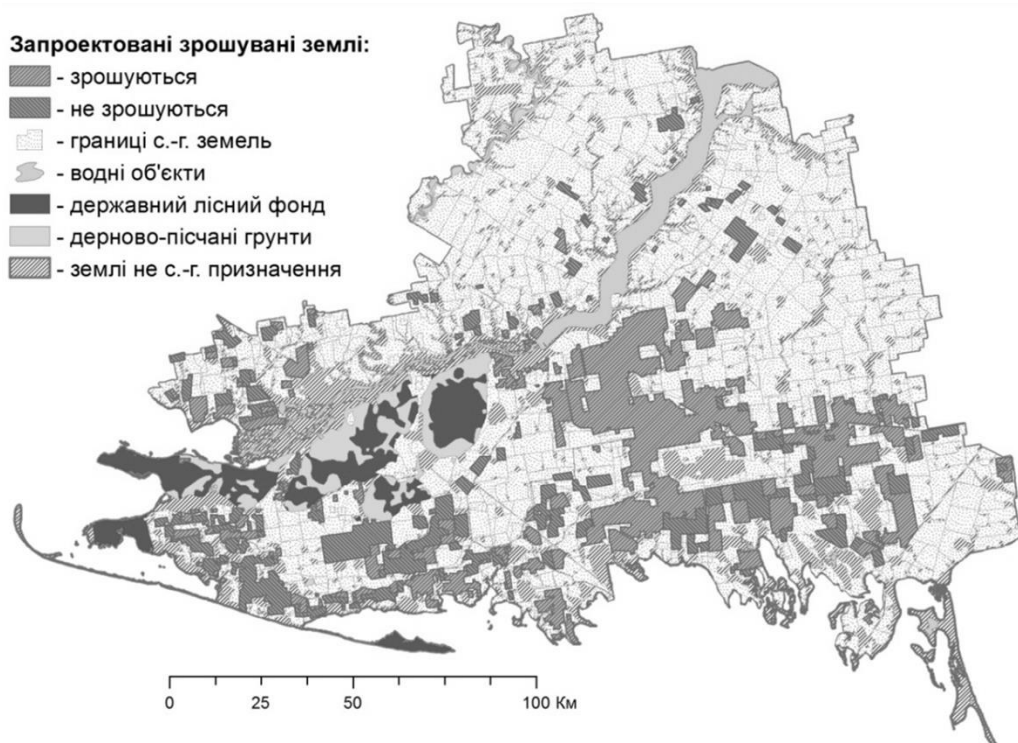


Рисунок 5. Карта розподілу сільськогосподарських земель на території Херсонської області

Загальна площа сільгоспугідь земель запасу області складає 244,4 тис.га, земель резервного фонду – 130,8 тис.га, при цьому 50,8 тис.га сільгоспугідь земель запасу (20,8%) і 33,9 тис. га земель резервного фонду (25,9%) залишаються вільними. Це переважно малопродуктивні землі (низької якості, які розташовані на схилах, віддалені від населених пунктів, еродовані землі та інші). За даними Національної доповіді «Про стан родючості ґрунтів України» площа еродованих земель України склала 15,9 млн га, в тому числі рілля – 12,9 млн га. В Херсонській області частка еродованих сільськогосподарських земель становить 48,75% (961,0 тис. га), з них 71,40% (686,2 тис. га) складає рілля. Землі області, що потребують першочергової консервації, складає 74,95 тис. га (4,79 тис. га – деградовані, 66,6 тис. га – малопродуктивні), 1,254 тис. га порушених земель підлягають рекультивації, 61,8 тис. га малопродуктивних земель – поліпшенню [67-69].

Сучасний стан органічного землеробства в Херсонській області.

Херсонська область є лідером держави у сфері ведення органічного землеробства, що підтверджується зростанням кількості підприємств органічного виробництва. За даними сертифікаційних органів операторами органічного ринку Херсонської області у 2017 році було 20 суб'єктів господарювання, які мають 11,3 тис. га площі землекористування. За даними Департаменту агропромислового розвитку Херсонської облдержадміністрації у 2018 р. на території області функціонує 38 операторів органічного виробництва, що надає лідируючих позицій в Україні разом з Одеською областю. Слід зазначити, що 4 % земель сільськогосподарського призначення Херсонської області є сертифікованими для ведення органічного землеробства [70].

В Херсонській області розташований потужний виробник органічної продукції – «Органік стандарт», який функціонує за підтримки швейцарської компанії FiBL. Особливістю Херсонщини є екологічна чиста територія, що підтверджується відсутністю хімічного забруднення сільськогосподарських земель, яке спостерігається в інших регіонах. Окрім цього характеризується рядом сприятливих умов для ведення органічного землеробства, а саме:

сприятливі кліматичні умови, родючі ґрунти з великим потенціалом для покращення їх якості.

Останнім часом спостерігається активізація експорту органічної продукції, зокрема ріпаку, пшениці озимої та ярової, ячменя озимого та ярового, кукурудзи, сої, гречки, гороха посівного, соняшника, сочевиці, люпину, квасолі, багаторічних трав, олії і макухи соняшникової. Основними країнами–споживачами є Німеччина, Австрія, Польща, Італія, Франція, Нідерланди, Данія, Швейцарія, США, Канада [71].

В Херсонській області активно розвиваються підприємства, що займаються органічним виробництвом. Зокрема у 2012 році була засноване приватне підприємство «Барбет», що спеціалізується на експорті сільськогосподарської продукції. Компанією встановлено зв'язки з виробниками сільськогосподарських товарів, протягом більш ніж 10 років підприємство впроваджує точний контроль якості та обробку доставки по всьому світу. У 2014 «Барбет» був сертифікований як органічний експортер сільськогосподарських товарів та похідних продуктів. Внаслідок тривалого партнерства у торгівлі продуктами було обрано найкращих постачальників та сертифікували їх земельні ділянки. В даний час до складу підприємства входить 6 органічних господарств загальною площею 17000 га. Компанія має досвід експорту органічної сільськогосподарської продукції в Нідерланди, Австрію, Німеччину та Чехію. Експортується переважно фрезерна пшениця, кормові зернові, кукурудза, горох, ріпак, насіння соняшнику.

У сфері органічного виробництва активно функціонує ПрАТ «Чумак». Саме виходячи з розуміння нагальності такого виду діяльності підприємство «Чумак» у співпраці з Херсонською Торгово–промисловою палатою та Посольством Великої Британії в Україні, проводить цикли тренінгів для потенційних виробників органічної продукції. Учасниками цих тренінгів постійно є дев'ять господарств Херсонщини, серед яких більшість – представники господарств–постачальників сировини для «Чумака»: «Діамант», «Таврія Агро», «Сільгосппродукт», «Юг» [72].

Зокрема, ТОВ «Агро–Біо–Тех», засновано в 2006 році. Метою і завданням компанії є вивчення та впровадження в життя досягнень української та зарубіжної науки в галузі екологічно чистих біотехнологій для сільського господарства, технологій органічного землеробства, відновлення родючості ґрунтів, сертифікація господарств за міжнародними стандартами органічного землеробства IFOAM, науковий супровід та консультації вирощування органічних сільськогосподарських культур. Продаж екологічно чистих добрив, засобів захисту рослин, біологічних засобів захисту рослин, насінневого матеріалу вітчизняної і зарубіжної селекції, рідкого органічного добрива «Ріверм», сертифікованого за міжнародними стандартами для застосування в органічному землеробстві Інститутом Екологічного Маркетингу (Швейцарія) ІМО №100496 від 29.12.2011. Реалізація сертифікованої органічної продукції.

ТОВ «Продексим, ЛТД» було засновано у 2000 р. Основними видами діяльності є вирощування органічних зернових і олійних культур в Херсонській області (на богарних і зрошуваних полях); торгівля сільгосппродукцією на внутрішньому ринку і на експорт; вирощування винограду; вирощування яблук, груш, персика черешні, малини, ожини; переробка олійних культур. Головною метою ТОВ «Продексим, ЛТД» визначено підтримку лідерських позицій на внутрішньому і світовому ринку сільськогосподарської продукції відносно забезпечення високої якості і позитивного іміджу товарів проекту, а також надання повної простежуваності органічної продукції від поля до кінцевого продукту.

Компанія ТОВ «САДЕКО ОРГАНІК» функціонує з 2010 р, є надійним постачальником високоякісної органічної сільськогосподарської продукції до країн Європейського Союзу та Америки. Основна орієнтація компанії – виробництво, переробка і торгівля якісними органічними зерновими (пшениця, кукурудза, ячмінь, овес, жито, просо), олійними (соняшник, рапс) та бобовими (соя, люцерна, горох) культурами, а також продуктами їх переробки (борошно, крупа, висівки, олія) на внутрішньому та міжнародному ринках.

Продукція компанії вирощується на сертифікованих полях відповідних фермерських господарств, постійна консультативна робота з якими стала підґрунтям для успішного розвитку та закріплення іміджу компанії на світовому ринку органіки. Стандарти якості продукції були неодноразово підтверджені провідними імпортерами Європи та США. Компанія працює згідно органічних регламентів якості EU 834/2007 та 1235/2008, USDA NOP, BIOSUISSE та міжнародних стандартів ISO 9001:2015 та GMP+B3.

Підприємства, що виробляють органічну продукцію на території Херсонської області, відзначаються високою продуктивністю, а також значним потенціалом у сфері органічного землеробства, що дає змогу стверджувати про доцільність досліджень агроекологічного стану сільськогосподарських земель області для подальшого розвитку органічного виробництва на її території.

Дослідження стану ґрунтів Херсонської області за агроекологічними показниками. Просторове моделювання представляє собою процес визначення просторово–часових закономірностей неоднорідності зміни стану родючості ґрунтів та встановлення їх придатності для потреб органічного землеробства за агрохімічними та еколого–токсикологічними властивостями.

Просторове моделювання є невід'ємною складовою та основним етапом здійснення комплексного моніторингу стану ґрунтів. Методи просторового моделювання ґрунтів ґрунтувалися на стохастичних і детерміністичних моделях, використання яких розпочато ще в 30–х роках ХХ ст. Є.М. Гапоном [73]. Вчений запропонував термодинамічну модель опису катіонного обміну у ґрунтах, а також створив модель опису неоднорідності розподілу властивостей ґрунтів [74]. В.П. Гортіков [75] представив математичний опис впливу реакції ґрунтового розчину на його обмінну здатність. М.М. Веригін [76] вперше із застосуванням моделі описав фільтраційну дифузію у ґрунтах. А.С. Фрід [77] запропонував класифікацію моделей опису стану ґрунтів за типами.

Перший тип моделей – оснований на елементах родючості та поділяється на інформаційні та управлінські моделі. Інформаційні моделі – сукупність знань про родючість і можливість їх впорядкувати. Моделі управління – дозволяють

прийняти рішення у господарській діяльності на основі компонентів родючості ґрунту для досягнення бажаного результату. У моделях управління родючістю при незначних порушеннях ґрунту відсутні істотні зміни структурно-функціональних характеристик, а при сильних змінах у ґрунті – управління направлене на створення нової моделі із кращими характеристиками і подальшим їх виведенням на встановлений рівень функціонування [78]. Головними вимогами до моделей управління родючістю ґрунтів є здатність їх до реалізації, а також економічна ефективність. У 80–90-х роках ХХ ст. в моделях управління використовували однофакторні моделі [79]. Значна кількість моделей мала рекомендаційний характер. В.А. Сіднеєв [80] виділяє два етапи створення моделей управління родючістю ґрунтів: «рекомендаційні» і «оптимізаційні». На думку дослідника в таких моделях недостатньо приділяється увага альтернативним варіантам управління, а також, при визначенні економічного ефекту, слабо розвинені концепції багатокритеріального управління.

Другий тип моделей – динамічні, які поділяються на довгострокові, що описують багаторічні явища; середньострокові – описують сільськогосподарський сезон, рік; короткострокові – пов'язані із характеристикою етапу розвитку рослин в більш короткі періоди. Для цього типу моделей час, використовується як змінний показник [81].

Третій тип – пов'язаний з територіальними межами моделей родючості, межує з традиційною практикою ґрунтознавства у галузі картографування і районування. Серед моделей даного типу розрізняють глобальні моделі, які будують для всієї території земної суші або території великих країн, регіональні моделі, до яких відносяться обмежені території зі схожими характеристиками клімату і рельєфу [78].

Четвертий тип моделей – характеризується різницею у подачі моделі, а саме, табличний вид, математичні формули, графічному або комп'ютерному забезпеченні [82].

У ХХІ столітті кількість інформації про навколишнє середовище значно збільшилося, що обумовило впровадження та розвиток геоінформаційних

технологій для цілей агроекологічного моніторингу. Геоінформаційні технології, у нашому розумінні, – це сукупність засобів і методів інформаційних процесів, для оперативного збору, обробки та поширення геопросторової інформації про структуру, обсяг площ, стан і продуктивність сільськогосподарських земель, що дозволить спрогнозувати обсяги органічного виробництва та сформувати ціни на ринках сільськогосподарської продукції [83].

Зміна природної родючості ґрунтів в результаті антропогенного впливу потребує своєчасної та достовірної інформації про зміну їх властивостей. Тому важливим є здійснення моніторингу ретроспективних змін родючості ґрунтів та його прогнозування у короткостроковій та довгостроковій перспективах із застосуванням сучасних методів та програмних інструментів ГІС–технологій [84].

Використання ґрунтів для потреб сільського господарства призводить до порушення природного ходу гумусоутворення, що впливає на інтенсивність та спрямованість процесів гуміфікації. За даними Ф.Н. Лисецького [85], ґрунти Степу, в т.ч. територія Херсонської області, формувалися при щорічному надходженні 110 ц/га рослинних решток, за рахунок яких щорічне утворення гумусу становило близько 24 ц/га. В міру посилення антропогенного впливу на степові екосистеми роль цього джерела гумусу зменшилася на 25%.

Однією із головних передумов ведення і розвитку органічного землеробства в Херсонській області є просторово–часова оцінка зміни стану родючості ґрунтів та визначення їх придатності за агрохімічними та еколого–токсикологічними властивостями. Основними типами ґрунтів Херсонської області (рис. 6) є чорноземи південні, які займають 43,7% від усієї площі сільськогосподарських земель і темно–каштанові ґрунти (30,7%).

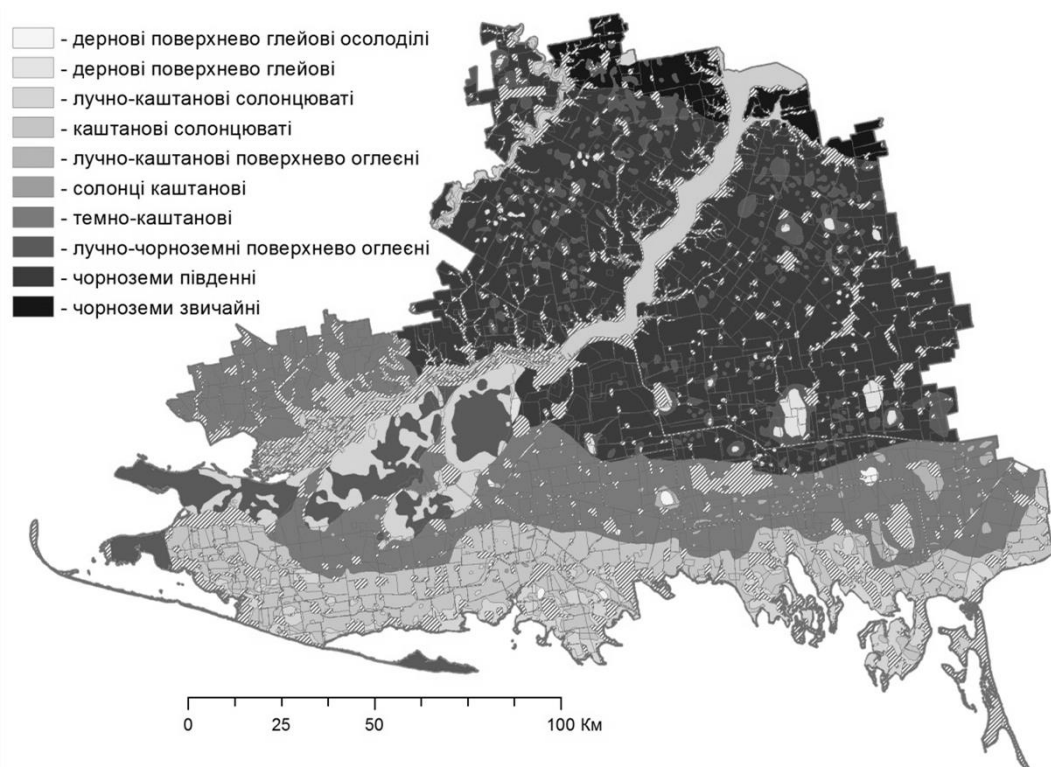
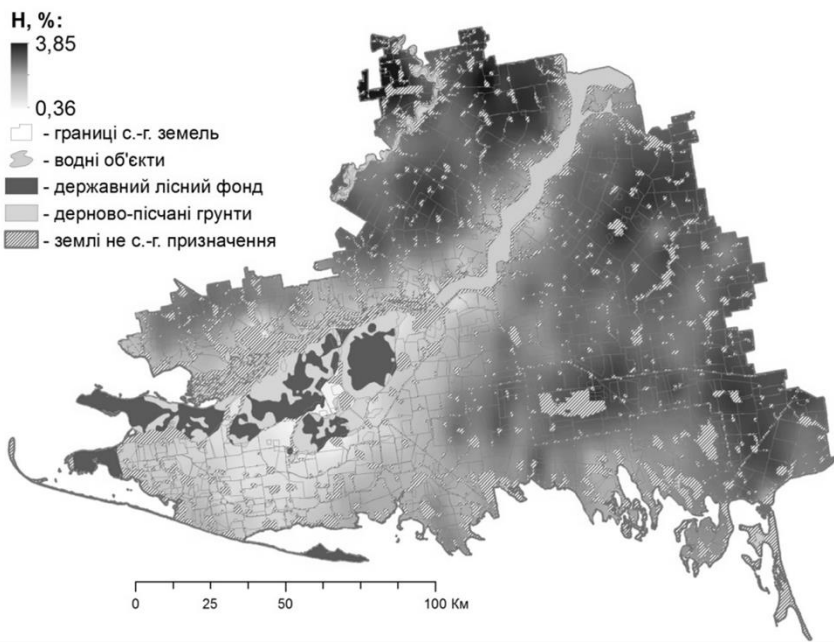


Рисунок 6. Картограма типів ґрунтів Херсонської області

Графічні та статистичні характеристики просторової неоднорідності розподілу гумусу (рис. 7) вивчені за даними 296 моніторингових площадок агроекологічних досліджень стану ґрунтів в шарі 0...20 см XI туру (2013–2017рр.) обстеження. Це забезпечило якісну інтерпретацію просторово–графічної інформації та результатів моделювання. Просторова неоднорідність розподілу ґрунтових властивостей відзначається нестационарним (нетиповим) характером їх розподілу на сільськогосподарських землях, що визначено культурою землеробства і ґрунтовою різноманітністю. Ґрунтовий покрив характеризується малогумусними ґрунтами з вмістом гумусу в межах 0,30–3,85% (рис. 7а).

Для встановлення максимальної відстані розподілу і збереження просторової енергії стаціонарності (типовості) агроекологічних властивостей ґрунтів використаний автокореляційний метод. Визначено мінімальний ($r = 0,39$) і максимальний ($r = 0,14$) радіус типовості формування гумусу, який склав від 2,5 км (лаг 1) до 12,5 км (лаг 5).



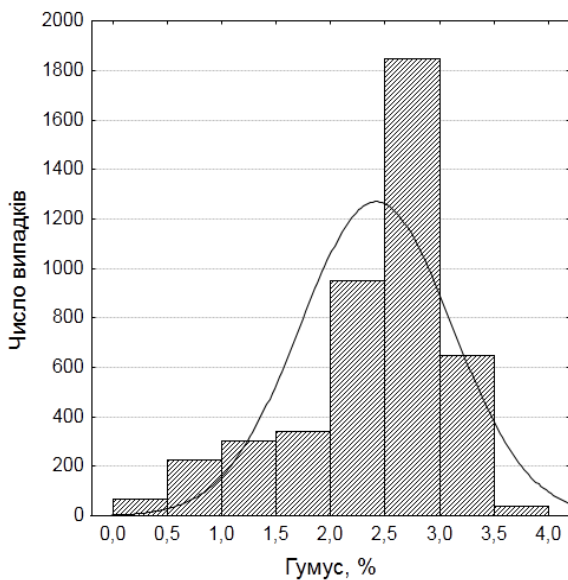
a

$$f(h) = 25,14 \cdot x - 11,98 \cdot y + 0,07 \cdot x^2 - 0,63 \cdot x \cdot y + 0,36 \cdot y^2 - 168,97, R = 0,58$$

де, x – довгота, десяткові градуси, y – широта, десяткові градуси

b

$$f(h) = \begin{cases} \int_0^{60} -0,2447 \cdot \ln(x) + 3,61 \\ \int_{60}^{100} -0,0013 \cdot x^2 + 0,1581 \cdot x - 2,39 \end{cases} \quad r = 0,98$$



в

Загальне число випадків	296
Середнє значення	2,40
Довірчий інтервал середнього	0 02
Медіана	2,60
Мод	2,92
Мінімум	0,29
Максимум	3,83
Перцентиль 10,0	1, 5
Перцентиль 90,0	,10
Рівень варіації, %	,54
Дисперсія	0,48
Стандартне відхилення	0,69
Стандартна похибка середнього	0,01
Асиметрія	-1,08
Екцес	0,61

г

Рисунок 7. Статистично-картографічні характеристики розподілу гумусу в шарі 0...20 см ґрунту Херсонської області: а – картограма розподілу; б – функція просторового розподілу; в – функція забезпеченості ґрунтів гумусом; г – статистичні характеристики

Незначний зв'язок між просторовими лагами вказує на значну варіабельність розподілу гумусу в межах різних типів (підтипів) ґрунтів. Функції просторового розподілу (рис. 7б) і забезпеченості ґрунтів гумусом (рис. 7в) дають можливість визначити його вміст у різних просторово-розподілених природнокліматичних та господарських умовах Херсонської області.

Найбільший вміст гумусу (3,50–3,86%) в ґрунтах області знаходиться у Високопільському і Нововоронцовському районах. Найменший вміст гумусу (0,30–1,00) – в ґрунтах Олешківського та Голопристанського районів. Найбільше середньозважене значення вмісту гумусу 3,04 % зафіксовано в чорноземах звичайних, які розташовані в північній частині області, найменший вміст гумусу знаходиться в дерново–пісчаних ґрунтах – 0,88.

Вміст гумусу в ґрунтах (табл. 2), яке відповідає якісним градаціям середнього і підвищеного вмісту (> 2,1%), характеризує 72,5% площі сільськогосподарських земель.

Таблиця 2. Розподіл вмісту гумусу в ґрунтах сільськогосподарських земель області

Вміст гумусу, %		Всього	
		тис. га	%
дуже низьке	< 1,10	112,0	6,3
низьке	1,10 – 2,09	376,9	21,2
середнє	2,10 – 3,09	1066,6	60,0
підвищене	3,10 – 4,09	222,2	12,5
Всього		1777,6	100

Одним із найбільш важливих елементів у живленні рослин є азот. Він є невід'ємною складовою протеїнів, хлорофілу, ферментів та багатьох інших компонентів, необхідних для росту і розвитку рослин. Азот потрібний рослині для накопичення маси як складова білків – будівельних матеріалів, а також для фітогормональної регуляції і роботи ферментів. Азот може міститися у різних формах. При цьому найбільш поширеною формою є нітрат, що пов'язано також

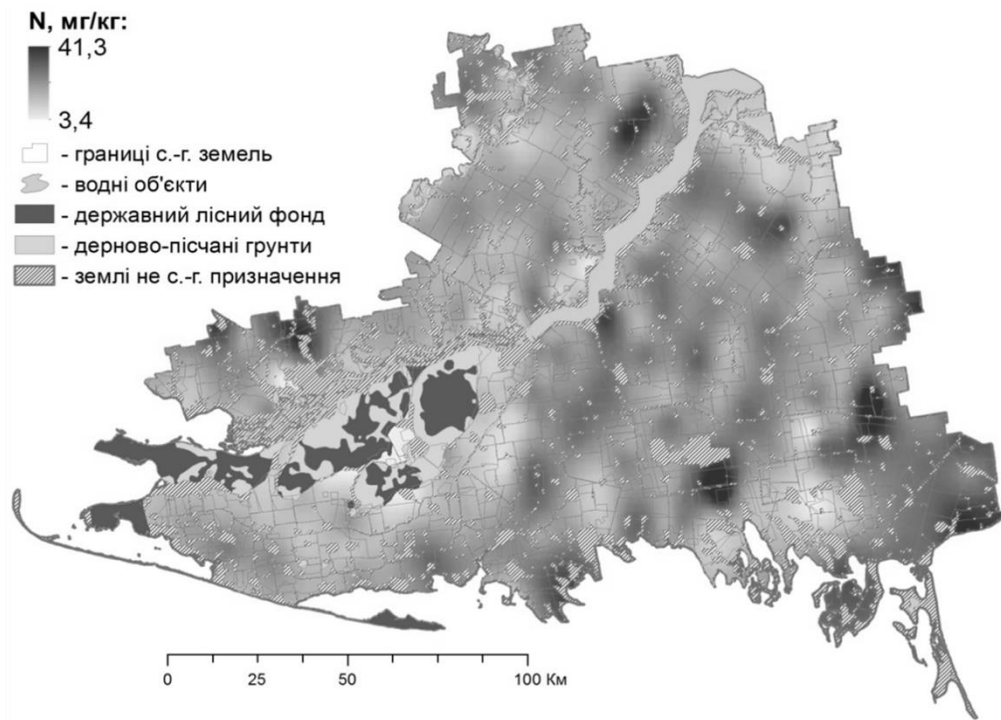
із тим, що в процесі перетворень у ґрунті різні азотні добрива доходять до нітратної форми [86, 87].

Графічні та статистичні характеристики просторової неоднорідності розподілу азоту представлені на рис. 8. В результаті автокореляційних аналізу просторової неоднорідності формування нітрифікаційного азоту визначено мінімальний ($r = 0,095$) і максимальний ($r = 0,044$) радіус типовості умов формування нітрифікаційного азоту, який складає від 2,5 км до 5,0 км.

Найбільший вміст азоту (38,2–41,3 мг/кг) у ґрунтах області спостерігається в Білозерському та Генічеському районах. Найменший вміст (3,4–10,0 мг/кг) – в ґрунтах Олешківського району.

Вміст азоту в ґрунтах (табл. 3), яке відповідає якісним градаціям від середнього до підвищеного вмісту ($> 21,0$ мг/кг), характеризує 47,4% площі сільськогосподарських земель. Найбільшу питому вагу сільськогосподарських земель із середнім–підвищеним вмістом азоту з нітрифікаційною здатністю відзначено в центральній і східній частинах області.

В умовах Степу в ґрунтах серед елементів живлення рослин найбільш дефіцитним є фосфор. В цій зоні у прирості врожаю зернових культур частка дії фосфорних добрив складає 30–60 %. Найбільший вплив на формування врожаю сільськогосподарських культур має рухомі форми фосфатів. Особливо важлива роль рухомих форм фосфору проявляється на початку росту та розвитку рослин і особливо сильно відчувається на стадії проростків. Основною причиною дефіциту фосфору є малі запаси доступних його форм для рослин у природі. Основна маса фосфору міститься в органічних речовинах, решта у солях ортофосфорної кислоти (H_3PO_4). Найбільше у природі ортофосфатів кальцію, а сполуки фосфору в ґрунті підлягають різноманітним перетворенням. В процесі ґрунтоутворення важливе значення має мінералізація органічних речовин та зміна рухливості фосфорних сполук (мобілізація та іммобілізація) і фіксація фосфору [88]. Зміна рухливості фосфорних сполук характеризується процесом, що є перетворенням важкорозчинних солей в розчинні з переходом у форму ґрунтового розчину.



a

$$f(NO_3) = 155,52 \cdot x + 149,83 \cdot y + 1,07 \cdot x^2 - 4,83 \cdot x \cdot y + 0,13 \cdot y^2 - 6129,06, R = 0,43$$

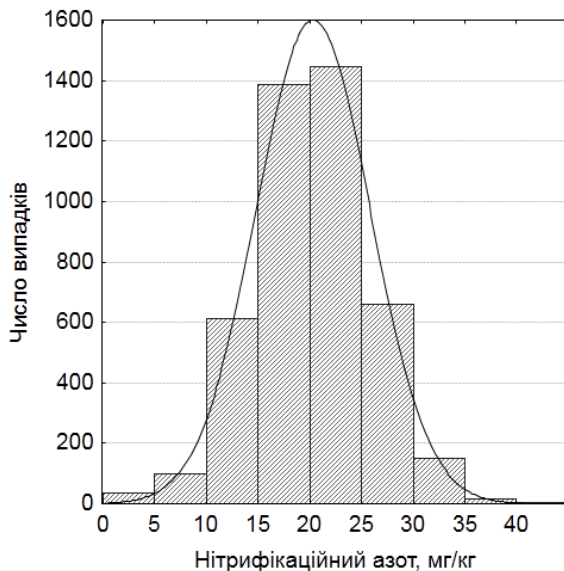
де, x – довгота, десяткові градуси, y – широта, десяткові градуси

б

$$f(NO_3) = 298,6 \cdot \sin(0,0219x + 1,888) + 306,2 \cdot \sin(0,0319x + 4,588) + 74,66 \cdot \sin(0,04581x + 7,087)$$

$$r = 0,988$$

в



Загальне число випадків	296
Середнє значення	20,25
Довірчий інтервал середнього	0,1
Медіана	20,2
Мода	–
Мінімум	3,53
Максимум	41,1
Процентиль 10,0	13,61
Процентиль 90,0	26,94
Рівень варіації,	27, 1
Дисперсія	29,96
Стандартне відхилення	5,47
Стандартна похибка середнього	0,08
Асиметрія	0,03
Екссес	0,44

г

Рисунок 8. Статистично-картографічні характеристики розподілу нітрифікаційного азоту в шарі 0...20 см ґрунту Херсонської області: *a* – картограма розподілу; *б* – функція просторового розподілу; *в* – функція забезпеченості ґрунтів гумусом; *г* – статистичні характеристики

Таблиця 3. Розподіл вмісту нітрифікаційного азоту в ґрунтах сільськогосподарських земель області

Вміст нітрифікаційного азоту, мг/кг		По області	
		тис. га	%
дуже низький	< 10,0	56,9	3,2
низький	11,0 – 20,0	876,4	49,3
середній	21,0 – 30,0	794,6	44,7
підвищений	31,0 – 45,0	48,0	2,7
Всього		1777,6	100

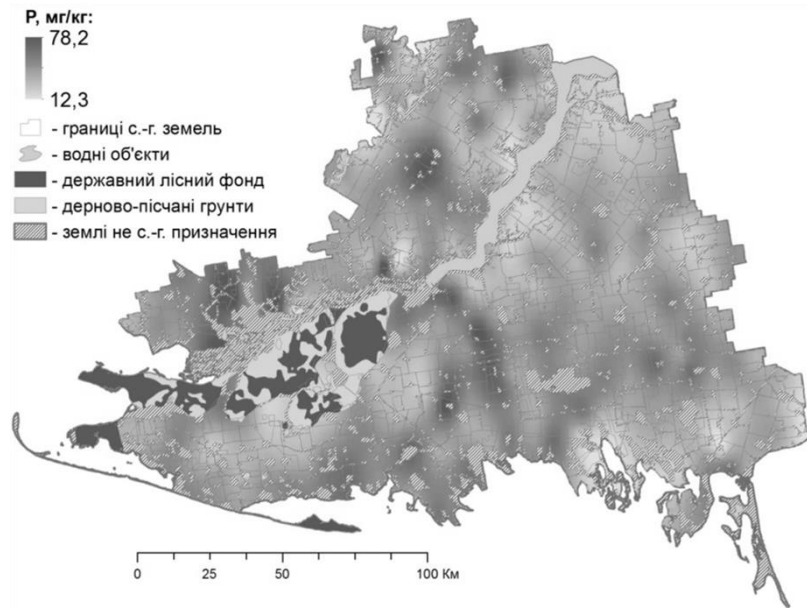
Визначальну роль в процесі мобілізації відіграє ґрунтова вода, яка здатна частково розчиняти фосфати кальцію. Часткове засвоєння фосфору з важкорозчинних сполук здійснюється рослинами в результаті дії органічних кислот, що виділяються кореневою системою, за таких умов важкорозчинні фосфоровмісні сполуки переходять в розчин, фосфорна кислота набуває доступної форми для засвоєння рослинами. Процес фіксації фосфору полягає в переході у нерозчинний стан за рахунок утворення зв'язків з мінеральними компонентами ґрунту. У цих реакціях беруть участь, в основному, іони $H_2PO_4^-$ [89].

Графічні та статистичні характеристики просторової неоднорідності розподілу азоту представлені на рис. 9. В результаті автокореляційних аналізу просторової неоднорідності формування рухомого фосфору визначено мінімальний ($r = 0,340$) і максимальний ($r = 0,180$) радіус типовості умов формування рухомого фосфору, який складає від 2,5 км до 12,5 км.

Найбільший вміст фосфору (> 60 мг/кг) у ґрунтах області зафіксований у Великоолександрівському та Білозерському районах. Найменший вміст рухомого фосфору ($< 16,0$ мг/кг) зафіксовано в ґрунтах Верхньорогачицького та Новотроїцького районів.

Вміст рухомого фосфору в ґрунтах (табл. 4), яке відповідає якісним градаціям від підвищеного до дуже високого вмісту ($> 31,0$ мг/кг), характеризує 87,3% площі сільськогосподарських земель. Переважна частина території

області (56,2%) з високим і дуже високим вмістом рухомого фосфору в ґрунті визначена в буферних зонах зрошуваних земель.



a

$$f(P_2O_5) = 378,54 \cdot x + 1103,71 \cdot y - 1,92 \cdot x^2 - 5,43 \cdot x \cdot y - 9,90 \cdot y^2 - 31949,82, \quad R = 0,38$$

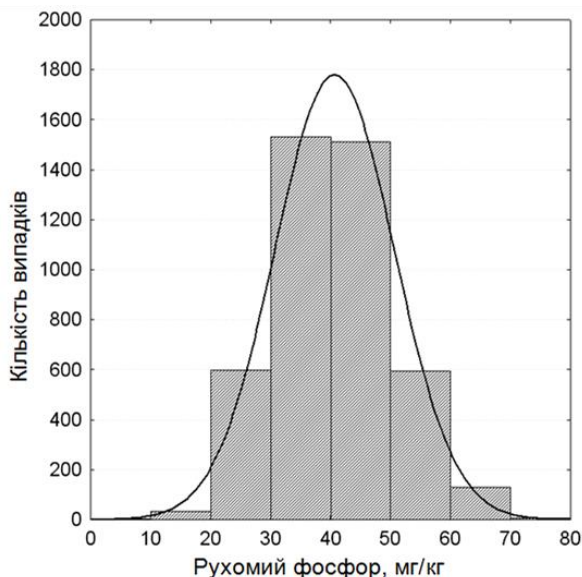
де, x – довгота, десяткові градуси, y – широта, десяткові градуси

б

$$f(P_2O_5) = 281,4 \cdot \sin(0,006052x + 2,682) + 60,87 \cdot \sin(0,03122x + 4,653) + 7,576 \cdot \sin(0,06488x + 6,113)$$

$$r = 0,996$$

в



Загальне число випадків	296
Середнє значення	40,55
Довірчий інтервал середнього	0,57
Медіана	40, 1
Мода	–
Мінімум	13,25
Максимум	77,82
Процентиль 10,0	2 ,71
Процентиль 90,0	52,93
Рівень варіації, %	24,02
Дисперсія	4,79
Стандартне відхилення	9,74
Стандартна похибка середнього	0,15
Асиметрія	0,25
Екссес	0,07

г

Рисунок 9. Статистично-картографічні характеристики розподілу рухомого фосфору в шарі 0...20 см ґрунту Херсонської області: *a* – картограма розподілу; *б* – функція просторового розподілу; *в* – функція забезпеченості ґрунтів гумусом; *г* – статистичні характеристики

Вміст калію, як важливого мікроелементу, впливає на активність обмінних процесів в рослинному організмі, підсилює дію ферментів, бере участь в синтезі хлорофілу, сприяє накопиченню в рослині вуглеводів, є важливим показником придатності ґрунтів для ведення органічного землеробства [90].

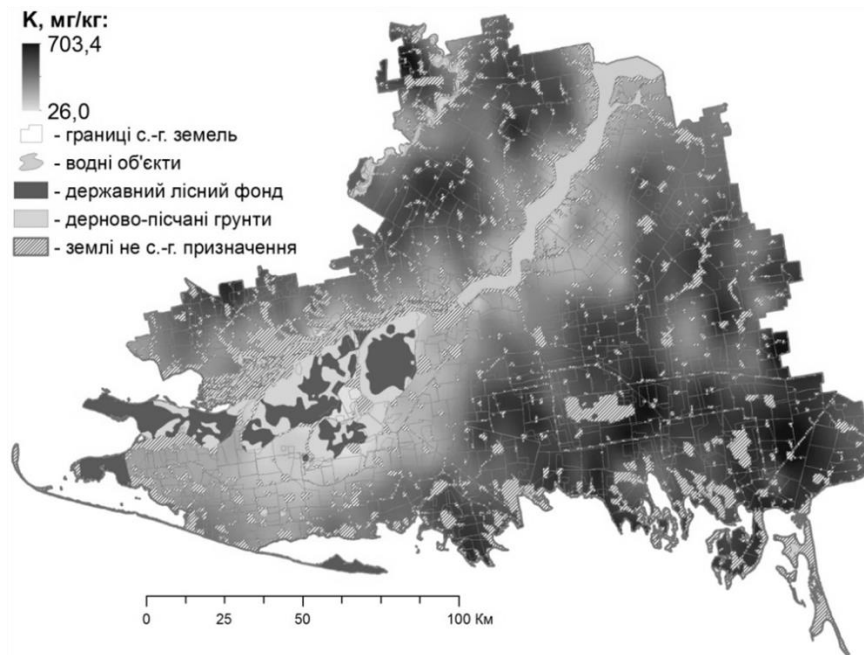
Ґрунти, які характеризуються достатнім рівнем кальцію називають карбонатними ґрунтами, що фіксується вмістом іонів кальцію (Ca^{2+}), які переважають на поверхні і інших обмінних позиціях ґрунтового поглинаючого комплексу (ГПК).

Таблиця 4. Розподіл вмісту рухомого фосфору в ґрунтах сільськогосподарських земель області

Вміст рухомого фосфору, мг/кг		По області	
		тис. га	%
середній	16,0 – 30,0	225,8	12,7
підвищений	31,0 – 45,0	959,9	54,0
високий	46,0 – 60,0	540,4	30,4
дуже високий	>60,0	51,6	2,9
Всього		1777,6	100,0

Це може обмежувати сорбцію калію і підвищувати його вміст у ґрунтовому розчині, високі концентрації інших катіонів, особливо Ca^{2+} і Mg^{2+} , перешкоджають поглинанню калію рослинами, через конкуренцію на поверхні коренів. Таким чином, вирощувані на карбонатних ґрунтах, сільськогосподарські культури мають ознаки нестачі калію навіть за умови достатньої забезпеченості ґрунтів доступним калієм [91].

Графічні та статистичні характеристики просторової неоднорідності розподілу обмінного калію на рис. 10. В результаті автокореляційних аналізу просторової неоднорідності формування обмінного калію визначено мінімальний ($r = 0,413$) і максимальний ($r = 0,170$) радіус типовості умов формування обмінного калію, який складає від 2,5 км до 12,5 км.



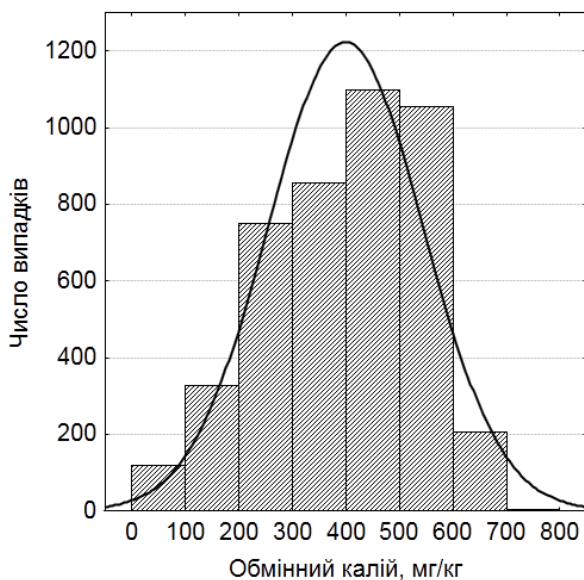
a

$$f(K_2O) = 9628,88 \cdot x - 3150,26 \cdot y + 11,05 \cdot x^2 - 220,27 \cdot x \cdot y + 112,49 \cdot y^2 - 88216,68, \quad R = 0,46$$

де, x – довгота, десяткові градуси, y – широта, десяткові градуси

б

$$f(K_2O) = \begin{cases} \int_{-42,95 \cdot \ln(x) + 660,28}^{30} \\ 0 \\ \int_{-0,0504 \cdot x^2 + 1,0186 \cdot x + 495,29}^{100} \end{cases} \quad r = 0,98$$



в

Загальне число випадків	296
Середнє значення	396,78
Довірчий інтервал середнього	4,24
Медіана	414,94
Мода	
Мінімум	23
Максимум	703,1
Процентиль 10,0	199,63
Процентиль 90,0	572,48
Рівень варіації, %	36,23
Дисперсія	20669,97
Стандартне відхилення	143,77
Стандартна похибка середнього	2,16
Асиметрія	-0,37
Екссес	-0,04

г

Рисунок 10. Статистично-картографічні характеристики розподілу обмінного калію в шарі 0...20 см ґрунту Херсонської області: *a* – картограма розподілу; *б* – функція просторового розподілу; *в* – функція забезпеченості ґрунтів гумусом; *г* – статистичні характеристики

Найбільший вміст обмінного калію (> 600 мг/кг) у ґрунтах області зафіксований в Високопільському та Генічеському районах. Найменший (< 200 мг/кг) вміст обмінного калію характерний для ґрунтів Олешківського та Горностаївського районів.

Вміст обмінного калію в ґрунтах (табл. 5), яке відповідає якісним градаціям від середнього до дуже високого вмісту (> 200 мг/кг), характеризує 85,8% площі сільськогосподарських земель.

Таблиця 5. Розподіл вмісту обмінного калію по ґрунтам сільськогосподарських земель області

Вміст обмінного калію, мг/кг		По області	
		тис. га	%
дуже низький	< 100	64,0	3,6
низький	101 – 200	190,2	10,7
середній	201 – 300	414,2	23,3
підвищений	301 – 400	517,3	29,1
високий	401 – 600	538,6	30,3
дуже високий	> 600	55,1	3,1
Всього		1777,6	100,0

Засвоєння мікроелементів значною мірою залежить від кислотності ґрунту. Найкраще вони засвоюються у слабо кислому ґрунті або нейтральному (рН від 5,5 до 7,0) [92]. Показник кислотності або лужності ґрунтів здійснює значний вплив на розвиток коріння та живлення рослин через засвоєння поживних речовин. Реакція ґрунтового середовища (*pH*), є ознакою, від якої багато в чому залежать агрохімічні властивості ґрунтів і ріст рослин. Кислотність ґрунтів – властивість ґрунтів, зумовлена наявністю в ґрунтовому розчині водневих (H^+) іонів. Під впливом високої кислотності в ґрунті з'являються шкідливі для рослин речовини, наприклад розчинні алюміній і в надмірній кількості марганець. Вони порушують вуглеводний і білковий обмін рослин. Підвищена кислотність

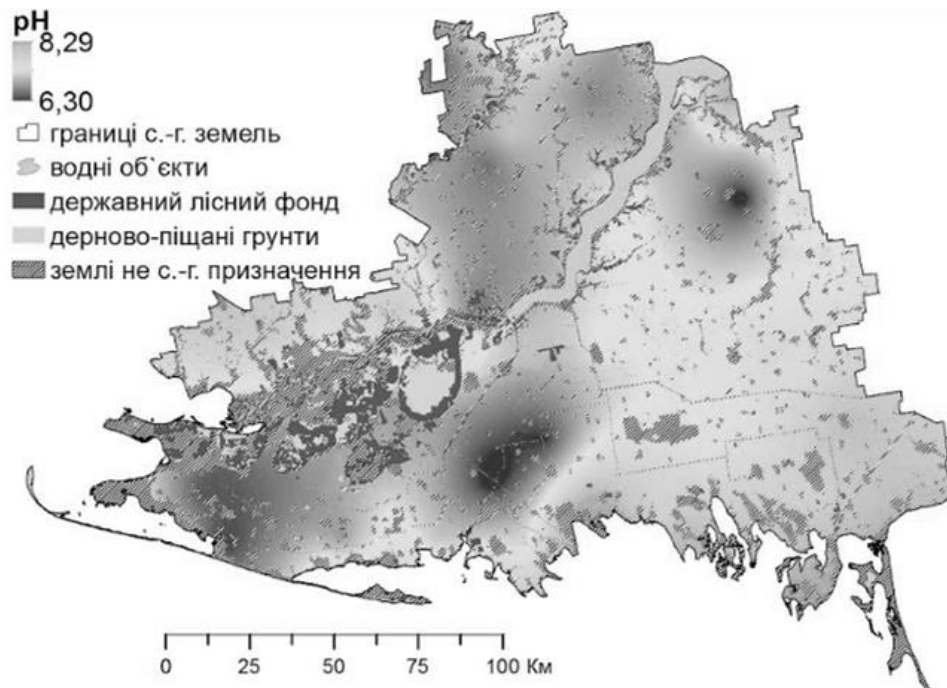
ґрунтів пригнічує діяльність корисних бактерій, які беруть участь у розкладі гною, торфу, компостів та інших добрив [93].

У ґрунтах розрізняють два види кислотності: актуальну та потенційну. Актуальна кислотність обумовлена підвищеною концентрацією іонів водню у ґрунтовому середовищі. Вона визначається у водній витяжці з ґрунту і вимірюється величиною pH , яка є зворотною величиною концентрації іонів H^+ у розчині. Актуальна кислотність утворюється при нестачі в ґрунті нейтралізуючих речовин через дисоціацію іонів водню від вугільної та інших водорозчинних кислот і кислих солей. Актуальна кислотність тісно пов'язана із потенційною, яка поділяється на обмінну і гідролітичну.

Під обмінною кислотністю, розуміють кислотність, обумовлену іонами водню і алюмінію, які знаходяться у поглиненому стані і здатні витіснятися у розчин при дії на ґрунти певної нейтральної солі. Кислотність ґрунту, що обумовлена менш рухливими іонами водню, які витісняються при обробітку ґрунту гідролітично–лужною сіллю, є гідролітичною кислотністю. Вона частіше, ніж обмінна, властива більшості ґрунтів, в тому числі чорноземам. Вона включає менш рухливу частину поглинених іонів H^+ , які важче обмінюються на катіони. При цьому її визначення є необхідним для встановлення доцільності внесення вапна і можливості ефективного використання сполук фосфору.

Чим більша гідролітична кислотність ґрунту, тим вища його буферність проти підлужування. Ґрунти, які значно насичені основами (чорноземи та сірі ґрунти), мають високу буферність проти підкислення. Підвищення буферності ґрунтів проти підкислення можна шляхом внесення органічних добрив та вапнуванням. У випадку невідповідності показника кислотності умовам життєдіяльності рослин знижуються показники врожайності та якості продукції [94].

Графічні та статистичні характеристики просторової неоднорідності розподілу pH на рис. 11.



a

$$f(pH) = 13,09 \cdot x + 2,71 \cdot y + 0,19 \cdot x^2 - 0,55 \cdot x \cdot y + 0,17 \cdot y^2 - 274,74, \quad R = 0,66$$

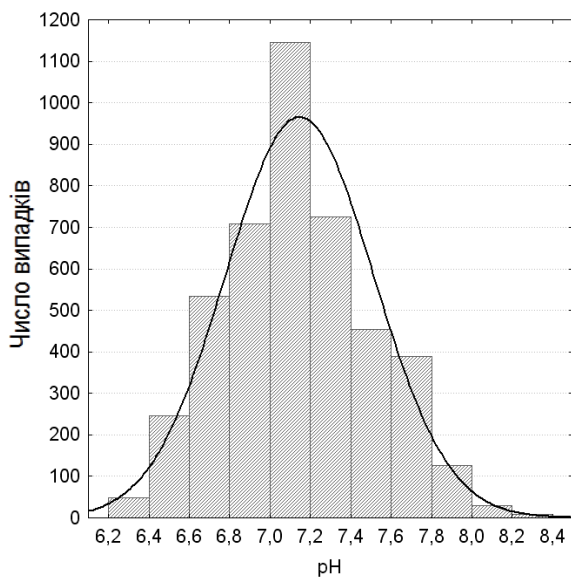
де, x – довгота, десяткові градуси, y – широта, десяткові градуси

б

$$f(pH) = 44,02 \cdot \sin(0,02298x + 0,7929) + 37,11 \cdot \sin(0,02589x + 3,815) + 0,3998 \cdot \sin(0,06104x + 5,379)$$

$$r = 0,993$$

в



Загальне число випадків	296
Середнє значення	7,14
Довірчий інтервал середнього	0,01
Медіана	7,13
Мода	7,69
Мінімум	6,24
Максимум	8,52
Процентиль 10,0	6,65
Процентиль 90,0	7,65
Рівень варіації, %	5,1
Дисперсія	0,13
Стандартне відхилення	0,36
Стандартна похибка середнього	0,005
Асиметрія	0,2
Екссес	-0,26

г

Рисунок 11. Статистично–картографічні характеристики розподілу ґрунтів (шарі 0...20 см) Херсонської області за кислотністю (*pH*): *a* – картограма розподілу; *б* – функція просторового розподілу; *в* – функція забезпеченості ґрунтів гумусом; *г* – статистичні характеристики

В результаті автокореляційних аналізу просторової неоднорідності формування обмінного калію визначено мінімальний ($r = 0,166$) і максимальний ($r = 0,027$) радіус типовості умов формування обмінного калію, який складає від 2,5 км до 7,5 км. Найбільше значення pH ґрунту мають землі Генічеського і Чаплинського районів. Найменший показник – в Олешківському та Великолепетиському районах. У загальній обстеженій площі земель частка лужних ґрунтів ($pH > 7,0$) складає 64,2% (рис. 6), з них сильнолужних ($pH > 8,0$) – 2,6%, середньо-лужних ($pH 7,6–8,0$) – 20,5%, слабо-лужних ($pH 7,1–7,5$) – 41,1%, нейтральних та близьких до нейтральних – 35,8%.

Таблиця 6. Розподіл реакції ґрунтового розчину (pH) в ґрунтах сільськогосподарських земель області

Реакція ґрунтового розчину pH		По області	
		тис. га	%
нейтральні	6,1 – 7,0	636,4	35,8
слабо-лужні	7,1 – 7,5	730,6	41,1
середньо-лужні	7,6 – 8,0	364,4	20,5
сильно-лужні	8,1 – 8,5	46,2	2,6
Всього		1777,6	100

Застосування оптимальної кількості мікроелементів на фоні високої агротехніки є додатковим резервом підвищення врожайності і якості продукції сільськогосподарських культур. Потреба рослин в мікродобривах і їх ефективність в першу чергу залежить від наявності рухомих форм мікроелементів у ґрунтах.

Марганець (Mn) приймає участь в процесі фотосинтезу і синтезі вітаміну С, вміст якого є показником якості фруктів. Дефіцит марганцю найчастіше спостерігається в ґрунтах із нейтральною або лужною реакцією, особливо на піщаних і супіщаних ґрунтах [95]. Вміст рухомих форм марганцю ґрунтах Херсонської області знаходиться в межах 3,1–32,1 мг/кг (рис. 12а). Розподіл Mn залежить від окислювально-відновних процесів у ґрунті, повітряного і

температурного режимів, реакції ґрунтового розчину. Вміст *Mn* у ґрунтах, яке відповідає якісним градаціям від середнього до високого вмісту (>10,0 мг/кг) характеризує 77,5% площі сільськогосподарських земель (табл. 7). Ґрунти із високим рівнем вмісту *Mn* розташовані у Нижньосірогозький та Горностаївський районах Херсонської області, із низьким рівень – Білозерському та Бериславському районах.

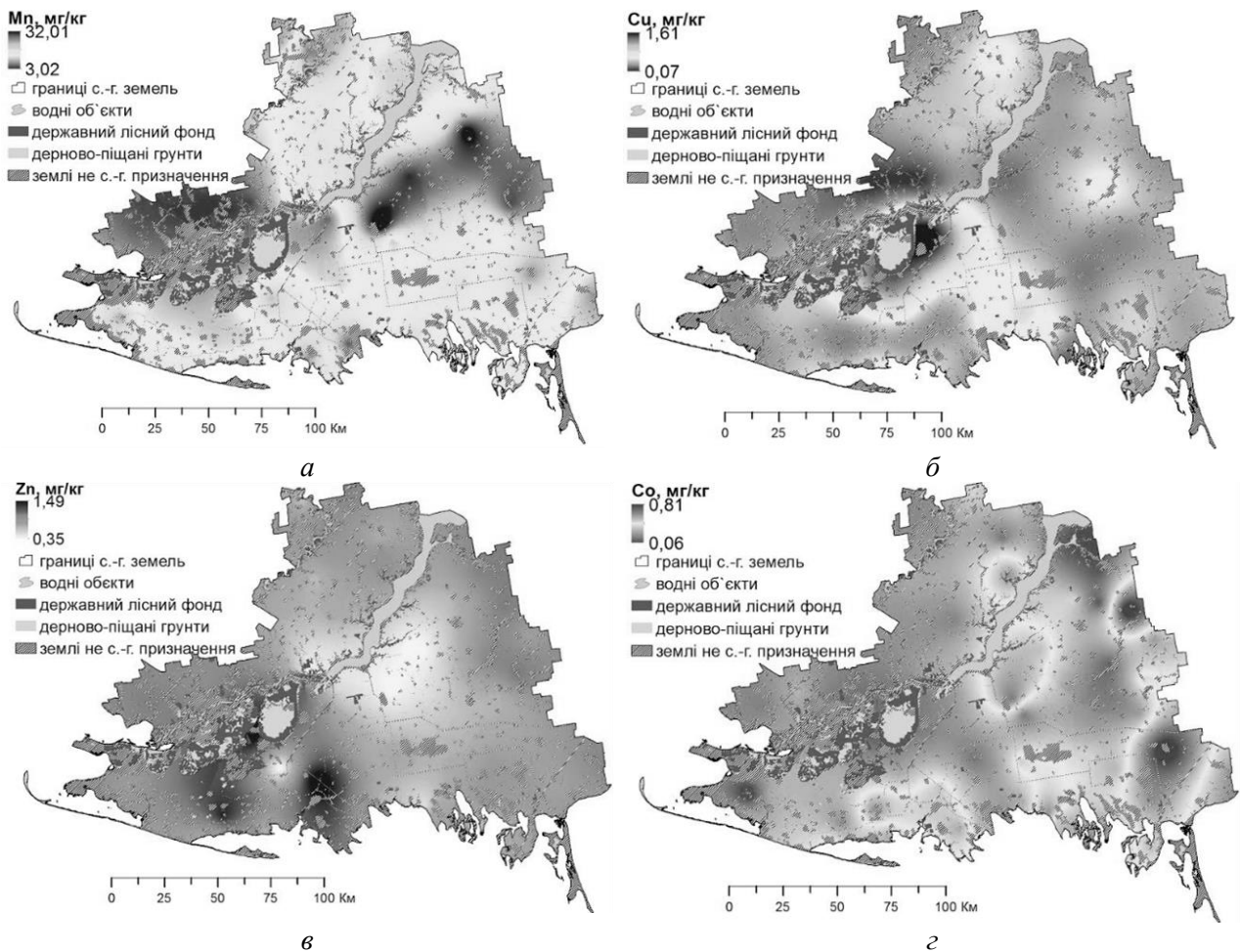


Рисунок 12. Картограма просторового розподілу рухомих форм мікроелементів в ґрунтах Херсонської області: *a* – марганець; *б* – мідь; *в* – цинк; *г* – кобальт

Важливим показником придатності земель для ведення органічного землеробства є вміст міді (*Cu*), оскільки цей елемент сприяє нормальному росту та розвитку рослини. При недостатньому надходженні *Cu* рослини зупиняють ріст, відбувається порушення процесу запліднення зернових культур та плодівих

дерев. Оптимальним її рівнем є 3–8 мг/кг доступного елемента в ґрунті. Мідь сильно адсорбується в карбонатних ґрунтах із високим рівнем pH . Низький рівень pH теж обмежує доступність елемента. Доступність Cu для рослин безпосередньо пов'язана з вмістом цинку в ґрунті. Мідь поглинається у тій самій формі що і цинк, тому надлишок у ґрунті одного з цих елементів перешкоджає надходженню до рослини іншого [96].

Вміст рухомих форм міді в ґрунті на території області варіює в межах 0,03–1,6 мг/кг (рис. 12б). Вміст Cu у ґрунтах, яке відповідає якісним градаціям від середнього до високого вмісту ($>20,0$ мг/кг) характеризує 95,4% площі сільськогосподарських земель (табл. 3.7). Найбільший вміст Cu ($> 0,50$ мг/кг) в ґрунтах області мають сільськогосподарські землі Олешківського району, найменший ($< 0,20$ мг/кг) – землі Блозерського і Бериславського районів.

Вміст рухомих сполук цинку (Zn) в ґрунтах України складає 0,2–2 мг/кг ґрунту. Близько 60% орних ґрунтів України мають низький його вміст – в середньому 0,2 мг/кг ґрунту. Основними причинами дефіциту цинку є низька природна концентрація доступного рослинам цинку в ґрунтах, які пов'язані з низьким валовим вмістом елемента в ґрунтах, факторами, що зумовлюють низьку рухливість металу в ґрунтах (високий вміст гідроксидів заліза, карбонатів, органічних сполук, фосфатів). Вміст рухомих форм цинку (Zn) в ґрунтах області визначено на низькому рівні, знаходиться в межах 0,3–1,5 мг/кг (рис. 12в). Найбільший вміст цинку ($>1,0$ мг/кг) у ґрунтах Каланчацького та Скадовського районів, найменший ($< 0,50$ мг/кг) – ґрунтах Горностаївського і Бериславського районів .

Важливою характеристикою придатності земель для ведення органічного землеробства є вміст кобальту. Споживання кобальту рослинами відбувається у вигляді іонів Co^{2+} або хелатів у незначній кількості. Кобальт є необхідним мікроелементом для зв'язування атмосферного азоту [97]. Вміст рухомих форм кобальту (Co) в ґрунтах області знаходиться в межах 0,06–0,81 мг/кг (рис. 12г). Вміст Co у ґрунтах, яке відповідає якісним градаціям від середнього до високого вмісту ($>0,15$ мг/кг) характеризує 98,7% площі сільськогосподарських земель

(табл. 7). Найбільший вміст кобальту ($>0,6$ мг/кг) у ґрунтах Нижньосірогозького та Генічеського районів, найменший ($<0,15$ мг/кг) – в ґрунтах Верхньорогачицького та Голопристанського районів.

Таблиця 7. Розподіл рухомих форм мікроелементів у ґрунтах сільськогосподарських земель Херсонської області

Мікроелементи, мг/кг		В області	
		тис. га	%
Марганець (<i>Mn</i>)			
Низький	< 10,0	398,2	22,4
Середній	11,0–20,0	1146,6	64,5
Високий	> 20,0	231,1	13,0
Мідь (<i>Cu</i>)			
Низький	< 0,20	81,8	4,6
Середній	0,21–0,50	1303,0	73,3
Високий	> 0,50	392,8	22,1
Цинк (<i>Zn</i>)			
Низький	< 0,4	33,8	1,9
	0,41–0,60	222,2	12,5
	0,61–0,80	501,3	28,2
	0,81–1,00	723,5	40,7
	1,01–1,20	165,3	9,3
	1,21–1,40	87,1	4,9
	1,41–150	44,4	2,5
Кобальт (<i>Co</i>)			
Низький	< 0,15	23,1	1,3
Середній	0,16–0,30	878,1	49,4
Високий	> 0,30	876,4	49,3
Всього		1777,6	100

Важкі метали є важливим екологічним фактором, який, з одного боку, необхідний для живих організмів, а з іншого (при збільшенні концентрації цих елементів у навколишньому середовищі) – є негативним фактором в їх життєдіяльності. За вмістом важких металів ґрунти області характеризуються низьким рівнем їх концентрації, не перевищують значення гранично допустимої їх концентрації і є придатними для органічного землеробства [98].

Функції просторового розподілу рухомих форм мікроелементів в ґрунтах Херсонської області представлені в табл. 8.

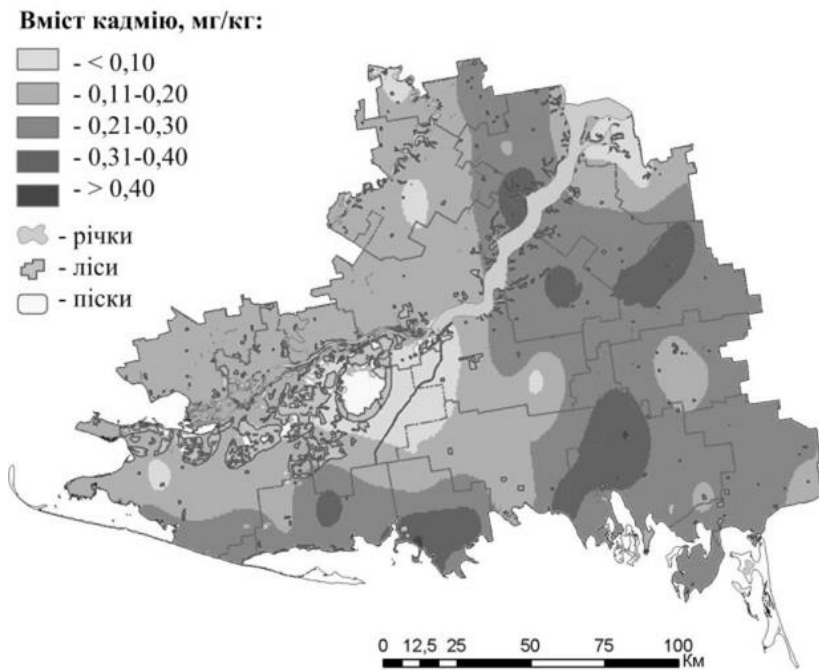
Таблиця 8. Функції забезпеченості та просторового розподілу рухомих форм мікроелементів в ґрунтах Херсонської області

Мікро-елементи	Функції	г
<i>Функція забезпеченості</i>		
<i>Mn</i>	$f(Mn) = 156,4 \cdot \sin(0,02119x + 1,678) + 129,4 \cdot \sin(0,0247x + 4,67) + 0,141 \cdot \sin(0,1852x - 1,691)$	0,99
<i>Cu</i>	$f(Cu) = 7,21 \cdot \sin(0,02184x + 1,882) + 6,403 \cdot \sin(0,04527x + 3,798) + 2,31 \cdot \sin(0,07234x + 5,5) + 0,3048 \cdot \sin(0,1102x + 6,619)$	0,99
<i>Zn</i>	$f(Zn) = 14,09 \cdot \sin(0,005309x + 2,798) + 3,549 \cdot \sin(0,02138x + 5,123) + 0,07894 \cdot \sin(0,07862x + 4,951)$	0,99
<i>Co</i>	$f(Co) = 5,299 \cdot \sin(0,009494x + 2,542) + 2,69 \cdot \sin(0,01862x + 5,218) + 0,03163 \cdot \sin(0,08123x + 5,265)$	0,98
<i>Функції просторового розподілу</i>		
<i>Mn</i>	$f(Mn) = -263,50 \cdot x - 107,26 \cdot y - 1,76 \cdot x^2 + 8,28 \cdot x \cdot y - 1,82 \cdot y^2 + 6849,82$	0,67
<i>Cu</i>	$f(Cu) = 5,57 \cdot x + 11,32 \cdot y - 0,13 \cdot x^2 + 0,07 \cdot x \cdot y - 0,15 \cdot y^2 - 353,44$	0,39
<i>Zn</i>	$f(Zn) = -16,68 \cdot x - 45,41 \cdot y + 0,11 \cdot x^2 + 0,20 \cdot x \cdot y - 0,41 \cdot y^2 + 1345,44$	0,52
<i>Co</i>	$f(Co) = 0,15 \cdot x - 4,68 \cdot y - 0,003 \cdot x^2 + 0,003 \cdot x \cdot y + 0,048 \cdot y^2 + 108,02$	0,52

За даними XI тур агрохімічного обстеження сільськогосподарських земель області Херсонською філією ДУ "Інститут охорони ґрунтів України" відібрано та проаналізовано на вміст міді та цинку – 16080 зразків, вміст свинцю та кадмію – 20340 зразків. Було виявлено зразки, в яких визначалось незначне перевищення гранично допустимої концентрації (ГДК) солей важких металів. Зокрема, один зразок з перевищенням вмісту міді – 3,45 мг/кг (ГДК – 3,0 мг/кг). Площа забруднення с. Солонцівка Олешківського району склала – 56 га. Перевищення вмісту цинку виявили у с. Федорівка Новотроїцького району (*Zn* – 24,3 мг/кг, ГДК – 23,0 мг/кг), площа забруднення склала – 342 га.

Кадмій потрапляє у ґрунт при згорянні дизельного палива та внесенні добрив. Максимальна адсорбція кадмію відбувається в ґрунтах з великою ємністю вбирання, значним вмістом гумусу та високим показником *pH*. Міграція кадмію в глибину збільшується із зменшенням вмісту гумусу, а також у ґрунтах з легким механічним складом [99]. Заданими останніх двох турів обстеження (2007–2017 рр.) ґрунтів Херсонської області вміст кадмію знаходився на низькому рівні і не перевищував значення гранично допустимої норми – 0,7 мг/кг ґрунту.

Графічні та статистичні характеристики просторової неоднорідності розподілу вмісту кадмію на рис. 13.



a

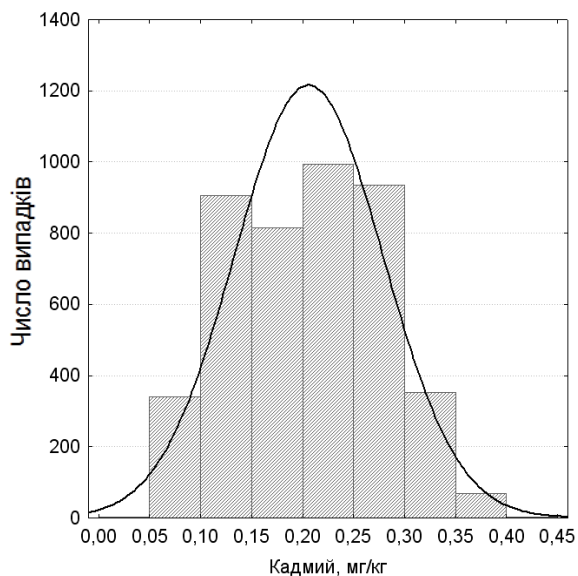
$$f(Cd) = -2,008 \cdot x - 5,318 \cdot y - 0,011 \cdot x^2 + 0,061 \cdot x \cdot y + 0,034 \cdot y^2 + 158,56, \quad R = 0,57$$

де, *x* – довгота, десяткові градуси, *y* – широта, десяткові градуси

б

$$f(Cd) = 3,586 \cdot \sin(0,01261x + 2,418) + 2,397 \cdot \sin(0,0275x + 4,839) + 0,5174 \cdot \sin(0,04556x + 7,071)$$

$$r = 0,998$$



в

Загальне число випадків	296
Середнє значення	0,205
Довірчий інтервал середнього	0,002
Медіана	0,209
Мода	–
Мінімум	0,026
Максимум	0,413
Процентиль 10,0	0,109
Процентиль 90,0	0,298
Рівень варіації, %	35,12
Дисперсія	0,005
Стандартне відхилення	0,072
Стандартна похибка середнього	0,001
Асиметрія	0,074
Експес	–0,842

г

Рисунок 13. Статистично–картографічні характеристики розподілу кадмію в шарі 0...20 см ґрунту Херсонської області: *a* – картограма розподілу;

\bar{b} – функція просторового розподілу; v – функція забезпеченості ґрунтів гумусом;
 z – статистичні характеристики

В результаті автокореляційних аналізу просторової неоднорідності розподілу кадмію визначено мінімальний ($r = 0,103$) і максимальний ($r = 0,013$) радіус типовості умов формування кадмію, який складає від 2,5 км до 5,0 км. Вміст кадмію (Cd) в ґрунтах області за даними XI туру знаходиться в межах 0,02–0,42 мг/кг.

Вміст Cd , яке відповідає значенням $0,20 < Cd < 0,40$ мг/кг, характеризує 48,8% площі сільськогосподарських земель (табл. 9).

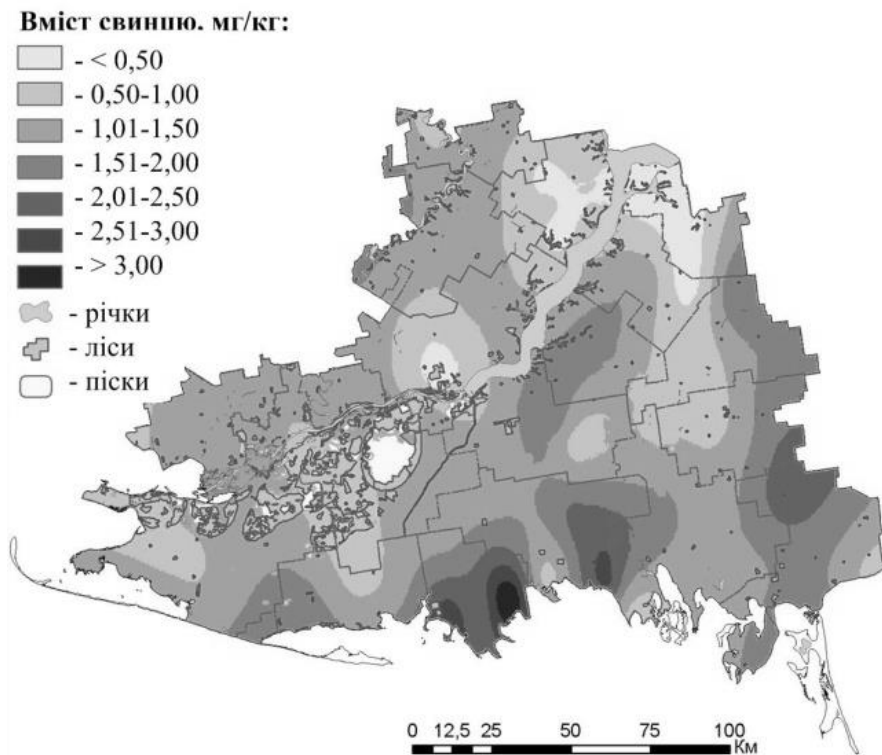
Таблиця 9. Розподіл розподілу кадмію у ґрунтах Херсонської області

Мікроелементи, мг/кг	В області	
	тис. га	%
< 0,10	138,7	7,8
0,11 – 0,20	771,5	43,4
0,21 – 0,30	730,6	41,1
0,31 – 0,40	136,9	7,7
Всього	1777,6	100

Підвищені концентрації свинцю (Pb) в біосфері становлять небезпеку для здоров'я людини і тварин. Діагностують отруєння сполуками свинцю на підставі аналізу екологічної ситуації в регіоні; результатів дослідження вмісту свинцю в об'єктах навколишнього середовища, кормах і тканинах тварин; клінічної інтоксикації тощо [100]. Найбільш висока небезпека накопичення рухомих сполук свинцю спостерігається в сильно кислих ґрунтах з відновлювальних режимом, найменша – в нейтральних і слаболужних ґрунтах з окислювальним режимом.

Адсорбція свинцю гумусом активізується в лужному середовищі. Свинець спричиняє появу важкорозчинних осадів основних карбонатів, фосфатів або гідроокисів, що впливають на живлення рослин. Токсичність ґрунтів для рослин зумовлює концентрація свинцю в межах 20–30 мг/кг [99]. В період досліджень значення вмісту свинцю в ґрунтах Херсонської області не перевищував значення

гранично допустимої концентрації – 6,0 мг / кг ґрунту. Графічні та статистичні характеристики просторової неоднорідності розподілу вмісту свинцю на рис. 14.



a

$$f(Pb) = 18,225 \cdot x - 0,013 \cdot y - 0,053 \cdot x^2 - 0,313 \cdot x \cdot y + 0,106 \cdot y^2 - 296,305, \quad R = 0,55$$

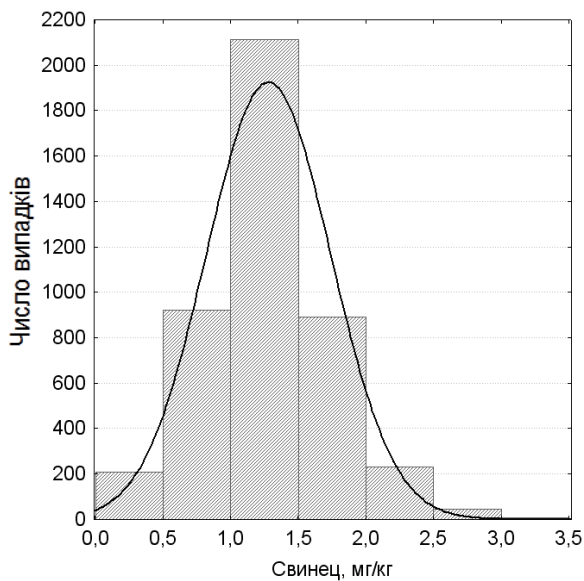
де, *x* – довгота, десяткові градуси, *y* – широта, десяткові градуси

b

$$f(Pb) = 28,13 \cdot \sin(0,02061x + 1,965) + 28,87 \cdot \sin(0,03053x + 4,623) + 7,213 \cdot \sin(0,0434x + 7,116)$$

$$r = 0,990$$

в



Загальне число випадків	296
Середнє значення	1,27
Довірчий інтервал середнього	0,01
Медіана	1,26
Мода	–
Мінімум	0,19
Максимум	3,43
Процентиль 10,0	0,71
Процентиль 90,0	1,83
Рівень варіації, %	36,22
Дисперсія	0,21
Стандартне відхилення	0,46
Стандартна похибка середнього	0,007
Асиметрія	0,48
Екссес	1,08

г

Рисунок 14. Статистично–картографічні характеристики розподілу свинцю в шарі 0...20 см ґрунту Херсонської області: *a* – картограма розподілу;

b – функція просторового розподілу; v – функція забезпеченості ґрунтів гумусом;
 g – статистичні характеристики

В результаті автокореляційних аналізу просторової неоднорідності розподілу свинцю визначено мінімальний ($r = 0,065$) і максимальний ($r = 0,030$) радіус типовості умов формування свинцю, який складає від 2,5 км до 10,0 км.

Вміст свинцю в ґрунтах області знаходиться в межах 0,19–3,43 мг/кг, в т.ч. 80% площі сільськогосподарських земель містить 0,71–1,83 мг/кг свинцю (табл. 10).

Таблиця 10. Розподіл розподілу свинцю у ґрунтах Херсонської області

Мікроелементи, мг/кг	В області	
	тис. га	%
< 0,50	62,2	3,5
0,51 – 1,00	387,5	21,8
1,01 – 1,50	885,2	49,8
1,51 – 2,00	336,0	18,9
2,01 – 2,50	83,5	4,7
2,51 – 3,00	17,8	1,0
> 3,00	5,3	0,3
Всього	1777,6	100

В залежності від вмісту у ґрунті важкі метали виступають як каталізатори або інгібітори біохімічних процесів в рослинах. Накопичення у ґрунті важких металів веде до зниження pH , руйнування ґрунтово–поглинального комплексу ґрунту. Забруднення важкими металами супроводжується суттєвими змінами біоти: зменшенням загальної кількості бактерій, їх спороутворенням, різким зменшенням актиноміцетів і збільшенням кількості грибів, зменшенням кількості ґрунтових комах і дощових черв'яків [100].

В XI турі обстеження виявлено 15 зразків з перевищенням вмісту Pb – 8,32 мг/кг ґрунту ($ГДК$ – 6,0 мг/кг) на загальній площі 425 га у с. Сиваш Новотроїцького району та в с. Іванівка Високопільського району. Виявлено 24 зразки ґрунту з перевищенням вмісту Cd – 0,97 мг/кг ґрунту ($ГДК$ – 0,7 мг/кг) в Генічеському та Новотроїцькому районах загальною площею забруднення – 459

га. Причиною забруднення ґрунтів сільськогосподарських земель стало нерегламентоване застосування агрохімікатів. Вміст валової форми ртуті в ґрунтах не перевищує 0,05 мг/кг ґрунту (ГДК – 2,1 мг/кг).

Радіологічні обстеження ґрунтів Херсонської області за XI тур агрохімічної паспортизації свідчать про відсутність їх радіаційного забруднення. Вміст радіонуклідів цезію–137 ($Cs-137$, ГДК – 1,0 Кі/км²) та стронцію–90 ($Sr-90$, ГДК – 0,02 Кі/км²) в ґрунтах є стабільно низькими і не перевищують значення ГДК. Відсутнє також накопичення зазначених радіонуклідів за вимірами γ -фону – їх кількість знаходиться в межах нормативу. Потужність експозиції дози становить 11–17 мкр/год (нормативний фон 20 мкр/год).

Значний негативний вплив на забруднення ґрунтів мають мінеральні добрива і пестициди. Із 170 видів пестицидів, які застосовуються в Україні, 49 є особливо небезпечними. В результаті обробки сільськогосподарські угіддя пестициди здатні мігрувати в рослини, воду, повітря, що небезпечно для людини. Для пестицидів характерні вертикальна (призводить до забруднення ґрунтових вод) та горизонтальна міграції, на які впливають сума та інтенсивність опадів. Інтенсивність переходу пестицидів з ґрунту в рослини залежить від абсорбційної здатності ґрунту (чим більша абсорбційна здатність, тим менший перехід), типу культури та виду пестициду [102].

Важливу роль у зниженні і запобіганні негативних наслідків інтенсивного застосування пестицидів у землеробстві відіграє контроль за вмістом їх залишків в об'єктах навколишнього середовища, продукції рослинництва, кормах і продуктах харчування рослинного походження. Облік результатів контролю за залишками пестицидів дозволяє істотно знизити або усунути повністю негативні наслідки застосування пестицидів [103].

За період останнього XI туру агрохімічної паспортизації сільськогосподарських земель на вміст залишкових кількостей пестицидів відібрано та проаналізовано 7499 проб ґрунту. Впродовж усього часу дослідження в ґрунтах Херсонської області залишкових кількостей пестицидів не було виявлено, жоден показник за концентрацією умісту не перевищував

допустимих значень ГДК, що свідчить про стабільність ситуації та екологічну безпеку земель, які використовуються у сільгоспвиробництві регіону.

Оцінка придатності земель для органічного землеробства. Визначено, що за вмістом гумусу (рис. 15а) в шарі ґрунту 0...20 см придатними є 0,1 % сільськогосподарських угідь, обмежено придатними – 80,5 %, непридатними – 19,4% для ведення органічного землеробства. Близько 80% районів мають 75 % і більше площі сільськогосподарських земель придатних та обмежено придатних для ведення органічного землеробства, 20% районів мають менше 13% обмежено придатних земель, переважна площа їх територій є непридатними для органічного землеробства.

За вмістом нітрифікаційного азоту (рис. 15б) в шарі ґрунту 0...20 см придатними є 0,1 % сільськогосподарських угідь, обмежено придатними – 97,7 %, непридатними – 2,2% для ведення органічного землеробства. Всі райони області мають 90% і більше площі сільськогосподарських земель придатних та обмежено придатних для ведення органічного землеробства.

Найбільшу площу придатних земель на території області для ведення органічного землеробства ідентифіковано за показниками вмісту рухомого фосфору та обмінним калієм. За вмістом рухомого фосфору (рис. 15в) в шарі ґрунту 0...20 см придатними є 90,2% площі сільськогосподарських угідь, обмежено придатними – 9,8 % для ведення органічного землеробства.

За вмістом обмінного калію (рис. 15г) в шарі ґрунту 0...20 см придатними є 76,3% сільськогосподарських угідь, обмежено придатними – 17,6 %, непридатними – 6,2% для ведення органічного землеробства.

За реакцією ґрунтового розчину (рис. 15д) в шарі ґрунту 0...20 см придатними є 59,4% сільськогосподарських угідь, обмежено придатними – 40,6 % для ведення органічного землеробства.

Значна неоднорідність просторового розподілу вміст рухомих форм мікроелементів в ґрунтах Херсонської області визначає високу варіабельність придатності земель для органічного землеробства, зокрема, за вмістом цинку (рис. 16а) всі сільськогосподарські землі відносяться до непридатних.

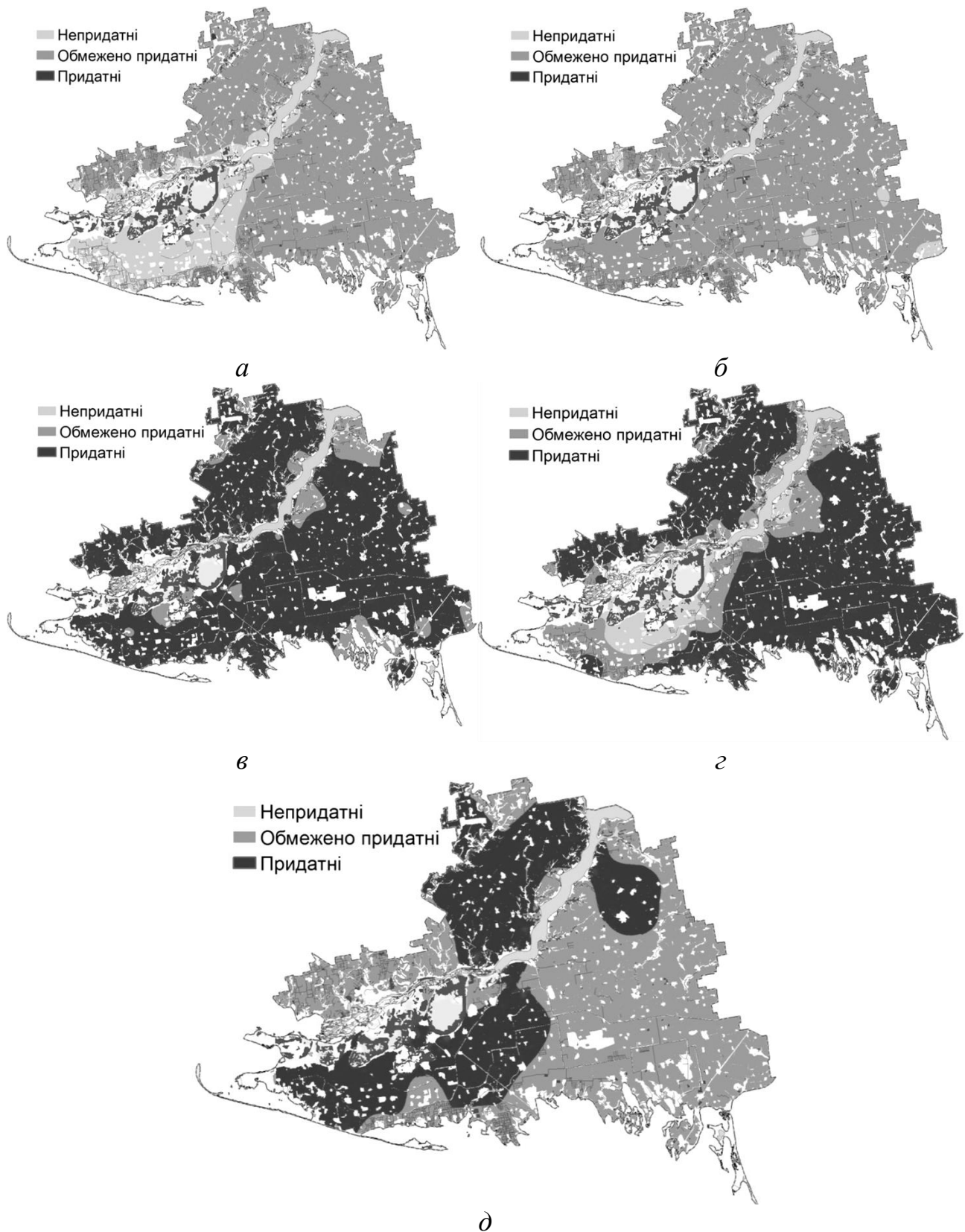


Рисунок 15. Картограма придатності земель Херсонської області для ведення органічного землеробства за вмістом макроелементів і реакцією ґрунтового розчину (pH): *а* – гумус; *б* – нітрифікаційний азот; *в* – рухомий фосфор; *г* – обмінний калій; *д* – pH

Мала кількість цинку в ґрунті не дає привід стверджувати, що ґрунти Херсонської області не придатні до ведення органічного землеробства. Акумуляції необхідній кількості рухомого цинку в ґрунті перешкоджає низка факторів.

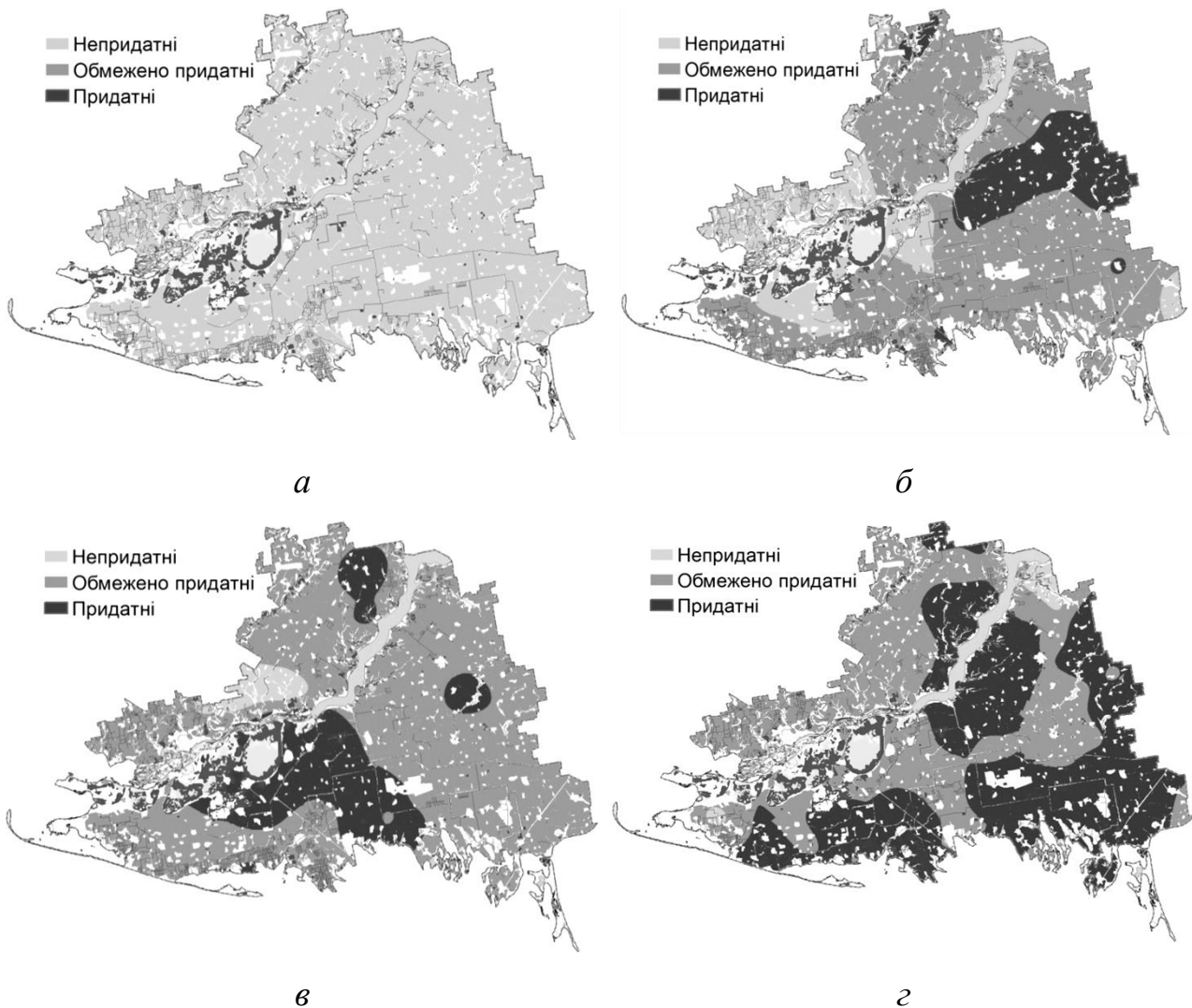


Рисунок 16. Картограма придатності земель Херсонської області для ведення органічного землеробства за вмістом рухомих форм мікроелементів: *а* – цинк; *б* – марганець; *в* – мідь; *г* – кобальт

Зокрема, температура ґрунту, високий рівень pH , вапнування або високий вміст карбонатів, ущільнений ґрунт та низький вміст органічної речовини можуть знижувати рухомість і засвоюваність цинку кореневою системою. Нестача цинку для рослин проявляється на піщаних, слабо лужних або близьких

до нейтральних і карбонатних ґрунтах, де вміст рухомих форм цього елемента, у зв'язку з осадженням його у вигляді карбонатів, досить незначний.

За вмістом рухомих форм марганцю (рис. 16б) в шарі ґрунту 0...20 см придатними є 15,3% сільськогосподарських угідь, обмежено придатними – 68,3 %, непридатними – 16,4% для ведення органічного землеробства. За вмістом рухомих форм міді (рис. 16в) в шарі ґрунту 0...20 см придатними є 19,2% сільськогосподарських угідь, обмежено придатними – 77,8 %, непридатними – 3,1% для ведення органічного землеробства.

За вмістом рухомих форм кобальту (рис. 16г) в шарі ґрунту 0...20 см придатними є 51,6% сільськогосподарських угідь, обмежено придатними – 47,0 %, непридатними – 1,4% для ведення органічного землеробства.

Дефіцит мікроелементів можна зменшити за рахунок локального застосування відповідних біологічних мікродобрив. За токсикологічними показниками всі сільськогосподарські землі Херсонської області придатні для органічного землеробства.

За вмістом рухомих форм важких металів, залишкових кількостей пестицидів, радіонуклідів цезію–137 та стронцію–90 ґрунти сільськогосподарських угідь Херсонської області для ведення органічного землеробства є придатними.

За результатами просторового моделювання розподілу агрохімічних та еколого–токсикологічних властивостей ґрунтів Херсонської області, створена інтегральна картограма придатності земель для ведення органічного землеробства (рис. 17). Визначено, що близько 16,7% (297,4 тис. га) земель є непридатними, 67,2% (1194,5 тис. га) обмежено придатними і 16,1% (286,2 тис. га) придатними.

При фактичній наявності земель зайнятих під органічним землеробством – 4,3% (75,9 тис. га), територія має першочерговий потенціал до збільшення площ під органічне землеробство у 4,2 рази. В перспективі, за винятком додаткових площ еродованих земель – 38,6% (686,2 тис. га), умов перехідного періоду,

державній і регіональній підтримці сільгоспвиробників, ці площі можливо розширити до 794,0 тис. га (44,7% всього с.-г. угідь).

Це завдання неможливо реалізувати без єдиної геоінформаційно-аналітичної системи (ГІАС) із застосування сучасних, потужних інструментів та методів обробки даних для супроводу агровиробників в перехідному періоді та постійної підтримки їх розвитку [104].

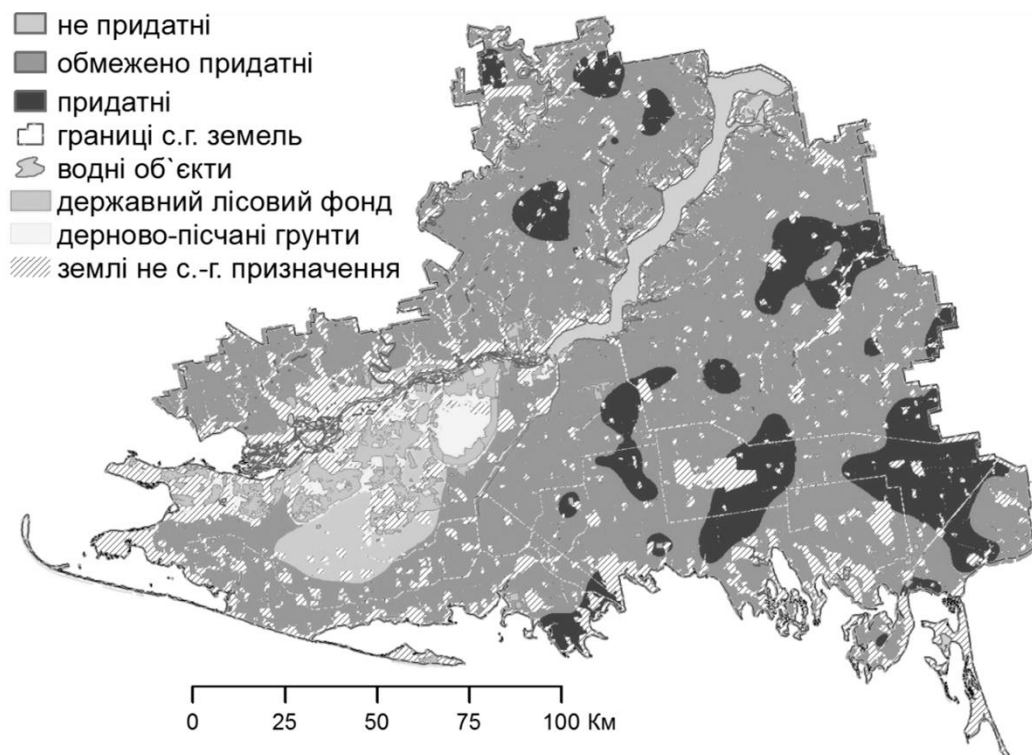


Рисунок 17. Інтегральна карта просторового розподілу ґрунтів за показником придатності для ведення органічного землеробства

Поглиблення негативних явищ, таких як ерозія, дефляція, дегуміфікація ґрунтів Херсонської області територій є результатом екстенсивного ведення та хімічної інтенсифікації землеробства, що направлене на отримання максимального прибутку та мінімізації основних витрат. В результаті ретроспективного аналізу [105], встановлено, що за 1970–2017 роки відбулися значна деградація ґрунтів, що призвело до зниження їх природної родючості за окремими показниками від 16% до 27%. За таких умов виникла проблема необхідності впровадження та розвитку органічного землеробства для

збереження родючості ґрунтів та отримання екологічно чистої продукції. Основною умовою переходу до органічно землеробства є відмова сільгоспвиробників від хімічних добрив та застосування пестицидів, перехідний період залежно від ступеню деградації та забрудненню ґрунтів триває від 3–х до 5–ти років. За перехідного періоду додатково необхідно розробляти та реалізовувати адаптивні агротехнологічні заходи з покращення агоекологічних властивостей ґрунтів Херсонської області. Ці заходи першочергово включають поліпшення повітряного режиму, оскільки повітря є важливою умовою родючості та сприятливих умов протікання біохімічних процесів у ґрунті. Збагачення ґрунту повітрям відбувається за рахунок додаткового внесення органічної речовини, вапнування кислих ґрунтів, гіпсування лужних ґрунтів, застосування глибокої оранки плугами з передплужниками, своєчасності і високої якості обробітку ґрунту, використання науково–обґрунтованих сівозмін з впровадженням частки бобових культур не менше 25%, використання необхідних біологічних добрив та сидератів для відновлення вмісту макро– та мікроелементів у родючому шарі ґрунту.

Іншим важливим заходом є поліпшення водного режиму ґрунту. Водний режим ґрунту являє собою сукупність явищ, пов'язаних з надходженням, витратами, переміщенням і зміною стану вологи в ґрунті. Водний режим ґрунту залежить від кліматичних та погодних умов, властивостей і умов залягання ґрунту, характеру його рослинного покриву, а на орних землях – від біологічних особливостей культурних рослин і агротехніки їх вирощування. Основним джерелом поповнення води у ґрунті є атмосферні опади. Лише певна їх кількість, здатна впливати на водний режим ґрунту, що затримується надземними частинами рослин, а частина витрачається на поверхневий стік.

Поживний режим ґрунту регулюється надходженням поживних речовин у ґрунт завдяки внесенню добрив та азотфіксації, а також заходами запобігання втрат поживних елементів ґрунту за рахунок їх вивітрювання, змиву і вимивання, збереженням сівозміни, оптимізацією водного і повітряного режимів ґрунту, що активує його мікробіологічну активність і, покращує доступність мінеральних

елементів тощо.

Необхідною умовою ефективного, екологічно безпечного використання зрошувальних земель є розробка і впровадження комплексу заходів управління їх родючістю і використання природних вод для зрошення із гранично допустимою концентрацією солей та важких металів. Комплекс має адаптуватися до стану природних та антропогенних факторів за умови дотримання вимог збереження земельних ресурсів, охорони ґрунтів і підтримки рівноваги природних процесів у межах агроеліоративних ландшафтів Херсонської області.

Ефективність застосування біологічних багатофункціональних рїстрегулюючих препаратів для вирощування зернових культур.

Характеристика ґрунтово-кліматичних умов територій досліджень.

Характерною особливістю зони Степу є невелика кількість схилових земель, що визначає сприятливість території для сільськогосподарського використання. Проте, в центральній частині Причорноморської низовини структуру ґрунтового покриву ускладнюють поди, які є акумуляторами вод поверхневого стоку і ними перезволожуються, що негативно впливає на ґрунтоутворюючі процеси [106].

Раціональне використання земельних ресурсів можливе лише за умов урахування якості ґрунтового покриву. У підзоні Південного Степу поширені темно-каштанові ґрунтові комплекси та чорноземи південні з ГТК 0,61-0,67 і представлені одним підтипом – слабогумусоакумулятивним. Вони найменш забезпечені вологою серед чорноземних ґрунтів, вміст гумусу становить для найбільш поширених важко суглинкових і легко глинистих відмін 2,7-4,0%. Глибина профілю коливається в межах 50-85 см. Для чорноземів південних характерна диференціація профілю: виділяється ущільнений горизонт, збагачений на мулисту гранулометричну фракцію, а його вираженість зростає з півночі на південь. Гумусованість профілю значною мірою залежить від географічного положення і гранулометричного складу ґрунтоутворювальної породи. Вміст гумусу у важкосуглинкових і легкоглинистих ґрунтах становить 3,0-3,5%, середньо-суглинкових 2,0-3,0%, легкосуглинкових і супіщаних 0,4-

2,0%. За гранулометричним складом серед південних чорноземів переважають важко-суглинисті та легкоглинисті (86,1%), середньо (10,4%) і легкосуглинисті (1,8%), супіщані (1,7%) площі ґрунтів сільськогосподарських угідь. Ці ґрунти мають досить добру мікроструктуру. Серед мікроагрегатів переважають (78-90%) фракції $>0,01$ мм. Чорноземи південні менш родючі, ніж чорноземи звичайні, оскільки в них менше гумусу та лужна реакція – рН 7,6-7,9. Високий вміст гумінових кислот, перевага їх над фульвокислотами зумовили добре забезпечення азотом, запаси якого в шарі 0-20 см чорноземів звичайних глибоких досягають 4,0-5,6, середньоглибоких 4-5, а в шарі 0-50 см – відповідно 10-11 і 8-10 т/га. Фосфору в цих ґрунтах міститься 0,13-0,15%, більше його у верхньому гумусному горизонті в органічних сполуках. Чорноземи південні також мають порівняно високу потенційну родючість, високий вміст азоту, фосфору, калію та інших елементів, вони здатні забезпечувати високі врожаї районуваних культур [107].

Сухостепові ґрунти утворилися за умов посушливого клімату, зрідженої трав'яної рослинності з поверхневою кореневою системою і висхідної течії ґрунтових вод, яка підтягувала до поверхні легкорозчинні солі. Переважаючими ґрунтами в сухому Степу, на фоні яких сформувалися ґрунтові комплекси, є темно-каштанові, що займають 70,2% в сільськогосподарських угіддях, або 76% серед орної землі, та каштанові – відповідно 5,8 і 5,2%. Характерною морфологічною ознакою темно-каштанових ґрунтів є диференціація профілю за елювіальним типом. Особливо вона добре помітна на цілинних ґрунтах, які не зазнали впливу агрокультури. Гумус міцно зв'язаний з мінеральною частиною. В глинистих і важкосуглинистих каштанових ґрунтах кримського сухого Степу його міститься 1,7-3,0, а в легкосуглинистих і супіщаних різновидностях Азово-Причорноморської смуги лише 0,7-1,5%. Легкорозчинні солі і гіпс зосереджені на глибині 150-200 см, а на правобережжі Дністра навіть глибше. Реакція водного розчину нейтральна або слаболужна (рН водне 6,8-8,0). Ці ґрунти поділяються на слабо і сильносолонцюваті. Каштанові ґрунти утворилися в найпосушливіших районах сухо степової підзони – на території, що прилягає з півночі і з півдня до

Сиваша. Серед сільськогосподарських угідь зони їх площа 100 тис. га, з яких 80 тис. га перебуває в обробітку. Суцільних масивів вони не мають, а залягають у комплексі із солонцями каштановими. Профіль цих ґрунтів, на відміну від темно-каштанових, слабший і на меншу глибину гумусований. Солі вимиті на значну глибину (70-80 см), за ступенем солонцюватості поділяються на каштанові слабо і сильносолонцюваті.

Ґрунти господарств, в межах землекористувань яких були проведені експериментальні дослідження, характеризуються наступними показниками:

– ФГ «Світлана» Єланецького району Миколаївської області – чорнозем звичайний неглибокий малогумусний слабозмитий. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту 3,17 – 3,41%, вниз по профілю кількість гумусу поступово зменшується. В нижній частині профілю ґрунту кількість гумусу становить 1,89%, рН водної витяжки становить 7,0 в орному шарі, вниз по профілю вона поступово збільшується і реакція ґрунтового розчину стає слаболужною. За даними Миколаївської зональної агрохімлабораторії чорноземи звичайні неглибокі малогумусні середньозабезпечані легкорозчинними формами фосфору і високозабезпечені обмінним калієм. Кількість P_2O_5 становить 50 – 100 мг/кг ґрунту, K_2O – 110 – 150 мг/кг ґрунту. Механічний склад даних ґрунтів легкоглинистий, “фізичної глини” (часток розміром 0,01 мм) вони мають в орному шарі 56,80%, грубого пилу (часток розміром 0,001 мм) 38,52%. Залягання ґрунтових вод на глибині 12,7 – 16 м;

– дослідне поле Херсонського державного аграрно-економічного університету – темно-каштанові середньосуглинкові середньосолонцюваті з вмістом гумусу в орному шарі на рівні 2,34-2,60%. Вміст рухомих форм елементів мінерального живлення: азоту – 17-20 мг/кг ґрунту; фосфору – 49-65; калію – 280-360 мг/кг ґрунту, рН – 6,9-7,2. Залягання ґрунтових вод на глибині 7,5-13,0 м.

Регіони південного та сухого Степу за зволоженням належать до помірно-сухої та дуже сухої категорії. Окрім того, ймовірність сухих років у середньобагаторічному циклі становить 30-35%, а 45-55% – ще більш

посушливих і лише 10-15% підвищено зволжених. У зв'язку з цим агропотенціали пшениці озимої та інших сільськогосподарських культур у цій зоні відносно низькі, однак серед них найкращі показники має пшениця м'яка озима [106].

Клімат Південного Степу України помірно-континентальний з м'якою малосніжною зимою та жарким літом. Щорічне надходження сумарної радіації становить 115-116 ккал/см², з яких 94-95 ккал/см² надходить впродовж вегетаційного періоду. Прихід фотосинтетичної активної радіації за період вегетації становить 45-50 ккал/см². Абсолютний максимум температур +37°C ... +42°C, абсолютний мінімум -29°C ... - 35°C. Тривалість вегетаційного періоду 210 – 215 днів, а безморозного, від останнього заморозку весною до першого восени від 165 до 220 днів. Період з середньодобовими температурами вище + 10°C, за кількістю днів близький до безморозного, за цей період накопичується 3200-3500°C активних температур. Щорічна сумарна кількість опадів коливається в межах 350-470 мм з мінливістю за роками від 140-160 мм до 600-680 мм. Основна кількість опадів (60-70%) припадає на теплий період року, переважно у вигляді злив, які, як правило, супроводжуються шквалистим вітром, а інколи і з градом. Характерні тривалі (50-60 днів) бездощові періоди. Посуха спостерігається щорічно. Відносна вологість повітря впродовж 49-50 днів знижується до 30% і менше.

Максимальні запаси продуктивної вологи в місцях розташування кореневої системи спостерігаються весною, в метровому шарі ґрунту її 90-110 мм. У посушливі роки запаси складають 50-70 мм, а глибина промочування лише 40-60 см, а в роки з численними опадами глибина промочування перевищує 150-170 см.

Весна – період, обмежений стійкими переходами середньодобової температури повітря 0°C і 15°C, коротка, не більше двох місяців, з різким наростанням тепла. Перехід температури повітря відбувається через 0°C на початку березня, а в кінці березня середньодобова температура досягає 5°C. Перехід температури через 10°C спостерігається у кінці другої – на початку

третьої декади квітня, а вдень вона підвищується до 20-25°C, ґрунт на глибині 10 см прогрівається до 8-10°C.

Літо продовжується в межах середньодобових температур вище 15°C, а його початок настає в кінці першої – початку другої декади травня. Тривалість його більше 5 місяців. Після збирання озимих і ранніх ярих культур до перших заморозків восени, накопичується 1500-2000°C позитивних температур, що дозволяє при зрошенні вирощувати повторні посіви зернових і кормових культур. Літом протягом 25-30 днів температура повітря підвищується до 30°C і вище. Майже кожні три роки буває ґрунтово-повітряна посуха. В окремих випадках тривалість періоду без опадів досягає 100-110 днів.

Восени спостерігається незначний період середньодобової температури повітря через 15°C і 0°C. Осінь триває приблизно 2,5 місяця, часто буває посушливою та несприятливою для одержання своєчасних сходів пшениці озимої. У середині жовтня починаються перші заморозки, після них можливе тривале повернення тепла і сухої погоди.

Зима в цілому тепла і сприятлива для перезимівлі озимих культур. Тривалість її біля трьох місяців з вкрай нестійким температурним режимом. Характерні тривалі відлиги, часто на посівах утворюється льодяна кірка, що призводить до зрідження, а то й до загибелі посівів. Вірогідність зниження температури повітря до мінус 25°C складає 70-75%. Основні запаси вологи в ґрунті накопичується в зимовий період. Промерзання перешкоджає проникненню вологи в глибину ґрунту. Середня глибина промерзання 40-50 см, можлива до 100-120 см. Ґрунт повністю розтає, як правило, в третій декаді березня.

Серед інших несприятливих для сільськогосподарських культур явищ погоди на території області у вегетаційний період спостерігається град, дуже сильний дощ, зливи, сильний вітер та пилові бурі. Жорстка атмосферна засуха, яка часто поєднується із ґрунтовою у період активної вегетації сільськогосподарських культур (ГТК менше 0,7), має ймовірність 90% на більшій частині території області. Відносна вологість повітря у теплий період

року (квітень-жовтень) по області коливається від 59% влітку до 80% весною та восени, а кількість днів із відносною вологістю повітря 30% та менше за цей період становить 27-51 день, у приморських районах – 4-5 днів. За сукупністю показників агрокліматичних ресурсів у період активної вегетації сільськогосподарських культур (суми позитивних температур повітря, кількості опадів та гідротермічного коефіцієнту) територію зони поділено на два агрокліматичних райони (високого рівня теплозабезпечення посушливого та високого рівня теплозабезпечення дуже посушливого) [108].

Програма наукових досліджень. Програмою наукових досліджень було передбачено вивчення впливу багатофункціональних рістрегулюючих препаратів на фенологічні, біометричні показники рослин, фітосанітарний стан посівів, насінневу продуктивність та якість отриманої продукції при вирощуванні основних зернових на прикладі пшениці озимої. Для реалізації програми досліджень було закладено низку польових дослідів в умовах дослідного поля Херсонського державного аграрно-економічного університету та господарствах зони Степу України (Миколаївська область). Програма досліджень передбачала аналіз відповідності агрокліматичних та екологічних умов біологічним особливостям досліджуваних культур, економічної та біоенергетичної ефективності вирощування пшениці озимої в незрошуваних умовах зони Південного Степу України.

Реалізація програми наукових досліджень здійснювалася шляхом закладення трьохфакторного польового дослідів впродовж 2018-2021 рр, місце проведення: дослідне поле Херсонського державного аграрно-економічного університету на території Білозерського району Херсонської області та ФГ «Світлана» Єланецького району Миколаївської області «Вплив багатофункціональних рістрегулюючих препаратів на продуктивність сортів пшениці різного типу розвитку». Варіанти фактору А: сорти пшениці озимої – Херсонська 99, Кірена, Асканійська, Мудрість, Клариса, Хуторянка; варіанти фактору В: рістрегулюючі препарати – Вуксал Мікроплант, Хелафіт Комбі,

Фітомаре, без обробітку (контроль); варіанти фактору С: строки сівби пшениці озимої – 10.IX, 20.IX, 30.IX та 10.X.

Розміщення дослідних ділянок пшениці озимої в польових дослідах методом розщеплених ділянок, сівбу проводили сівалкою СН-16. Облікова площа ділянок 25м². Повторюваність – чотириразова. Попередником для пшениці м'якої озимої виступав чорний пар.

Усі необхідні оцінки, обліки та спостереження виконувались згідно загальноприйнятих методів державного сортовипробування. Статистичний та дисперсійний аналіз даних результатів досліджень проводився згідно методики Ушкаренко В.О. та ін. [109] та за допомогою програм «Statistica», «Microsoft Excel» та «Agrostat».

Вплив біологічних багатofункціональних рістрегулюючих препаратів на продуктивність сортів пшениці озимої різного типу розвитку. Південний Степ України є найбільшим виробником продовольчого високоякісного зерна пшениці м'якої озимої і характеризується кліматом з недостатньою кількістю опадів, особливо в період сівби в оптимальні строки, значними літніми посухами і в цілому нестабільністю погодних умов у різні роки. Тому виробництво зерна пшениці озимої в значному ступені коливається за роками, а в окремі роки (2000, 2003) його виробництво зменшилось в декілька разів, в основному, із-за недостатньої стійкості більшості вирощуваних сортів до абіотичних і біотичних чинників навколишнього середовища. Необхідно взяти до уваги думку академіка М.Ф. Литвиненка [110], що за даних умов сорт і насіння є одним із найбільш доступних і ефективних заходів стабілізації виробництва зерна пшениці.

Але характер прояву корисних ознак у різних сортів пшениці озимої значною мірою залежить від їх реакції на конкретні умови вирощування, а наукової інформації щодо сортових особливостей оптимізації основних прийомів вирощування ще недостатньо.

Вияв і використання дійсної екологічної стійкості сортів пшениці озимої необхідно розглядати як одну із основних умов реалізації потенційної продуктивності в несприятливих умовах вирощування.

Таким чином, підвищення врожайності і в цілому виробництво зерна залежить від комплексного підходу до формування урожаю сортовим складом і агротехнічних програм [111].

Результати вивчення характеру зміни адаптивності сортів пшениці озимої різних періодів сортозмін показало, що в процесі селекції підвищувалась чутливість сортів на сприятливі умови вирощування і знижувалась їх адаптивність, хоча рівень врожайності нових сортів в екстремальних умовах був значно вище, ніж у сортів попередніх періодів.

Адаптивність високоврожайних сортів сільськогосподарських культур виявляється не тільки в їхній стійкості до несприятливих умов середовища, але і в здатності найефективніше використовувати регульовані людиною чинники (зрошення, удобрення) та формувати вищі врожаї на одиницю витрат. Найбільш стабільною ознакою була маса 1000 зерен, а маса зерна і кількість зерен з головного і бокових колосів значно варіювали [112, 113].

Впровадження високоінтенсивних технологій вирощування виправдано лише за умови відповідності біокліматичного ресурсу середовища і потенціалу вирощуваного сорту рівню створеного агрофону [114, 115]. В іншому випадку техногенна інтенсифікація вирощування пшениці може призвести до від'ємного результату, коли врожайність, незважаючи на збільшення витрат, не лише не збільшується, а і знижується.

Урожайність озимої пшениці в Україні коливається, незважаючи на достатню кількість сортозмін. На думку ряду вчених [116, 117], це пов'язано з тим, що нові вимоги до сортів пшениці озимої не завжди можуть реалізуватись на практиці через відсутність теоретичної бази для явища зменшення врожайності в умовах шоків режимів зміни умов у осінньо-зимовий та весняно-літній періоди вегетації рослин.

Вирощування сортів різного ступеня інтенсивності, генетично і біологічно різнорідних, дозволяє більш ефективно використовувати агрокліматичний потенціал кожної зони, кожного поля і в кінцевому підсумку збільшити врожайність, стабілізувати вологий збір зерна. Для рішення проблеми

екологічної стійкості необхідно впровадити сортові агротехнології, завдання яких складаються в максимальному задоволенні специфічних потреб сорту [118].

Знання реакції різних сортів пшениці озимої на біотичні та абіотичні чинники довкілля, характер прояву і взаємозв'язок кількісних ознак є основою для спрямованого використання цих сортів у програмі адаптивного рослинництва.

Науково-обґрунтована система живлення обов'язково включає позакореневе живлення макро- та мікроелементами, використання стимуляторів росту, що мають багатофункціональне призначення. Завдяки застосуванню регуляторів росту в посівах пшениці озимої оптимізується перерозподіл поживних речовин, що сприяє кращому засвоєнню поживних речовин та вологи з ґрунту, збільшується довжина, діаметр і маса кореневої системи пшениці. Відбувається стимуляція закладення вторинних коренів, зміцнення і потовщення основних коренів, додаткове накопичення цукрів, фосфору, калію, азоту, що забезпечує додатковий стартовий ріст ослаблених під час перезимівлі рослин і підвищує стійкість до несприятливих погодних умов та стресових факторів [119, 120].

Специфіка дії регуляторів росту рослин полягає в тому, що вони здатні впливати на процеси, напрямок та інтенсивність, які неможливо скоригувати за допомогою агротехнічних заходів вирощування [121, 122].

Самі по собі рістрегулюючі препарати не підвищують продуктивність посівів, а лише активізують біологічні процеси рослинних організмів та посилюють проникливість міжклітинних мембран, що сприяє повнішому розкриттю їхнього біологічного потенціалу продуктивності.

Згідно з розрахунками, витрати на застосування кращих регуляторів росту на посівах зернових культур окуповуються вартістю приростів урожаю в 30 – 50 разів. Застосування регуляторів росту сьогодні є одним з найбільш високорентабельних заходів підвищення врожайності польових культур [123].

Особливості формування кореневої системи рослин пшениці озимої. Коренева система пшениці озимої має велике значення в життєдіяльності

рослин, особливо в незрошуваних умовах на півдні України, де за дефіциту доступної вологи в орному шарі ґрунту достатні запаси її знаходяться в більш глибоких горизонтах. Для використання її з цих шарів ґрунту рослинам необхідна більш розвинена коренева система, а для цього необхідно створювати відповідні умови для найкращого її розвитку.

Розвиток кореневої системи залежить від багатьох природних чинників (вологості ґрунту, температури, фізико-хімічних властивостей ґрунту, наявності достатньої кількості поживних речовин).

Більш ефективно їх використання рослинами пшениці озимої на сьогодні є впровадженням у виробництво рістрегулюючих речовин, в невеликих дозах застосування здатні підвищувати потенціал біологічної продуктивності рослин у межах норми реакції відповідного генотипу, посилюючи їх адаптивну здатність до стресових чинників довкілля [124].

Проведені польові дослідження свідчать, що рістрегулюючі препарати за позакореневого підживлення рослин у міжфазний період кушіння – початок виходу в трубку істотно впливали на розвиток кореневої системи пшениці озимої (сорт Асканійська), її масу і глибину проникнення (табл. 11).

Слід відзначити, що у варіанті без обробки загальна кількість коренів за оптимального строку сівби складала 47,3 г/0,1м², при цьому вони проникали не глибше 110 см, а за пізнього строку сівби їх маса складала 35,4 г/0,1м² при проникненні на глибину ґрунту до 90 см.

Як видно із таблиці 11 застосовані рістрегулюючі препарати мали позитивний вплив на формування кореневої системи та її проникнення на більшу глибину, як за оптимального, так і за пізнього строку сівби. За їх використання маса коренів оптимального строку сівби збільшувалась від 65,8 г/0,1м² (Фітомаре), 72,8 г/0,1м² (Вуксал Мікроплант) до 80,5 г/0,1 м² (Хелафіт Комби), відповідно за пізнього строку 52,6; 59,4 та 67,4 г/0,1 м².

Таблиця 11. Маса абсолютно сухих коренів пшениці озимої залежно від рістрегулюючих препаратів, г/0,1м² (середнє за 2018 – 2021 рр.)

Шар ґрунту, см	Оптимальний строк сівби (20.09)				Пізній строк сівби (10.10)			
	без обробки	Фітомаре	Вуксал	Хелафіт Комбі	без обробки	Фітомаре	Вуксал	Хелафіт Комбі
0-10	25,8	34,5	38,4	42,4	20,6	28,4	31,9	34,5
10-30	10,1	16,8	17,2	18,9	8,5	12,8	14,4	16,6
30-50	3,4	5,1	5,9	6,4	2,2	4,0	4,9	5,6
50-70	3,9	4,4	5,2	5,9	2,3	4,1	4,4	5,2
70-90	3,1	3,7	4,6	4,7	1,8	2,7	2,9	3,8
90-110	1,0	1,2	1,3	1,8	-	0,6	0,9	1,6
110-130	-	0,1	0,2	0,4	-	-	-	0,1
0-130	47,3	65,8	72,8	80,5	35,4	52,6	59,4	67,4
0-30	35,9	54,3	55,6	61,3	29,1	41,2	46,3	51,1
30-130	21,5	30,3	33,9	38,1	14,8	24,2	27,5	32,9

Таким чином, найбільш потужна коренева система формувалась при використанні рістрегулюючого препарату Хелафіт Комбі. Загальна маса абсолютно сухих коренів за оптимального строку сівби складала 80,5 г/0,1м², що на 58,7% більше від кількості коріння, яка утворилась на варіанті без обробки, відповідно за пізнього строку сівби, маса абсолютно сухих коренів складала 67,4 г/0,1м², що на 52,2% більше порівняно з варіантом без обробки.

Основна маса кореневої системи на всіх варіантах розміщувалась у верхньому шарі 0-10 см – зоні найвищої родючості ґрунту. З глибиною кількість коріння поступово зменшувалась, але в меншій мірі за використання рістрегулюючих препаратів.

Без застосування препаратів в орному шарі ґрунту зосереджувалось за оптимального строку сівби 35,9 г/0,1м² всієї маси кореневої системи, при пізньому – 29,1 г/0,1м². Позакореневе підживлення досліджуваними рістрегулюючими препаратами стимулювало розвиток кореневої системи, її маса зростала в орному шарі ґрунту за оптимального строку сівби, залежно від

препарату від 51,3 г/0,1м² до 61,3 г/0,1м², відповідно за пізнього строку сівби – 41,2 – 51,1 г/0,1м².

Застосування рістрегулюючих препаратів стимулювало більш глибоке проникнення коренів за оптимального строку сівби до 130 см, особливо це характерно в більшій мірі при застосуванні Хелафіту Комбі. Посіви з такою кореневою системою можуть використовувати більше вологи з глибоких горизонтів, завдяки чому легше витримують тривалу дію стресів, спричинених дефіцитом ґрунтової вологи.

Таким чином, багатофункціональні рістрегулюючі препарати (Вуксал Мікроплант, Фітомаре та Хелафіт Комбі) сприяють збільшенню маси коренів пшениці озимої і глибину їх проникнення в шари ґрунту. Найкращий розвиток кореневої системи за різних умов вирощування створюється при позакореновому підживленні препаратами Вуксал Мікроплант та Хелафіт Комбі.

Характер прояву грибних хвороб у різні за типом розвитку сортів пшениці залежно від застосування рістрегулюючих препаратів та умов вирощування. В умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва хвороби, шкідники і бур'яни є одним із основних чинників, які стримують ріст урожайності та валових зборів продукції.

У Світі від хвороб та шкідників недобори врожаю пшениці озимої кожен рік становлять в середньому 14,1% [125]. В роки сильних епіфітотій хвороб ці показники значно зростають. В Україні врожай пшениці кожного четвертого гектара, посіяного хліборобом, «з'їдається» збудниками шкочочинних хвороб [126].

З-поміж технологічних новинок – впровадження системи захисту зернових культур від хвороб (біохімічна суміш фунгіцидів, протруйників та застосування методу індукованого імунітету).

Метод індукованого імунітету дає переконливе збільшення врожаю відносно методів захисту за допомогою хімічних фунгіцидів. Використання хімічних препаратів призводить до «руйнування» імунітету рослин, що призводить до постійного збільшення застосування фунгіцидів та підвищення

хімічного навантаження на агрофітоценози. Окрім того, суть методу індукованого імунітету зводиться до обприскування сільськогосподарських культур препаратами, що містять гриб *Trichoderma lignorum*. Він має істотну перевагу над класичними методами захисту рослин від хвороб [127-129].

В процесі своєї життєдіяльності рослини виробляють власні регулятори росту, але за умов стресових ситуації (посуха, вплив високих температур, вітер, фітотоксичність) продукування власних гормонів значно знижується. Це призводить до ослаблення рослин, порушення внутрішньої програми розвитку рослинних організмів, роблячи їх значно чутливими до впливу хвороб та інших негативних чинників довкілля. Для нормалізації життєдіяльності рослинного організму за умов стресів, для направленої впливу на рослину з успіхом можуть використовуватись рістрегулюючі препарати [130, 131].

У наших дослідженнях застосування рістрегулюючих препаратів за різних умов вирощування пшениці озимої значно зменшували ступінь ураження найбільш шкодочинними хворобами (бура іржа, борошниста роса) (табл. 12).

Як видно з даних таблиці 12 ступінь ураження грибними хворобами мала тенденцію до зниження за більш пізніх строків сівби. Застосування багатофункціональних рістрегулюючих препаратів забезпечило зниження ступеню ураження рослин бурюю іржею, борошнистою росю за всіх строків сівби і сортів пшениці озимої незалежно від генотипово зумовленої їх стійкості до хвороб.

Всі застосовані в дослідженнях препарати вплинули на зниження фітопатогенної активності хвороб, але більшу ефективність в цьому напрямку за різних умов вирощування показали Фітомаре і Хеларфит Комбі. У більшості випадків вони знижували ступінь ураження рослин пшениці озимої на 40 – 50% і більше.

Таблиця 12. Характер ураження сортів пшениці озимої бурю іржею та борошнистою росю за різних умов вирощування залежно від рістрегулюючих препаратів, середнє за 2018 – 2021 рр.

Сорт	Строк сівби	Бура іржа, %				Борошниста роса, %			
		без обробки	Фітомаре	Вуксал Мікроплант	Хеларфіт Комбі	без обробки	Фітомаре	Вуксал Мікроплант	Хеларфіт Комбі
Херсонська 99	10.09	25,5	15,5	20,0	15,0	30,5	15,5	20,8	15,0
	20.09	19,3	10,5	15,5	10,0	26,7	10,5	15,5	10,5
	30.09	15,5	10,0	15,0	10,5	25,0	15,8	20,0	15,5
	10.10	15,0	5,0	10,0	5,0	20,0	10,0	15,5	10,5
Кірена	10.09	30,5	18,5	25,0	15,0	36,5	20,5	25,0	25,0
	20.09	25,0	15,5	20,0	15,0	30,5	15,5	20,0	18,5
	30.09	20,5	10,0	15,0	10,5	25,5	15,0	18,5	15,5
	10.10	20,0	5,0	10,0	10,0	20,0	10,5	15,0	15,0
Мудрість	10.09	30,5	15,8	25,5	20,5	35,5	20,5	28,0	20,0
	20.09	25,5	15,0	20,0	15,5	30,5	20,0	25,5	15,5
	30.09	25,0	15,5	20,0	15,0	30,0	15,5	20,0	20,0
	10.10	20,5	10,0	15,5	10,5	25,5	15,0	20,5	15,5
Асканійська	10.09	15,5	10,0	15,0	10,5	20,0	10,0	15,0	10,5
	20.09	10,0	5,0	5,0	5,0	25,0	10,0	20,5	15,0
	30.09	10,0	5,0	10,0	5,0	20,0	10,0	15,0	5,0
	10.10	10,0	0,0	5,0	0,0	15,5	5,5	10,0	5,0
Клариса	10.09	15,0	5,0	10,0	5,0	20,0	10,5	15,0	10,0
	20.09	10,0	0,0	5,0	5,0	15,0	10,0	15,0	5,5
	30.09	10,0	5,0	5,0	5,0	15,0	5,0	10,0	5,5
	10.10	5,5	0,0	5,0	0,0	10,5	5,0	10,0	0,0
Хуторянка	10.09	25,5	15,5	20,5	10,0	30,0	15,5	20,0	15,0
	20.09	20,5	10,5	15,0	10,0	25,0	10,5	15,0	5,0
	30.09	20,0	10,0	15,0	10,0	20,5	10,0	15,5	5,0
	10.10	15,5	5,5	10,0	10,0	20,0	5,0	10,5	5,0

Ефективність застосування регуляторів росту при підвищенні врожайності і якості зерна сортів пшениці озимої за різних умов вирощування. Генетичний потенціал урожайності сучасних сортів пшениці озимої за останнє 10-тиліття збільшився до 8,0 – 12,0 т/га, але у виробничих умовах урожайність їх становила в середньому лише 2,62 т/га, тобто ледве

досягала 25 – 30% від потенційного генетичного рівня. Продуктивність пшениці озимої може бути завжди високою за умов дотримання диференційованих строків сівби для кожного сорту [132].

Сучасні регулятори росту сприяють підвищенню врожаю зерна пшениці на 0,42 – 0,60 т/га (12,0 – 17,3%). Вони не лише підвищують врожайність культури, а й якість зерна (підвищується рівень вмісту клейковини на 2,4 – 2,6%, збільшується кількість продуктивних стебел – 0,3 – 1,1 шт, довжина колосу, маса зерна з колосу на 0,3 – 0,8 г, формується більш крупне і виповнене зерно (маса 1000 насінин збільшується на 2,0 – 2,7 г). Підрахунки ряду вчених свідчать, що з впровадженням регуляторів росту рослин на переважній кількості посівів в нашій країні дозволило б додатково отримати продукції на шість мільярдів гривен [133, 134].

На сьогодні в результаті узагальнення багаторічних досліджень вивчено понад сотні різних регуляторів росту рослин, але не всі мають переваги щодо впливу на підвищення врожайності та поліпшення якості продукції зернових культур. Тому їх необхідно цілеспрямовано вивчати для кожної зони, підзони та за різних кліматичних та агротехнічних умов вирощування.

Реальний врожай зерна різних сортів пшениці озимої реалізується комплексом елементів продуктивності, які можуть компенсуватися, якщо один із них формується в більш сприятливих умовах в процесі вегетаційного періоду. Формування продуктивного стеблостою є одним із основних елементів урожайності пшениці озимої.

В наших дослідженнях спостерігалась одна загальна закономірність в тому, що кількість продуктивних стебел на рослині у всіх вивчаємих сортів пшениці озимої зменшувалась від раннього строку сівби до пізнього, але при цьому виявлено їх неоднакове формування при застосуванні різних багатofункціональних рістрегулюючих препаратів (табл. 13).

Як видно із даних таблиці 13, всі застосовані регулятори росту позитивно вплинули на підвищення продуктивного стеблостою різних сортів пшениці озимої. Спостерігалась тенденція збільшення його за більш пізніх строків сівби.

Таблиця 13. Формування продуктивного стеблостою у рослин сортів пшениці озимої при застосуванні регуляторів росту за різних умов вирощування, середнє за 2018 – 2021 рр.

Сорт	Строк сівби	Число продуктивних стебел, шт							
		ХДАЕУ				ФГ «Світлана»			
		без обробки	Фітомаре	Вуксал Мікроплант	Хелафіт Комбі	без обробки	Фітомаре	Вуксал Мікроплант	Хелафіт Комбі
Херсонська 99	10.09	3,1	3,4	3,2	3,3	3,0	3,4	3,3	3,4
	20.09	2,8	3,0	3,4	3,6	2,7	2,9	3,0	3,0
	30.09	2,4	2,8	2,8	3,0	2,4	2,6	2,8	2,8
	10.10	1,9	2,1	2,4	2,2	1,6	1,9	2,0	2,0
Кірена	10.09	3,2	3,4	3,4	3,6	3,1	3,2	3,4	3,6
	20.09	2,9	3,0	3,2	3,3	2,8	3,0	3,1	3,2
	30.09	2,3	2,8	2,8	2,7	2,2	2,6	2,5	2,8
	10.10	2,0	2,2	2,4	2,4	1,6	2,0	2,1	2,2
Мудрість	10.09	3,4	3,8	4,0	4,0	3,1	3,4	3,6	3,4
	20.09	3,9	4,1	4,2	4,4	3,6	3,8	3,8	4,0
	30.09	3,4	3,8	3,9	4,0	3,0	3,2	3,4	3,6
	10.10	2,6	2,9	3,4	3,4	2,2	2,8	2,8	3,0
Асканійська	10.09	2,9	3,1	3,1	3,2	2,6	2,8	2,8	3,0
	20.09	2,4	2,6	2,8	2,8	2,4	2,6	2,8	2,6
	30.09	2,1	2,4	2,6	2,8	2,2	2,4	3,0	2,9
	10.10	1,4	1,6	1,8	1,7	1,3	1,5	1,8	1,9
Клариса	10.09	3,6	3,6	3,8	3,7	3,6	3,8	3,9	3,6
	20.09	4,2	4,2	4,4	4,4	3,9	4,0	4,0	3,9
	30.09	3,5	3,8	4,0	4,2	3,1	3,6	3,8	4,0
	10.10	2,9	3,3	3,6	3,8	2,8	3,3	3,4	3,6
Хуторянка	10.09	3,2	3,4	3,8	4,0	3,1	3,4	3,6	3,6
	20.09	3,6	3,7	4,0	4,2	3,6	3,8	4,0	4,1
	30.09	3,0	3,2	3,6	3,8	2,8	3,1	3,6	3,4
	10.10	2,5	2,7	2,9	2,9	2,4	2,6	2,8	3,0

Особливо це характерно для «типово» пшениці озимої сорту Асканійська та сорту альтернативного типу Клариса, у інших сортів за пізнього строку сівби (10.10) збільшення продуктивного стеблостою, незалежно від пункту випробування, під дією регуляторів росту коливалось від 0,3 до 0,8 шт і, відповідно, у сорту Клариса 0,5–0,9 шт продуктивних стебел на рослину.

Аналогічні результати було одержано і при формуванні головних елементів продуктивності: маса зерна з головного колосу і маса 1000 зерен (табл. 14).

Таблиця 14. Характер прояву елементів продуктивності у сортів пшениці різного типу розвитку залежно від застосування регуляторів росту, середнє за 2018 – 2021 рр.

Сорт	Строк сівби	Маса зерна з колосу, г				Маса 1000 зерен, г			
		без обробки	Фітомаре	Вуксал Мікроплант	Хеларфіт Комбі	без обробки	Фітомаре	Вуксал Мікроплант	Хеларфіт Комбі
Херсонська 99	10.09	1,28	1,30	1,34	1,32	38,1	38,4	38,4	39,2
	20.09	1,31	1,39	1,46	1,44	39,5	40,2	39,9	40,4
	30.09	1,84	1,86	1,90	1,86	41,4	42,1	41,2	41,8
	10.10	1,65	1,72	1,76	1,74	40,9	41,9	40,9	41,8
Кірена	10.09	1,32	1,38	1,39	1,40	36,5	38,4	37,4	38,4
	20.09	1,24	1,29	1,36	1,36	38,1	39,1	40,4	40,1
	30.09	1,78	1,80	1,81	1,79	40,4	41,2	41,8	42,4
	10.10	1,64	1,69	1,71	1,70	40,8	40,9	41,0	41,9
Мудрість	10.09	1,54	1,59	1,67	1,64	37,9	38,1	39,1	38,6
	20.09	1,48	1,50	1,57	1,58	39,1	40,2	41,0	40,6
	30.09	1,78	1,79	1,82	1,80	42,4	42,8	43,1	44,2
	10.10	1,70	1,74	1,78	1,72	41,4	44,9	43,0	43,1
Асканійська	10.09	1,28	1,31	1,37	1,34	35,1	36,0	36,1	36,8
	20.09	1,32	1,40	1,46	1,44	36,9	37,1	37,4	37,2
	30.09	1,54	1,59	1,61	1,60	38,4	39,1	40,2	40,1
	10.10	1,50	1,55	1,60	1,57	34,2	35,4	35,9	36,1
Клариса	10.09	1,28	1,32	1,36	1,36	36,4	38,1	39,0	39,4
	20.09	1,32	1,39	1,44	1,46	35,4	36,0	35,9	36,2
	30.09	1,68	1,74	1,79	1,78	41,2	42,8	41,9	44,1
	10.10	1,65	1,70	1,74	1,76	40,4	42,9	42,0	42,2
Хуторянка	10.09	1,34	1,41	1,46	1,42	36,4	36,9	36,8	37,1
	20.09	1,48	1,54	1,60	1,59	37,2	38,1	37,9	38,0
	30.09	1,68	1,72	1,76	1,74	36,4	37,2	37,0	37,2
	10.10	1,60	1,68	1,78	1,74	35,2	36,4	36,0	36,1

Практично у всіх вивчених сортів пшениці продуктивність колосу і крупність зерна збільшувалась за більш пізніх строків сівби, що можна пояснити формуванням меншої кількості стебел на одиниці площі. Усі застосовані регулятори росту збільшували масу зерна з колосу і масу 1000 зерен за різних строків сівби, особливо в цьому аспекті необхідно відзначити багатофункціональний препарат Хелафіт Комбі, який практично за всіх умов вирощування проявив істотну ефективність на збільшення показника маси 1000 зерен.

За збільшенням маси зерна з колосу, порівняно з контролем та іншими рістрегулюючими препаратами проявив в більшому ступені препарат Фітомаре.

Для забезпечення сталого виробництва зерна пшениці озимої необхідно надалі вдосконалювати технологію вирощування цієї найважливішої продовольчої культури. Впродовж останнього часу в технології вирощування пшениці озимої, як і в багатьох інших культур почали широко використовувати регулятори росту рослин нового типу, які в дуже помірних дозах здатні підвищувати врожайність та позитивно впливати на якість зерна.

Сьогодні в найбільш економічно розвинених країнах до 20-30% продукції землеробства додатково виробляють за рахунок впровадження до технологічних схем вирощування культур регуляторів росту рослин [135-137]. Такі регулятори росту біологічного походження сприяють підвищенню врожайності пшениці озимої на 12-20%, що призводить до отримання додаткового врожаю на рівні 0,6-0,8 т/га зерна [138]. В зоні Південного Степу України використання таких препаратів на посівах пшениці озимої ще майже не вивчалась.

Позакоренева обробка рослин біопрепаратами по різному впливала на врожайність сортів пшениці озимої за різних умов вирощування (табл. 15).

Незалежно від пунктів проведення досліджень та різних строків сівби застосування рістрегулюючих препаратів мало позитивний ефект, що був виражений у підвищенні врожайності. Так, в середньому, за чотири роки проведення польових досліджень найбільшу прибавку врожайності за різних умов досліджень і різних сортів показав препарат Хелафіт Комбі.

Таблиця 15. Урожайність сортів пшениці озимої при застосуванні стимуляторів росту за різних умов вирощування, т/га (середнє за 2018 – 2021 рр.)

Сорт (А)	Строк сівби (В)	Пункт досліджень (С)							
		ХДАЕУ				ФГ «Світлана»			
		стимулятор росту (D)							
		без обробки	Вуксал Мікроплант	Фітомаре	Хеларфіт Комбі	без обробки	Вуксал Мікроплант	Фітомаре	Хеларфіт Комбі
Херсонська 99	10.09	3,52	3,65	4,77	4,88	3,33	3,54	3,61	3,73
	20.09	3,96	4,15	4,19	4,35	3,89	3,98	4,12	4,23
	30.09	3,99	4,16	4,28	4,39	4,03	4,16	4,32	4,44
	10.10	3,70	3,83	3,94	4,14	3,68	3,85	3,95	4,15
Кірена	10.09	3,50	3,67	3,77	3,91	3,26	3,45	3,56	3,70
	20.09	3,85	4,01	4,12	4,24	3,82	4,00	4,11	4,25
	30.09	3,81	3,95	4,03	4,13	3,82	4,05	4,13	4,33
	10.10	3,48	3,66	3,81	3,95	3,35	3,60	3,71	3,86
Асканійська	10.09	3,44	3,69	3,78	3,98	3,50	3,72	3,82	3,99
	20.09	4,07	4,37	4,44	4,60	4,06	4,21	4,33	4,41
	30.09	4,31	4,48	4,59	4,73	4,21	4,34	4,40	4,58
	10.10	4,22	4,40	4,51	4,72	4,16	4,31	4,44	4,58
Кларіса	10.09	3,18	3,44	3,53	3,66	3,09	3,31	3,42	3,57
	20.09	3,51	3,80	3,92	4,05	3,68	3,87	4,10	4,23
	30.09	4,20	4,35	4,49	4,57	4,11	4,35	4,39	4,58
	10.10	4,37	4,52	4,65	4,75	4,39	4,55	4,66	4,76
Мудрість	10.09	3,22	3,60	3,72	3,86	3,31	3,47	3,64	3,79
	20.09	3,87	4,01	4,09	4,32	3,72	3,91	3,97	4,12
	30.09	4,07	4,21	4,36	4,43	3,98	4,18	4,26	4,38
	10.10	3,48	3,66	3,79	3,93	3,62	3,64	3,76	3,88
Хуторянка	10.09	3,47	3,64	3,79	3,96	3,49	3,62	3,70	3,82
	20.09	3,86	4,05	4,21	4,24	3,70	3,84	3,98	4,10
	30.09	4,04	4,16	4,25	4,39	3,94	4,09	4,18	4,31
	10.10	3,38	3,56	3,66	3,81	3,60	3,78	3,87	4,02

НІР₀₅, т/га: А – 0,07-0,14; В – 0,04-0,11; С – 0,05-0,08; D – 0,05-0,11; АВ – 0,13-0,28; АС – 0,09-0,19; AD – 0,13-0,28; ВС – 0,08-0,16; BD – 0,11-0,22; CD – 0,08-0,16; ABC – 0,19-0,39; ABD – 0,26-0,55; ACD – 0,19-0,39; BCD – 0,15-0,32; ABCD – 0,37-0,78

При застосуванні його на дослідному полі ХДАЕУ додатково формувалась врожайність від 0,22 до 0,5 т/га, на полі ФГ «Світлана» відповідно 0,14 – 0,36 т/га. Характерним для всіх застосованих біопрепаратів є те, що значних коливань

в підвищенні врожайності в розрізі різних строків сівби і сортів пшениці не спостерігалось.

У розрізі окремих років досліджень незалежно від пунктів досліджень, різних строків сівби і вивчених сортів пшениці озимої практично спостерігались ідентичні результати, які були одержані в середньому за чотири роки досліджень. Але, необхідно відмітити сорт «типово» озимої пшениці Асканійська і альтернативного типу Кларіса, які за пізнього строку сівби (10.10) формують урожайність на рівні і вище оптимального строку (20.09), під дією рістрегулюючих препаратів Хелафіт Комбі і Фітомаре порівняно з іншими сортами пшениці озимої і строків сівби формували більшу прибавку врожайності за пізнього строку сівби.

Як видно з даних результатів досліджень рістрегулюючі препарати по різному впливали на якість зерна пшениці озимої в різні роки вивчення. У більш сприятливий за рівнем природного вологозабезпечення 2020 рік деякі препарати (Вуксал Мікроплант і Хелафіт Комбі) покращували якість зерна, порівняно з контролем і препаратом Фітомаре. Серед сортів пшениці озимої більшу реакцію на поліпшення якості зерна під дією рістрегулюючих препаратів показали сорти Асканійська і Кларіса.

Обробка посівів пшениці озимої рістрегулюючими препаратами впливала не лише на величину врожаю, але й на якість зерна (табл. 16).

Таким чином, за результати досліджень встановлено, що застосовані регулятори росту рослин за різних умов вирощування (погодні умови, строки сівби) проявили позитивний характер впливу на підвищення продуктивності і якості зерна різних сортів пшениці в різних екологічних пунктах досліджень. В більшому ступені на прибавку врожайності проявили рістрегулюючі препарати Хелафіт Комбі і Фітомаре, а на поліпшення якості зерна Хелафіт Комбі і Вуксал Мікроплант.

Таблиця 16. Якість зерна сортів пшениці озимої залежно від рістрегулюючих препаратів, 2019 – 2021 рр.

Сорт	Препарат	Вміст білка, %	Клас зерна	Вміст білка, %	Клас зерна	Вміст білка, %	Клас зерна
		роки					
		2019		2020		2021	
1	2	3	4	5	6	7	8
Херсонська 99	без обробки	11,8	6	12,4	5	11,7	6
	Вуксал Мікроплант	12,4	4	13,1	4	12,8	4
	Фітомаре	11,6	6	12,6	5	11,9	6
	Хелафіт Комбі	12,8	4	13,0	3	12,9	4
Кірена	без обробки	10,8	5	11,2	5	11,2	6
	Вуксал Мікроплант	11,9	5	12,1	5	11,9	5
	Фітомаре	11,0	6	11,8	5	11,2	6
	Хелафіт Комбі	12,1	5	12,8	4	12,0	5
Асканійська	без обробки	12,0	5	12,6	5	12,4	5
	Вуксал Мікроплант	12,8	5	13,1	4	12,9	5
	Фітомаре	12,0	5	12,6	5	12,5	5
	Хелафіт Комбі	13,1	4	13,4	4	12,9	6
Мудрість	без обробки	10,9	6	11,2	6	10,8	6
	Вуксал Мікроплант	11,9	5	12,4	5	11,4	5
	Фітомаре	10,9	5	11,4	5	11,5	6
	Хелафіт Комбі	12,1	5	12,9	4	12,4	5
Кларіса	без обробки	11,0	6	11,4	5	10,9	6
	Вуксал Мікроплант	12,4	5	12,9	4	11,9	5
	Фітомаре	12,0	6	12,3	5	11,0	6
	Хелафіт Комбі	12,8	5	13,1	4	12,4	5
Хуторянка	без обробки	11,0	6	11,8	5	10,9	6
	Вуксал Мікроплант	12,4	5	13,1	4	11,9	6
	Фітомаре	11,1	6	12,0	5	11,2	6
	Хелафіт Комбі	12,9	5	13,4	4	12,1	5

ВИСНОВКИ

1. Основними передумовами для ведення органічного землеробства є обов'язкове агроекологічне обґрунтування відповідності якості ґрунту за агрохімічними та еколого–токсикологічними показниками і, як наслідок, – якості вирощеної рослинницької продукції для її подальшої сертифікації.

2. Екстенсивне використання сільськогосподарських угідь, порушення сівозмін призвели до суттєвого погіршення природних властивостей ґрунту Херсонської області в останні 47 років за основними агрохімічними показниками: вміст гумусу в шарі 0...20 см ґрунту зменшився в середньому на 16,0%, нітрифікаційного азоту на 26,92%, рухомого фосфору на 34,84%, обмінного калію на 25,52%.

3. Спостерігалася тенденція підвищення вмісту рухомих мікроелементів і важких металів, в першу чергу на богарних землях в середньому: *Mn* на 10 мг/кг, *Cu* – 0,07 мг/кг, *Zn* – 0,4 мг/кг, *Cd* – 0,15 мг/кг, *Pb* – 0,35 мг/кг. На зрошуваних землях спостерігається зменшення *Mn* в середньому на 2 мг/кг, *Cu* – 0,03 мг/кг, *Zn* – 0,5 мг/кг, але відбувається незначне акумулювання вмісту важких металів: *Cd* – 0,06 мг/кг, *Pb* – 0,01 мг/кг. Така тенденція є підтвердженням необхідності впровадження державної і регіональної екологічної політики та відповідних програм з охорони, раціонального використання, відтворення земельних ресурсів та підтримки органічного землеробства.

4. Ґрунтовий покрив Херсонської області характеризується малогумусними ґрунтами із рівнем просторової варіації вмісту макроелементів від 26,1% до 32,0% та мікроелементів в межах 21,4–47,4%. Така просторова неоднорідність обумовлена складністю структури ґрунтового покриву, різними агротехнологічними умовами ведення землеробства та швидкістю виснаження ґрунтів, що визначає їх просторову диференціацію придатності для ведення органічного землеробства.

5. За результатами просторового моделювання розподілу агрохімічних та еколого–токсикологічних властивостей ґрунтів Херсонської області, встановлено, що близько 16,1% (286,2 тис. га) і 67,2% (1194,5 тис. га) обмежено

придатними для ведення органічного землеробства. При фактичній наявності земель зайнятих під органічним землеробством – 4,3% (75,9 тис. га), територія має першочерговий потенціал до збільшення площ під органічне землеробство у 4,2 рази, в перспективі ці площі можливо розширити до 794,0 тис. га (44,7% всього с.-г. угідь).

6. Встановлена ефективність застосування біологічних багатофункціональних рістрегулюючих препаратів для вирощування зернових культур. Доведено, що біологічні багатофункціональні рістрегулюючі препарати (Вуксал Мікроплант, Фітомаре, Хелафіт Комбі) сприяють збільшенню кореневої системи рослин пшениці озимої і глибину її проникнення в шари ґрунту. Найкращий розвиток її за різних умов вирощування створюється при позакореновому підживленні препаратами Вуксал Мікроплант та Хелафіт Комбі. Застосування біологічних препаратів забезпечило зниження ступеню ураження рослин бурою іржею і борошнистою росою за всіма строками сівби і сортів пшениці озимої незалежно від генотипово зумовленої їх стійкості до хвороб. Більшу ефективність в цьому напрямку забезпечили препарати Фітомаре і Хелафіт Комбі. У більшості випадків вони знижували ступінь ураження рослин патогенною мікрофлорою на 40-50% і більше. Найбільшу прибавку врожайності за різних умов вирощування і в різних сортів пшениці показав препарат Хелафіт Комбі (0,22 – 0,50 т/га), а на поліпшення якості зерна вплинули препарати Хелафіт Комбі і Вуксал Мікроплант.

SECTION 5. PLANT GROWING

10.46299/ISG.2022.MONO.AGRO.2.5.1

5.1 Effect of physiologically active substances on primary growth processes of winter wheat

Traditional agricultural practices, in particular the intensive use of pesticides and mineral fertilizers in the practical absence of effective antidotes and non-compliance with a number of agronomic measures, in many cases cause deterioration of soil quality, reducing the quantitative and qualitative indicators of yield of cultivated plants. In this case, the links between the components of not only agrophytocenoses, but also ecosystems as a whole are disturbed.

At the same time, the number of genome abnormalities in somatic and germ cells increases, which poses a direct threat to many plant and animal species. Therefore, the problem of reducing the ecological load on the agrophytocenosis is relevant, especially in the arid conditions of the steppe zone of Ukraine [139, 140]. One of the most effective ways of solving this problem is to create a balanced farming system in which plant growth regulators play an important role. Most of the currently recommended preparations are characterized by a narrow spectrum of action [141, 142].

In addition, there is insufficient information about the mechanism of biological action of pesticides, so it is difficult to predict the consequences of their use. Therefore, the development of fundamentally new complex preparations of natural origin is more promising [143]. These preparations can have both herbicidal and stimulating activity depending on the combination of components. In this case, the impact on ecosystems should be minimal.

The use of environmentally safe growth regulators with a wide range of action will increase plant resistance and ensure optimal realization of the varietal (genetic) properties of major crops, as well as obtaining stable harvests [144, 145, 146]. The development of highly effective complex preparations of plant growth regulators will significantly reduce the cost of herbicides and mineral fertilizers, increase the yield and reduce the cost of agricultural products. The ability to predict the physiological state

of plants under the influence of physiologically active substances makes it possible to minimize the negative consequences of adverse weather conditions.

The aim of the work was to study the influence of natural physiologically active substances on the growth processes of winter wheat plants and to develop the most effective complex preparations of plant growth regulators.

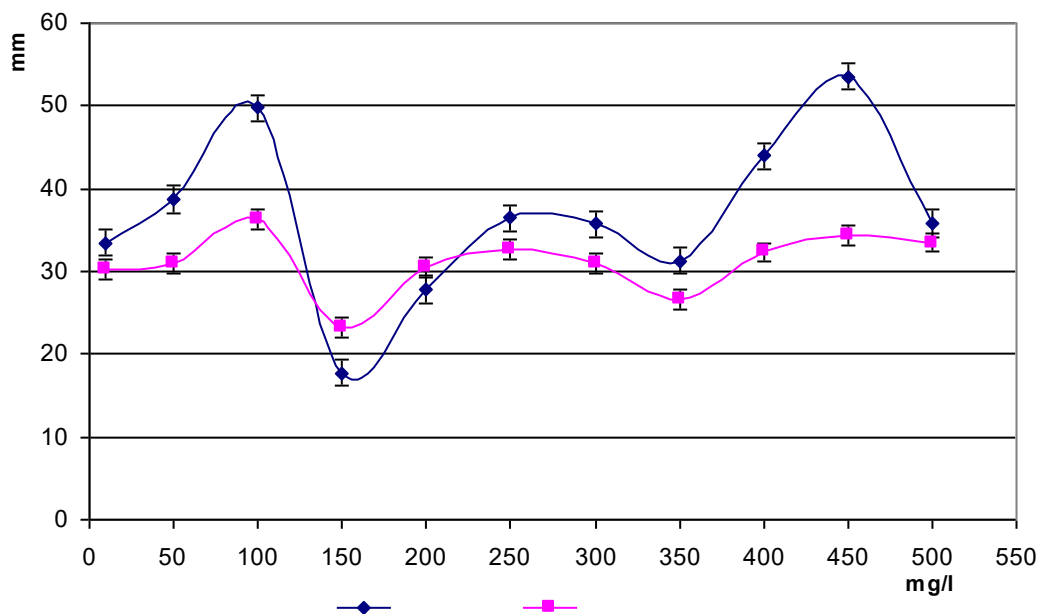
The research object was winter wheat plants of Odessa semi-dwarf variety at the early stages of ontogenesis. Seeds of *Setaria pumila* (Poir.) Roem. & Schult. and common hedgehog *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. – plants of the family *Poaceae*, which are the most widespread weeds of winter wheat crops.

Sodium humate of lignin origin and its chemical modifications, some amino acids and vitamins as biologically active substances, and sim-triazine herbicides were used to develop complex preparations of growth regulators.

The intensity of primary growth processes of wheat roots and coleoptiles was evaluated as a biotest to study the physiological activity of the preparations [147]. Seedlings were grown in Petri dishes on media with different growth regulators and determined the reaction of seedlings 48, 72 and 96 hours after soaking in solutions with different concentrations of biological active substances.

5.1.1 Plant growth responses to modifications of humus preparations

The physiological activity of sodium humate has been studied in a number of works [148– 153], but up to now the question about the biological effectiveness of the preparations in chemical modification of humic acids remains relevant. In our studies, six modifications of humate were studied in concentrations from 50 to 500 mg/l, with an interval of increasing concentration of 50 mg/l. Dose-effect relationships for different humate modifications after exposure of seedlings for 96 hours are presented below (Fig. 1–5).



Figure

1. Effect of permethylhumate on primary growth processes of winter wheat (row 1 – root length, mm; row 2 – coleoptile length, mm)

Permethylhumate practically did not show growth-stimulating properties in the studied dose intervals, sometimes causing inhibition of growth processes (Fig. 1). The most pronounced negative response to treatment with permethylhumate was observed in growth processes of winter wheat coleoptiles in the concentration range 150–200 mg/l (Fig. 1) with control values of root length $50,0 \pm 1,2$ mm and coleoptile length $35,3 \pm 0,9$ mm.

In the variant with paracetylhumate there was no noticeable reaction of growth processes of roots and coleoptiles (Fig. 2). We can note some acceleration of seedlings growth at doses of 50–100 mg/l by 10–13% relative to control, which for the roots was $43,7 \pm 1,2$ mm, for coleoptiles – $34,8 \pm 0,9$ mm.

Under the influence of persulfochloride humate, inhibition of growth processes of both the root system and coleoptiles is observed (Fig. 3), given that the control values of root length were $48,0 \pm 1,3$ mm, coleoptile length – $34,7 \pm 0,7$ mm. The greatest inhibitory effect is manifested in the concentration range of 200–250 mg/l, and at 400–500 mg/l seedlings practically do not develop.

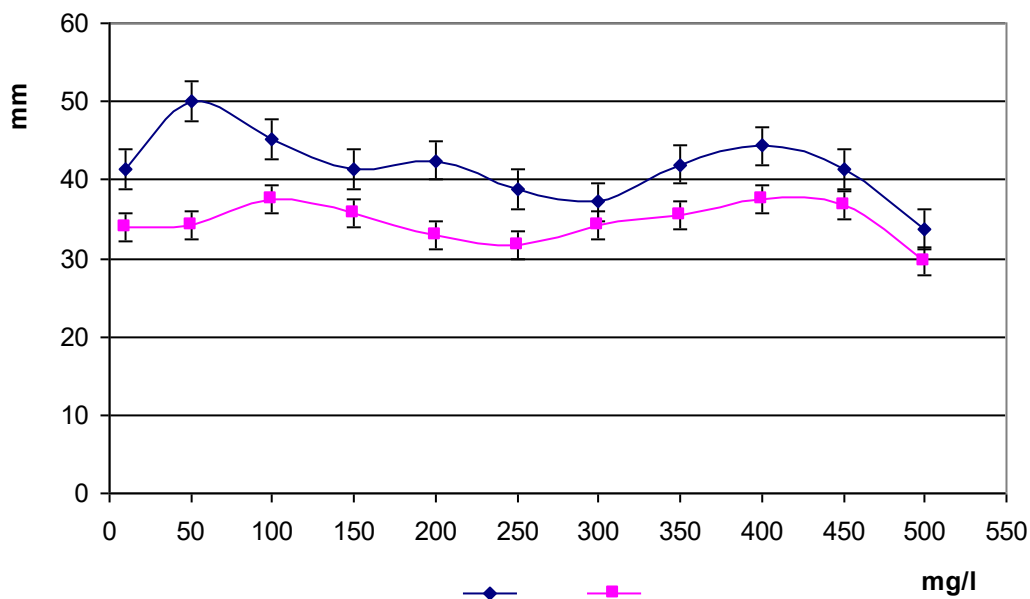


Figure 2. Effect of paracetylglumate on primary growth processes of winter wheat (row 1 – root length, mm; row 2 – coleoptile length, mm)

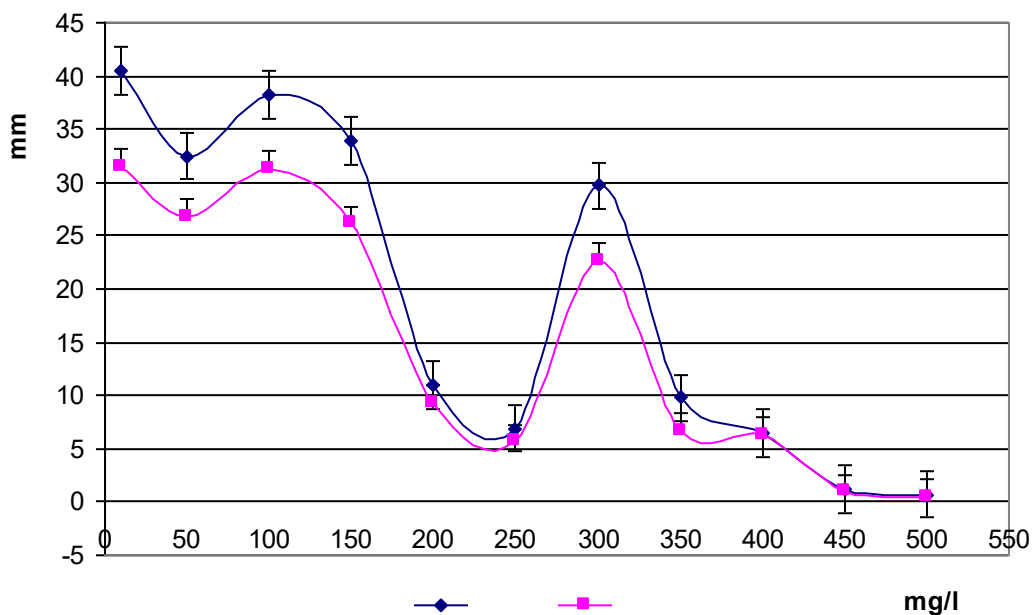


Figure 3. Effect of persulfochloridehumate on the primary growth processes of winter wheat (row 1 – root length, mm; row 2 – coleoptile length, mm)

Under the influence of different concentrations of ferrohumate (except 200 mg/l), the stimulation of growth processes of roots and coleoptiles relative to the control, which in this case was respectively $14,8 \pm 0,9$ mm and $9,0 \pm 0,7$ mm (Fig. 4).

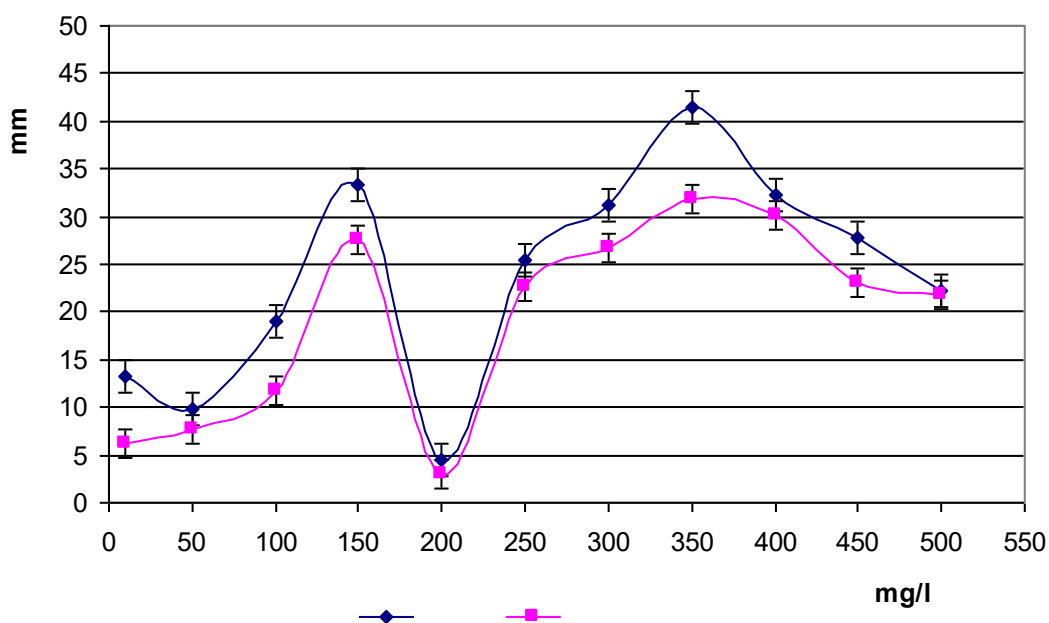


Figure 4. Effect of ferrohimate on primary growth processes of winter wheat (row 1 – root length, mm; row 2 – coleoptile length, mm)

One can note the high physiological activity of ferrohimate in the concentration range of 250–450 mg/l, which stimulates the growth of winter wheat. Root and stem length increased by 1,5–3 times.

Sulfurethanolgumate proved to be almost neutral in effectiveness and had little effect on the primary growth processes of winter wheat (Fig. 5). In the variant with sulfurethanolgumate, the maximum growth of roots and coleoptiles exceeding the control values by 2,5–3 times was observed only at maximum concentrations of the preparation. Taking into account that the length of roots and coleoptiles was $14,2 \pm 1,0$ mm and $8,8 \pm 0,8$ mm in the control variant, we may consider stimulating also sulfurethanolgumate concentrations in the range from 150 to 250 mg/l.

For the variant with pernitrozilogumat (Fig. 6) the stimulating concentrations can be considered 50–150 mg/l and 450 mg/l in relation to control, which was 27,5 mm for the roots and 17,0 mg/l for coleoptiles. The growth of winter wheat on the pernitrosylgumate background in the first 72 hours did not differ significantly from the control, but on the fourth day the length of roots and coleoptiles increased significantly – by 40% relative to the control.

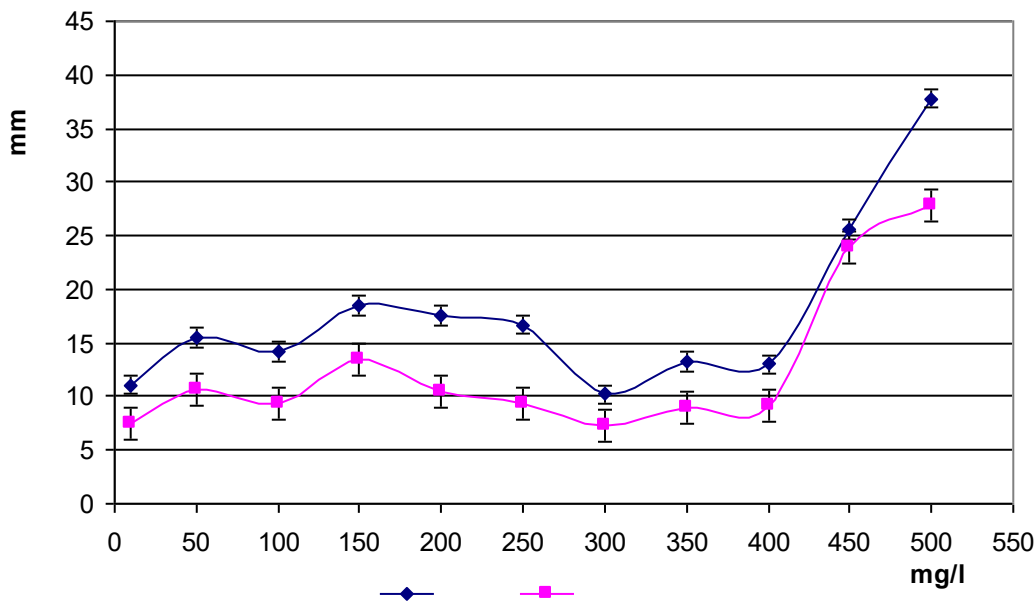


Figure 5. Effect of sulfurethanolgumate on the primary growth processes of winter wheat (row 1 – root length, mm; row 2 – coleoptile length, mm)

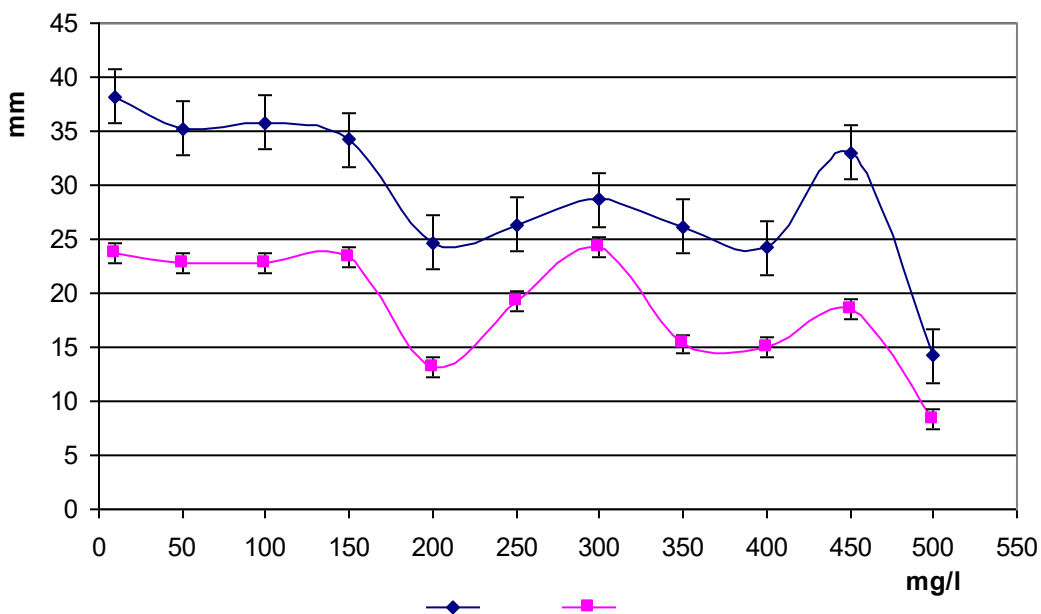


Figure 6. Effect of pernitrosylgumate on the primary growth processes of winter wheat (row 1 – root length, mm; row 2 – coleoptile length, mm)

Thus, based on the studies, we can conclude that permethylhumate and sulfurethanolhumate showed no pronounced physiological activity. Persulfochlorohumate can be used to produce compounds that inhibit plant growth, i.e. compounds with herbicidal properties. Paracetylhumate, ferrohumate, and pernitrosylhumate exhibit growth stimulating properties, so these preparations may be

promising for further research. Various modifications of humic substances allow us to significantly expand the spectrum of biological activity and obtain new plant growth regulators based on natural raw materials.

5.1.2 Study of biological activity of complexes of sodium humate with amino acids

The possibility of using amino acids for regulation of growth processes of cultivated plants has been repeatedly considered in scientific works [154, 155, 156, 157]. In particular, it was shown that dicarboxylic amino acids (asparagine and glutamine acid), their amides (aspragine and glutamine), alkaline amino acids (lysine and arginine), and the iminoacid proline can significantly stimulate root formation in bean seedlings [158, 159]. At the same time, there is evidence that other amino acids had an inhibitory effect or showed no stimulating effect. According to the authors, the additional supply of carbon and nitrogen and formation of indolyl amino acid conjugates, as well as the synthesis of specific proteins and nucleic acids necessary for the induction of rhizogenesis processes by auxins can be the basis for acceleration of growth processes. In addition, the use of amino acids may change the intensity of iron ion absorption, especially against the background of methionine and asparagic acid [160]. However, to date, the possibilities of biological activity of complexes of sodium humate with amino acids on plants of winter wheat have not been studied sufficiently. For this purpose, we studied the complex effect of sodium humate with amino acids in different concentrations on the growth processes of winter wheat.

5.1.2.1 Study of glutamine in the complex of biologically active substances

Based on the results of preliminary studies of different combinations of doses of sodium humate (170 and 220 mg/l) and amino acid glutamine solutions ($2,5 \cdot 10^{-3}$ M and $5 \cdot 10^{-4}$ M), it was found that the effect of interaction between the two components remained positive throughout the experiment. However, a complete response to the complex effect was observed only for winter wheat roots, whereas for coleoptiles, the growth reactions were not ambiguous. Thus, coleoptile growth during 48 hours did not

depend significantly on the factor studied, after 72 hours the stimulating effect of sodium humate and synergistic effect of the complex components appeared, and after 96 hours they had an additive effect on the optimization parameter, with sodium humate – positively, in glutamine – negatively. In general, it can be considered that the complex of sodium humate and glutamine has a stimulating effect in the early stages of development of winter wheat, and the most effective combinations of sodium humate (170 mg/l and 220 mg/l) and glutamine ($5 \cdot 10^{-4}M$) concentrations were used in further experiments.

Experiments were carried out according to the following scheme: winter wheat seeds were soaked in the complex solutions and after 18 hours some of the seedlings were transplanted to distilled water, and some were transferred to the initial medium. Growth indices were measured 48, 72, and 96 hours after transferring the seedlings to the growth medium. Table 1 shows the results for the time exposure of 48 and 96 hours. At the 72-hour exposure, measurements were carried out only in three experiments, so the results are given below in the text.

Table 1.

Changes in growth responses of winter wheat on the background of
of sodium humate and glutamine complex

Vari- ant	Seed germination medium / Germination medium	48 hours		96 hours	
		Root length, mm	Coleoptiles length, mm	Root length, mm	Coleoptiles length, mm
1	2	3	4	5	6
1	Water distilled / Water distilled	$6,5 \pm 0,52$	$3,5 \pm 0,15$	$28,0 \pm 1,19$	$29,3 \pm 1,07$
2	Glutamine $5 \cdot 10^{-4}M$ / Water distilled	$12,0 \pm 0,63^*$	$5,7 \pm 0,32^*$	$47,8 \pm 2,43^*$	$40,8 \pm 1,39^*$
3	Sodium humate 170 mg/l Water distilled	$10,1 \pm 1,06^*$	$4,7 \pm 0,44$	$41,3 \pm 2,65^*$	$33,2 \pm 1,47$
4	Sodium humate 170 mg/l + Glutamine $5 \cdot 10^{-4}M$ / Water distilled	$10,5 \pm 0,71^*$	$5,3 \pm 0,30^*$	$31,0 \pm 2,21^*$	$31,2 \pm 2,11$

1	2	3	4	5	6
5	Sodium humate 170 mg/l + Glutamine 5·10 ⁻⁴ M / Sodium humate 170 mg/l + Glutamine 5·10 ⁻⁴ M /	7,2 ± 0,45	4,4 ± 0,23	36,9 ± 1,34*	35,0 ± 1,14*
6	Sodium humate 220 mg/l / Water distilled	8,7 ± 0,78	4,1 ± 0,36	23,8 ± 2,10	23,2 ± 2,20
7	Sodium humate 220 mg/l + Glutamine 5·10 ⁻⁴ M / Water distilled	11,9 ± 0,73*	6,2 ± 0,40*	35,1 ± 1,90*	37,0 ± 1,75*
8	Sodium humate 220 mg/l + Glutamine 5·10 ⁻⁴ M / Sodium humate 220 mg/l + Glutamine 5·10 ⁻⁴ M /	4,1 ± 0,22	3,1 ± 0,18	29,4 ± 1,14	28,5 ± 0,95

Note: * statistically significant difference relative to control at $p < 0.05$

In the variants of experiments with 72-hour exposure the following results were obtained: in the control variant №1 (water/water) the root length was $21,0 \pm 0,64$ mm, coleoptile length – $14,0 \pm 0,82$. In treatment № 5 with a solution of sodium humate 170 mg/l and glutamine, the growth indices of roots increased by 20,5% ($25,3 \pm 0,96$ mm), coleoptiles – by 38,6% ($19,4 \pm 0,81$ mm). In treatment № 8, when the concentration of sodium humate is increased to 220 mg/l in the presence of glutamine, the complex has an inhibitory effect on the growth parameters of roots - by 7.6% ($19,4 \pm 0,74$ mm), coleoptiles – by 3,6% ($13,5 \pm 0,68$ mm).

As can be seen from Table 1, in some cases, pre-soaking of seeds with subsequent transplanting of seedlings to water proved to be more effective. Thus, complexes of sodium humate with glutamine effectively stimulate the primary growth processes of winter wheat. The following variants of practical use are possible:

– adding sodium humate 170 mg/l : glutamine 5·10⁻⁴ M to the root nutrition medium in a ratio of sodium humate 170 mg/l : glutamine 5·10⁻⁴ M;

– soaking the seeds for 18 hours in a solution of sodium humate 220 mg/l: glutamine 5·10⁻⁴ M with subsequent cultivation under normal conditions.

This indicates the possibility in principle the practical use of this complex, since the consumption of the necessary components is minimal, and growth stimulation is comparable with the results of the first option – the root length is increased by 35%, coleoptiles – by 30%.

5.1.2.2 Study of methionine in the complex of biologically active substances

Methionine plays an important role in the plant organism in the metabolism of iron, one of the essential components of all cytochromes, catalase, peroxidase [160]. Iron ions in non-heminine form participate in the functioning of the main redox systems of photosynthesis and respiration, which catalyze the initial steps of chlorophyll synthesis (formation of δ -aminolevulinic acid and protoporphyrins). Therefore, when there is an insufficient supply of iron, which is observed under conditions of insufficient moisture, in carbonate soils, there is a decrease in the intensity of respiration and photosynthesis of plants. Studies on maize have shown that the rate of iron ion absorption is highest when the amino acid methionine is present in the growing medium [161]. In cereals, this sulfur-containing amino acid is used to form non-protein amino acids – phytosiderophores, which are intensively released by roots into the environment when plants have insufficient iron supply [162] They are capable of chelating iron ions from poorly soluble inorganic Fe^{3+} compounds. The Fe^{3+} complex with an extracellular non-protein amino acid is transported by a highly specific transport system without iron reduction or dissociation of chelates [163].

In this regard, the practical use of methionine is promising in agricultural crop production. However, the wide application of methionine in this area is limited by technological and economic conditions. A more affordable option may be the use of methionine in combination with other biologically active substances.

The optimal ratio of sodium humate and methionine was established in preliminary experiments, which were carried out according to the scheme of factor experiment planning. It was found that the response of winter wheat seedlings to the complex of sodium humate with methionine varies depending on the stage of development, and the growth of roots and coleoptiles depends on the studied

physiologically active substances. The most optimal results were obtained when using a complex of sodium humate 220 mg/l and methionine $7,5 \cdot 10^{-5}$ M. The data obtained in the experiments to assess the effectiveness of this complex at exposures of 48 and 72 hours are presented in Table 2, and at exposures of 48 hours – in Fig. 7.

As can be seen from Table 2, a certain acceleration of growth processes in winter wheat throughout the experiment is observed against the background of the studied complex.

Table 2.

Changes in growth responses of winter wheat on the background of
of sodium humate and methionine complex

Vari- ant	Seed germination medium / Germination medium	48 hours		96 hours	
		Root length, mm	Coleoptiles length, mm	Root length, mm	Coleoptiles length, mm
1	Water distilled / Water distilled	$4,2 \pm 0,37$	$3,2 \pm 0,11$	$18,2 \pm 0,75$	$9,7 \pm 0,74$
2	Methionine $7,5 \cdot 10^{-5}$ M / Water distilled	$5,4 \pm 0,43^*$	$4,0 \pm 0,23^*$	$18,0 \pm 0,80$	$12,5 \pm 0,63^*$
3	Sodium humate 220 mg/l / Water distilled	$5,3 \pm 0,46$	$3,5 \pm 0,21$	$19,0 \pm 0,71$	$10,8 \pm 0,68$
4	Sodium humate 220 mg/l + Methionine $7,5 \cdot 10^{-5}$ M / Water distilled	$6,8 \pm 0,55^*$	$3,9 \pm 0,26$	$20,0 \pm 0,91$	$13,0 \pm 0,60^*$
5	Sodium humate 220 mg/l + Methionine $7,5 \cdot 10^{-5}$ M / Sodium humate 220 mg/l + Methionine $7,5 \cdot 10^{-5}$ M	$11,6 \pm 0,74^*$	$7,9 \pm 0,59^*$	$30,2 \pm 1,33^*$	$22,6 \pm 0,85^*$

Note: * statistically significant difference relative to control at $p < 0.05$

Root growth in relation to the control was 190–350%, coleoptile growth was 190–260%. Maximum stimulation of growth processes is observed in the first 48 hours of seedling development, which is especially evident with the combined effect of both components – sodium humate and methionine. The effect of enhancing the growth

processes remains even after 96 hours of growing seedlings on a complex solution of these components (Fig. 7).

It was found that constant cultivation on medium containing sodium humate and methionine complex is more effective than soaking the seeds in this solution for 18 hours and further transplanting to distilled water. However, even in the latter case the growth stimulation is quite noticeable, because in this variant of the experiment the growth indicators of roots exceed the control values by 15–90%, coleoptiles – by 15–50%.

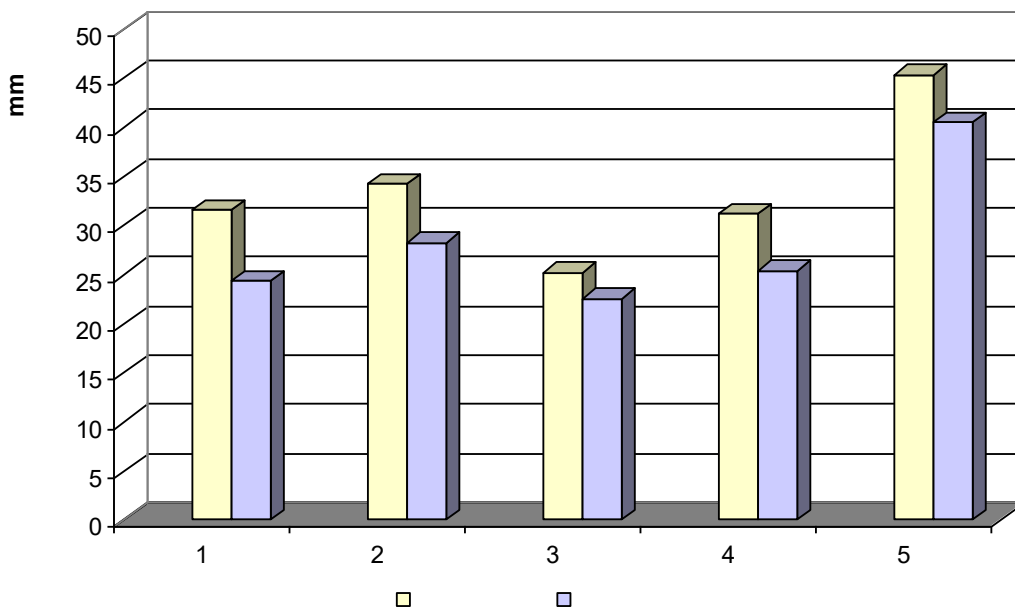


Figure 7. Growth responses of seedlings after 96 h exposure to sodium humate solutions sodium humate and methionine (row 1 – root length; row 2 – coleoptile length). *Note:* variants 1-5 in the figure correspond to variants 1-5 in Table 2.

The data obtained suggest the possibility of practical use of sodium humate 220 mg/l in combination with methionine $5 \cdot 10^{-5}$ M by soaking the seeds for 18 hours as the most technologically and economically affordable approach to solving the problem of activation of growth processes of winter wheat in the early stages of ontogenesis.

5.1.2.3 Study of arginine in the complex of biologically active substances

The presence of amine and guanidine groups in the molecule determines the basic (alkaline) properties of arginine. Arginine as a proteinogenic amino acid and some of its derivatives non-proteinogenic amino acids (ornithine, canavanine) in the plant organism are accumulated in germinating seeds. This indicates the important role of these amino acids in the metabolism of germinating seeds, as their content drops sharply during seed germination [164]. In this regard, the importance of studying the effect of arginine as a component of a complex preparation on the growth processes of cultivated plant seedlings is obvious.

Preliminary studies on the physiological activity of the complexes of sodium humate with arginine have shown that the greatest efficiency is observed in the range of concentrations of sodium humate 170–220 mg/l and arginine from $2,5 \cdot 10^{-3}$ M to $1 \cdot 10^{-5}$ M. In order to clarify the concentrations of the components, the experiment on factor analysis of the dependence of growth processes of winter wheat on each of the components and on the complex as a whole was carried out. Based on the analysis of mathematical models a combination of sodium humate 220 mg/l and arginine $1 \cdot 10^{-4}$ M was chosen as the most effective complex.

The data obtained in the experiments to assess the effectiveness of this complex at exposures of 48 and 72 hours are presented in Table 3, and in Fig. 8, at 48 hours exposure.

Table 3.

Changes in growth responses of winter wheat on the background of
of sodium humate and arginine complex

Variant	Seed germination medium / Germination medium	48 hours		96 hours	
		Root length, mm	Coleoptiles length, mm	Root length, mm	Coleoptiles length, mm
1	2	3	4	5	6
1	Water distilled / Water distilled	$4,2 \pm 0,34$	$3,2 \pm 0,19$	$18,2 \pm 0,72$	$9,7 \pm 0,70$
2	Arginine $1 \cdot 10^{-4}$ M / Water distilled	$4,9 \pm 0,58$	$3,8 \pm 0,25$	$15,7 \pm 1,10$	$9,7 \pm 0,82$

1	2	3	4	5	6
3	Sodium humate 220 mg/l / Water distilled	5,3 ± 0,42*	3,5 ± 0,22	19,0 ± 0,77	10,8 ± 0,69
4	Sodium humate 220 mg/l + Arginine 1·10 ⁻⁴ M / Water distilled	7,1 ± 0,57*	4,1 ± 0,23*	22,0 ± 0,86*	11,7 ± 0,84*
5	Sodium humate 220 mg/l + Arginine 1·10 ⁻⁴ M / Sodium humate 220 mg/l + Arginine 1·10 ⁻⁴ M	7,6 ± 0,52*	5,0 ± 0,18*	30,8 ± 1,14*	19,9 ± 1,68*

Note: * statistically significant difference relative to control at $p < 0.05$

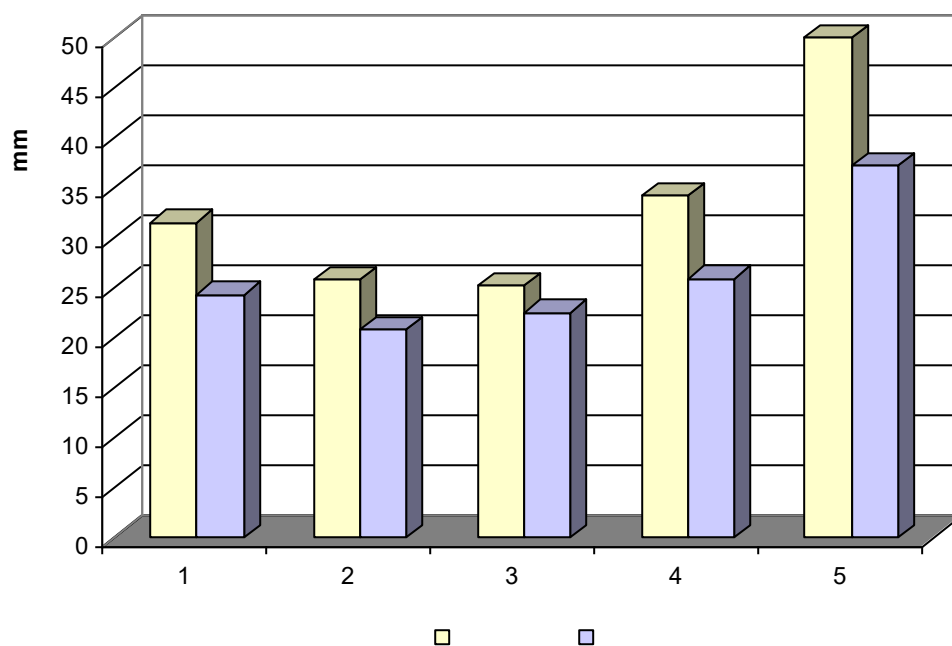


Figure 8. Growth responses of seedlings after 96 h exposure to sodium humate and arginine solutions (row 1 – root length; row 2 – root length). Note: variants 1-5 in the figure correspond to variants 1-5 in table 3.

The results show that the greatest stimulation of growth processes of winter wheat was observed against a complex of physiologically active substances in the growing medium. In treatment № 5 after 48 h the linear growth of roots and coleoptiles was 155% and 156%, in 72 h – 169% and 205% respectively. The tendency to

stimulation of growth processes was retained after 96 h: the length of roots and coleoptiles was 164% and 153%, respectively, compared to the control (Fig. 8).

It should be noted that high efficiency was also noted in the variant № 4 with soaking the seeds in sodium humate solution with arginine for 18 hours and subsequent cultivation in distilled water. In this variant, the root length varied in the range 130–200%, the coleoptile length – 125–130% in relation to the control.

5.1.2.4 Study of lysine in the complex of biologically active substances

Lysine, like arginine, belongs to the diaminomonic carboxylic acids that are, on the one hand, a source of amine nitrogen in the metabolic reactions of plants and, on the other hand, acceptors of ammonium nitrogen in protein hydrolysis as a result of natural causes or under the action of stress factors.

Preliminary experiments on the plant response to the combination of sodium humate and lysine showed that in the concentration range 170–220 mg/l and $2,5 \cdot 10^{-4}$ M – $7,5 \cdot 10^{-4}$ M, respectively, these components exhibit high biological activity. Selection of the most optimal combination was carried out by a planned factorial experiment, which established the most effective concentrations of the components for their complex effect on the seedlings: 170 mg/l of sodium humate solution and $7,5 \cdot 10^{-4}$ M lysine solution. The results of studying the complex action of these preparations on the growth processes of winter wheat after 48 and 72 h of exposure are presented in Table 4, and after 96 h of exposure – in Fig. 9.

Table 4.

Changes in growth responses of winter wheat on the background of
of sodium humate and lysine complex

Variant	Seed germination medium / Germination medium	48 hours		96 hours	
		Root length, mm	Coleoptiles length, mm	Root length, mm	Coleoptiles length, mm
1	2	3	4	5	6
1	Water distilled / Water distilled	$4,2 \pm 0,38$	$3,2 \pm 0,17$	$18,2 \pm 0,75$	$9,7 \pm 0,73$

1	2	3	4	5	6
2	Lysine $7,5 \cdot 10^{-4}$ M / Water distilled	$5,9 \pm 0,56^*$	$4,1 \pm 0,24^*$	$15,3 \pm 0,91^*$	$10,3 \pm 0,72$
3	Sodium humate 220 mg/l / Water distilled	$5,3 \pm 0,45$	$3,2 \pm 0,20$	$19,0 \pm 0,74$	$10,8 \pm 0,67$
4	Sodium humate 220 mg/l + Lysine $7,5 \cdot 10^{-4}$ M / Water distilled	$6,0 \pm 0,55^*$	$4,0 \pm 0,23$	$18,6 \pm 1,07$	$11,0 \pm 0,79^*$
5	Sodium humate 220 mg/l + Lysine $7,5 \cdot 10^{-4}$ M / Sodium humate 220 mg/l + Lysine $7,5 \cdot 10^{-4}$ M	$11,1 \pm 0,58^*$	$6,1 \pm 0,46^*$	$27,4 \pm 0,80^*$	$20,5 \pm 0,64^*$

Note: * statistically significant difference relative to control at $p < 0.05$

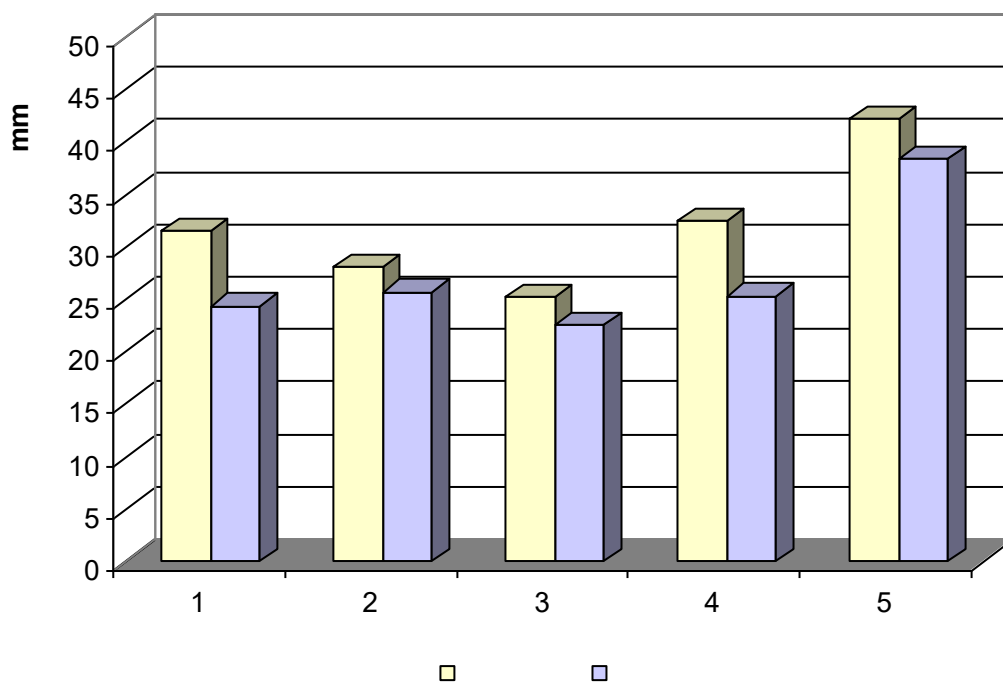


Figure 9. Growth responses of seedlings after 96 h exposure to sodium humate and lysine solutions (row 1 – root length; row 2 – root length). Note: variants 1-5 in the figure correspond to variants 1-5 in table 4.

The results show that the studied combination of concentrations of biologically active components of sodium humate and lysine complex was quite effective stimulator

of primary growth processes of winter wheat. Thus, against the background of this complex, root growth was 150–270% of the values in the control variant, coleoptile growth was 175–190%.

Somewhat less stimulation was observed when the seeds were soaked in the solution of the complex of biologically active components with subsequent transplanting to distilled water. But even in this case, the growth of roots exceeded the control values by 16–60%, the growth of coleoptiles – by 18–50%, which gives a reason to recommend the practical use of this complex in agricultural crop production.

5.1.2.5 Study of cysteine in the complex of biologically active substances

The basis for inclusion of cysteine in the program of studies of complex preparations of sodium humate with amino acids was the information about high biological activity of this amino acid containing sulfur, especially in extreme conditions [165]. Preliminary studies have established the concentration range of increased biological activity of the components, which was for sodium humate from 170 to 200 mg/l, for cysteine from $5 \cdot 10^{-5}$ M to $5 \cdot 10^{-4}$ M.

The results of studying the complex action of these preparations on the growth processes of winter wheat after 48 and 72 hours of exposure are presented in Table 5 and in Fig. 10 after 96 hours of exposure.

Table 5.

Changes in growth responses of winter wheat on the background of
of sodium humate and cysteine complex

Variant	Seed germination medium / Germination medium	48 hours		96 hours	
		Root length, mm	Coleoptiles length, mm	Root length, mm	Coleoptiles length, mm
1	2	3	4	5	6
1	Water distilled / Water distilled	$6,8 \pm 0,54$	$4,3 \pm 0,22$	$22,9 \pm 0,81$	$13,8 \pm 0,85$
2	Cysteine $5 \cdot 10^{-5}$ M / Water distilled	$14,2 \pm 1,08^*$	$5,8 \pm 0,35$	$37,2 \pm 1,73^*$	$23,8 \pm 1,10^*$

1	2	3	4	5	6
3	Sodium humate 170 mg/l / Water distilled	15,3 ± 0,65*	7,0 ± 0,58*	37,8 ± 1,46*	24,2 ± 0,82*
4	Sodium humate 170 mg/l + Cysteine 5·10 ⁻⁵ M / Water distilled	15,1 ± 0,85*	5,9 ± 0,34	35,3 ± 1,52*	23,8 ± 0,76*
5	Sodium humate 170 mg/l + Cysteine 5·10 ⁻⁵ M / Sodium humate 170 mg/l + Cysteine 5·10 ⁻⁵ M	6,3 ± 0,46	4,3 ± 0,29	22,9 ± 1,07	14,0 ± 0,85
6	Sodium humate 220 mg/l / Water distilled	13,5 ± 0,64*	6,2 ± 0,46*	41,3 ± 1,25*	24,3 ± 0,69*
7	Sodium humate 220 mg/l + Cysteine 5·10 ⁻⁵ M / Water distilled	14,1 ± 0,73*	6,1 ± 0,48*	38,3 ± 1,47*	24,5 ± 0,83*
8	Sodium humate 220 mg/l + Cysteine 5·10 ⁻⁵ M / Sodium humate 220 mg/l + Cysteine 5·10 ⁻⁵ M	6,5 ± 0,55	4,4 ± 0,20	25,7 ± 0,91	17,8 ± 0,75

Note: * statistically significant difference relative to control at $p < 0.05$

The study of plant growth responses to the action of this complex showed that the stimulation of growth processes of winter wheat averaged 133–210% for roots, for coleoptiles 137–150%.

It should be noted that at the exposition of 48 hours the greatest efficiency of the complex of cysteine solutions with sodium humate at a concentration of 170 mg/l was observed, at the exposition of 72 hours the complex with sodium humate at a concentration of 220 mg/l showed a greater biological activity. At the 96-hour exposure, the activity of sodium humate at 220 mg/l as a part of the complex with cysteine was also slightly higher compared with the 170 mg/l concentration.

In general, soaking the seeds for 18 h in a solution of sodium humate complex with cysteine and subsequent transplantation to distilled water was even slightly more effective than in the variants with the presence of components of the complex in the growing medium. Based on these results, it is possible to recommend the practical use

of the complex preparation of sodium humate in combination with cysteine ($5 \cdot 10^{-5}$ M) for stimulation of the primary growth processes of winter wheat.

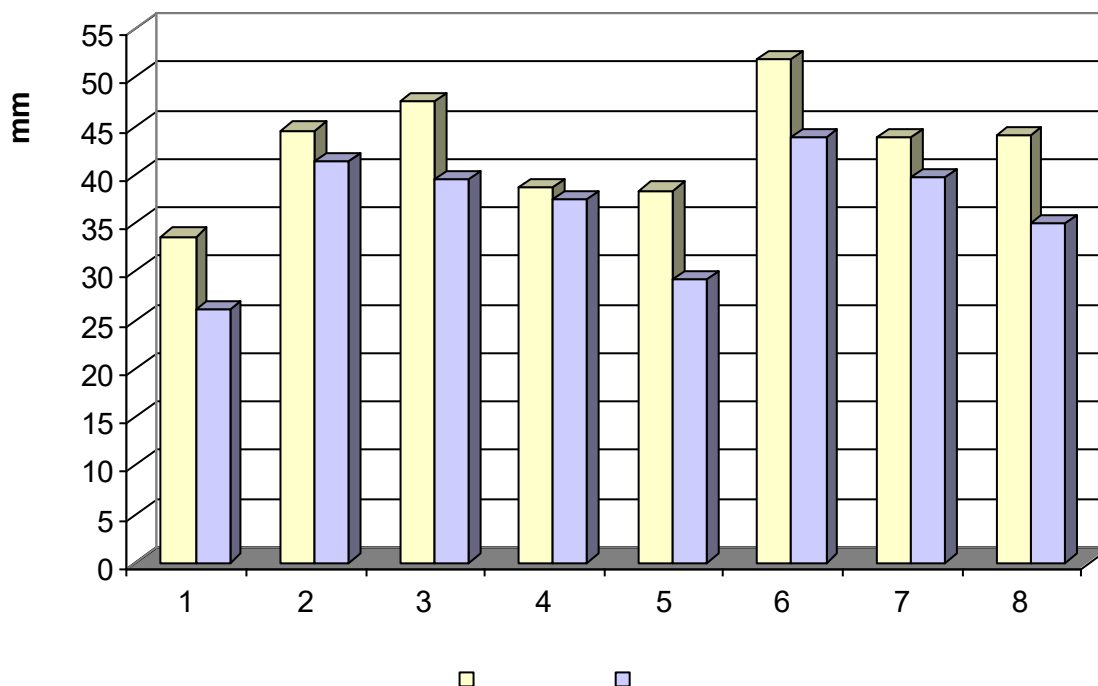


Figure 10. Growth responses of seedlings after 96 h exposure to sodium humate and cysteine solutions (row 1 – root length; row 2 – root length). *Note:* variants 1-8 in the figure correspond to variants 1-8 in table 5.

Thus, as a result of the research aimed at obtaining new biologically active preparations based on sodium humate and a number of amino acids, the most effective combinations and concentration ranges of components which stimulate the growth processes of winter wheat at the early stages of ontogenesis have been established:

- sodium humate 170 and 220 mg/l + glutamine $5 \cdot 10^{-4}$ M
- Sodium humate 220 mg/l + methionine $7,5 \cdot 10^{-5}$ M
- Sodium humate 220 mg/l + arginine $1 \cdot 10^{-4}$ M
- sodium humate 170 mg/l + lysine $7,5 \cdot 10^{-4}$ M
- Sodium humate 170 and 220 mg/l + cysteine $5 \cdot 10^{-5}$ M

Different variants of using the obtained combinations of physiologically active substances have been considered. Particularly, it was shown that soaking the seeds for 18 hours in the solutions of the preparations complex is almost as efficient as soaking them, and in some cases is even superior to variants with constant presence of the

preparations in growing medium. Therefore, it is possible to recommend the agrotechnical method of seed pre-soaking in solutions of physiologically active substances to stimulate the primary growth processes of winter wheat.

5.1.3 Study of biological activity of complexes of sodium humate with vitamins

The use of water-soluble vitamins to regulate the growth processes of plants has been studied in many works [166, 167, 168], although to date, this problem has not been sufficiently developed. A number of studies on this issue indicate the possibility of using some vitamins to influence various processes of plant morphogenesis, growth and development, including yield components [169]. It was found that ascorbic acid can induce plant nitrate reductase activity, as well as reduce the inhibitory effect of herbicides. B vitamins at concentrations of $1,9 \cdot 10^{-3}$ M (vitamin B₁), $2,6 \cdot 10^{-4}$ M (vitamin B₂) and $2,9 \cdot 10^{-3}$ M (vitamin B₆) contribute to restoration of plant cell ultrastructure by activating the degradation of 2,4-D conjugates with cellular components. Data on the physiological activity of vitamins used exogenously suggest the possibility of their use as one of the components for obtaining complex preparations.

Vitamin B₂ (riboflavin) is a member of the active group of redox enzymes involved in hydrogen transfer in various metabolic processes of the plant organism. Therefore, the introduction of this biologically active component into the growing medium can have a stimulating effect on the development of plants in the early stages of ontogenesis. After carrying out preliminary experiments, the approximate concentration range (from 150 to 400 mg/l) in which high biological activity of sodium humate and vitamin B₂ is possible when used together was determined.

To study the dose dependence of winter wheat growth, a series of experiments were carried out according to the following scheme. In variant 1 – distilled water (control). In the following variants the ratios of sodium humate and vitamin B₂ were: 2 – 150 and 150 mg/l; 3 – 150 and 400 mg/l; 4 – 50 and 150 mg/l; 5 – 50 and 400 mg/l; 6 – 100 and 275 mg/l; 7 – 400 and 250 mg/l; 8 – 400 and 270 mg/l; 9 – 300 and 250 mg/l; 10 – 300 and 270 mg/l; 11 – 350 and 260 mg/l.

The results of the study of dose dependence of growth processes in winter wheat for 48, 72 and 96 hours showed that the complex of biologically active substances in different concentrations has a stimulating effect mainly on the root growth of seedlings. The greatest effect is achieved at 96 h exposure in almost all variants of the experiment (Fig. 11).

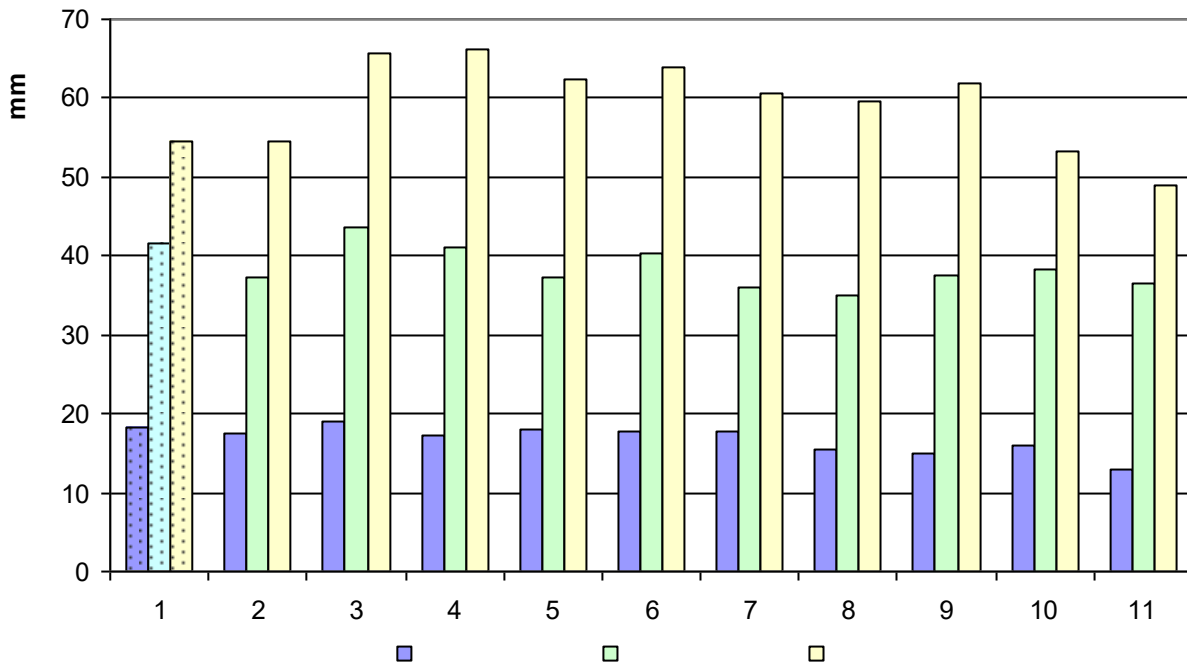


Figure 11. Dose dependence of winter wheat root growth after 48 h (row 1), 72 h (row 2), and 96 h (row 3) on solutions of sodium humate and vitamin B₂ solutions. *Note:* variants of experiments 1-11 are described in the text.

Thus, quite acceptable ratios of doses of sodium humate and vitamin B₂ that stimulate root growth processes by 96 hours of seedling development were revealed. In the first approximation, these compositions can be considered as regulating the growth of plants and can be used for pre-sowing treatment of seeds. Complex formulations with sodium humate at a concentration of 150–200 mg/l and vitamin B₂ at a concentration of 50–100 mg/l may be more promising.

Vitamin C (ascorbic acid) is an important component of the antioxidant defense of the plant organism. The participation of ascorbic acid in redox processes occurring at the cellular level is due to the fact that vitamin C can easily change from oxidized to reduced form and vice versa. Interconversions of ascorbic and dehydroascorbic acids

in the plant organism are closely related to the enzymatic interactions of oxidized and reduced glutathione, thus forming the plant antioxidant defense system [170, 171]. Therefore, introducing this biologically active component into the growing medium can have a stimulating effect on plant development and increase their resistance to adverse factors already in the early stages of ontogenesis. After conducting preliminary experiments, an approximate range of concentrations was determined - for sodium humate 300–500 mg/ml, for vitamin C 150–250 mg/l, in which high biological activity of sodium humate and vitamin C is possible with their combined use.

To study the dose dependence of winter wheat growth, a series of experiments were carried out according to the following scheme. In variant 1 – distilled water (control). In the following variants the ratios of sodium humate and vitamin C were: 2 – 350 and 250 mg/l; 3 – 300 and 250 mg/l; 4 – 350 and 200 mg/l; 5 – 300 and 200 mg/l; 6 – 325 and 225 mg/l; 7 – 500 and 200 mg/l; 8 – 400 and 200 mg/l; 9 – 500 and 150 mg/l; 10 – 400 and 150 mg/l; 11 – 450 and 175 mg/l.

The results of the dose-dependent study of growth processes in winter wheat for 48, 72 and 96 hours showed that the complex of sodium humate and vitamin C has a stimulating effect on coleoptile growth processes and, to a greater extent, on root growth of seedlings (Fig. 12).

It was found that the greatest positive effect of the complex effect of biologically active substances is manifested only after 96 hours of germination.

Of all the options for combining the concentrations of the two components, the most optimal ratios of sodium humate and vitamin C in the composition of the complex can be identified. Presumably, the active combinations are sodium humate 300–350 mg/l and vitamin C 200–250 mg/l. In this case, after 96 hours of exposure an increase in root length by 15–25% was observed.

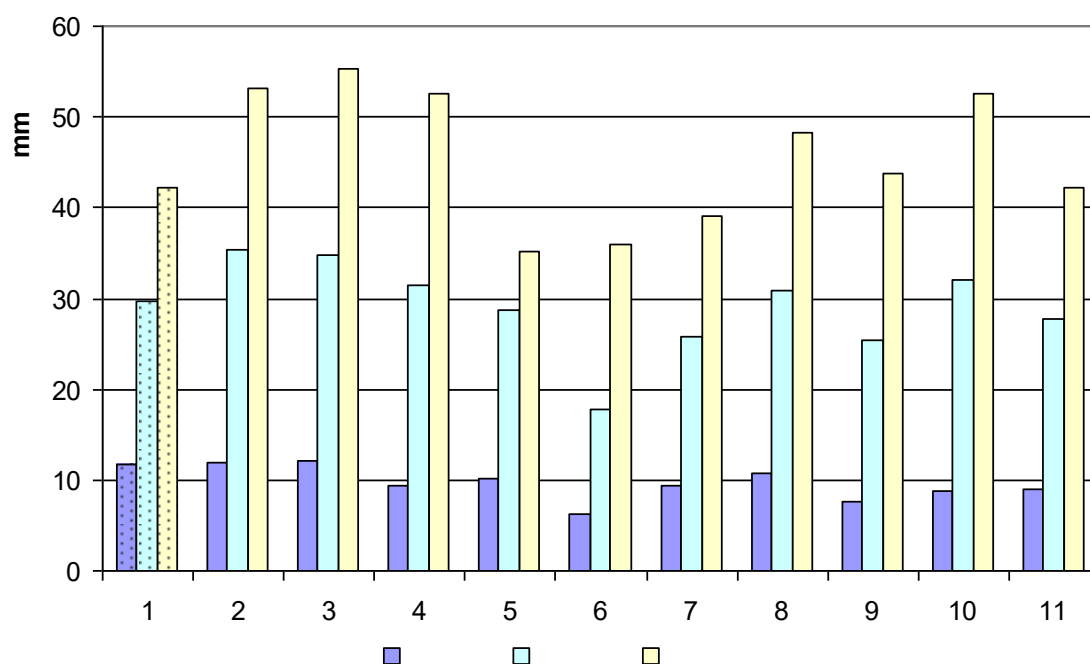


Figure 12. Dose dependence of winter wheat root growth after 48 h (row 1), 72 h (row 2), and 96 h (row 3) on sodium humate and vitamin C solutions. *Note:* variants of experiments 1-11 are described in the text.

Thus, according to the results of the study, it can be concluded that the complexes of sodium humate with vitamins B₂ and C allow obtaining biologically active preparations, the effectiveness of which exceeds the positive effects of each component separately. Based on the analysis of empirical and statistical regularities, the ranges of concentrations of sodium humate and vitamins which give the most optimal combinations of components in the complex and have a stimulating effect on the primary growth reactions of winter wheat at the early stages of development have been revealed.

5.1.4 Study of biological activity of complexes of sodium humate with symtriazine half-life products

The use of herbicides assumes no inhibitory effect of these drugs on the growth of cultivated plants. For a long time, symtriazines remained one of the most common chemical means of weed control, including in winter wheat [142, 172, 173]. However,

the effect of symtriazine group herbicides, and mainly their decomposition products, on cultivated plants cannot be completely excluded [174].

For this purpose, we conducted a series of experiments to study the physiological activity of symtriazine group herbicides and their half-life products on winter wheat plants, using doses of drugs equivalent to doses of herbicides applied in the field conditions [175, 176] (Table 6, Fig. 13).

Table 6

Growth responses of winter wheat plants to symtriazines
and their half-life products

Variant	Seed germination medium / Germination medium	48 hours		72 hours	
		Root length, mm	Coleoptiles length, mm	Root length, mm	Coleoptiles length, mm
1	Water distilled (control)	7,5 ± 0,57	5,0 ± 0,14	26,3 ± 1,35	16,8 ± 1,12
2	Atrazine 200 mg/l	7,3 ± 0,57	4,1 ± 0,25*	26,2 ± 1,17	13,5 ± 1,08*
3	Atrazine 250 mg/l	7,1 ± 0,56	4,6 ± 0,29*	24,3 ± 0,64	15,3 ± 0,72
4	Simazine 160 mg/l	6,9 ± 0,53	4,3 ± 0,24*	24,2 ± 0,86	14,5 ± 0,61*
5	Simazine 250 mg/l	7,7 ± 0,50	4,6 ± 0,23*	24,8 ± 0,78	16,2 ± 0,79
6	2-chloro-4-isopropylamino-6- amino-symmtriazine 100 mg/l	7,3 ± 0,55	5,0 ± 0,16	22,3 ± 0,74*	15,5 ± 0,77
7	2-chloro-4-isopropylamino-6- amino-symmtriazine 150 mg/l	6,0 ± 0,41*	4,4 ± 0,25*	22,3 ± 0,67*	14,5 ± 0,82*
8	2-Chloro-4-ethylamino-6-amino- symmtriazine 50 mg/l	6,8 ± 0,22	4,4 ± 0,23*	20,3 ± 0,82*	14,0 ± 0,88*
9	2-Chloro-4-ethylamino-6-amino- symmtriazine 70 mg/l	7,2 ± 0,48	5,0 ± 0,10	22,8 ± 0,69*	15,7 ± 0,75*

Note: * statistically significant difference relative to control at $p < 0.05$

As follows from the data obtained, atrazine, simazine and their two metabolites proved to be slightly toxic for the root growth of 48-h sprouts, but a statistically insignificant tendency to a decrease in the root and coleoptile growth rate in the presence of these drugs was noted. The exception was 2-chloro-4-isopropylamino-6-

amino-symtriazine at a concentration of 150 mg/l in the presence of which a statistically significant decrease in root and coleoptile length of winter wheat seedlings was observed. Similar regularities were observed during 72-h exposure of seedlings to solutions of the sym-triazine group, only for simazine (160 mg/l) and 2-chloro-4-ethylamino-6-amino-symtriazine (50 mg/l) the inhibiting effect was the most stable. Root and coleoptile growth intensity, which at the initial stages of the experiment did not differ significantly from the control, decreased after 96-hour exposure in all experimental variants (Fig. 13).

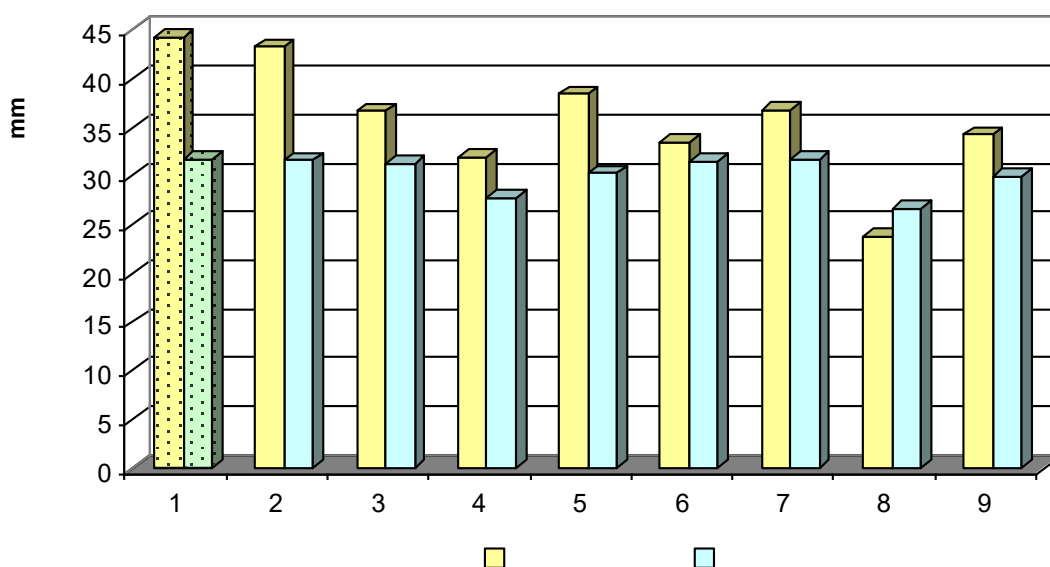


Figure 13. Growth reactions of winter wheat after 96 h exposure on solutions of sym-triazine group preparations (row 1 – root length; row 2 – coleoptile length). *Note:* variants 1-9 in the figure correspond to variants 1-9 in Table 6.

The greatest toxic effect is produced by half-life products of symtriazine group preparations, 2-chloro-4-isopropylamino-6-amino-symtriazine 100 mg/l, 2-chloro-4-ethylamino-6-amino-symtriazine 50 and 70 mg/l on root growth.

Based on the results obtained, we can conclude that symtriazines and their half-life products have a similar effect on the primary growth processes of winter wheat, exhibiting the greatest phytotoxicity on the 4th day of germination. Root length, which is practically unchanged against the background of the studied preparations at the beginning of seedling development, decreases significantly with time. Coleoptile

growth initially decreases in the presence of sim-triazines, but later somewhat stabilized, i.e. there is a change in the susceptibility to herbicides of organs and stages of development of cultivated plants.

In the system of intensive technologies of cultivation of agricultural plants, the problem of herbicides aftereffect and the degree of preservation of physiological (herbicidal) activity not only on crops, but also on weeds remains an important issue. It is known [174] that the herbicides of the sim-triazine group are characterized by a long aftereffect, and therefore, it is necessary to study the half-life products of sim-triazines for their herbicidal properties.

Preliminary investigations allowed us to determine the concentration range of simtriazines and their metabolites, in which a fairly pronounced inhibitory effect on weeds is observed. Experiments on the growth responses of such cereal weeds as *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. and *Setaria pumila* (Poir.) Roem. & Schult. The choice of these representatives of weeds is explained by the fact that these species are the most widespread in the crops [177, 178, 179, 180].

In the experiments (Fig. 14 and 15) the following concentrations of studied preparations were used: atrazine 200 mg/l (variant 2) and 250 mg/l (variant 3); simazine 160 mg/l (variant 4), 200 mg/l (variant 5) and 250 mg/l (variant 6); 2-chloro-4-isopropylamino-6-amino-simmtriazine 100 mg/l (variant 7) and 150 mg/l (variant 8); 2-chloro-4-ethylamino-6-amino-simmtriazine 50 mg/l (variant 9), 70 mg/l (variant 10) and 100 mg/l (variant 11). Control plants were grown on distilled water (variant 1). The results obtained according to these experimental variants for *Setaria pumila* plants are shown in Fig. 14, for *Echinochloa crus-galli* plants in Fig. 15.

As follows from the results of the studies presented in Fig. 14a, the initial dose loads of atrazine and two metabolites give a certain stimulating effect on the growth processes of the weed *Setaria pumila*, while no such effect was observed for simazine at the earlier stages of development. When the dose load of 2-chloro-4-ethylamino-6-amino-simtriazine increased from 50 to 70 and 100 mg/ml, a sharp inhibition of growth processes occurred.

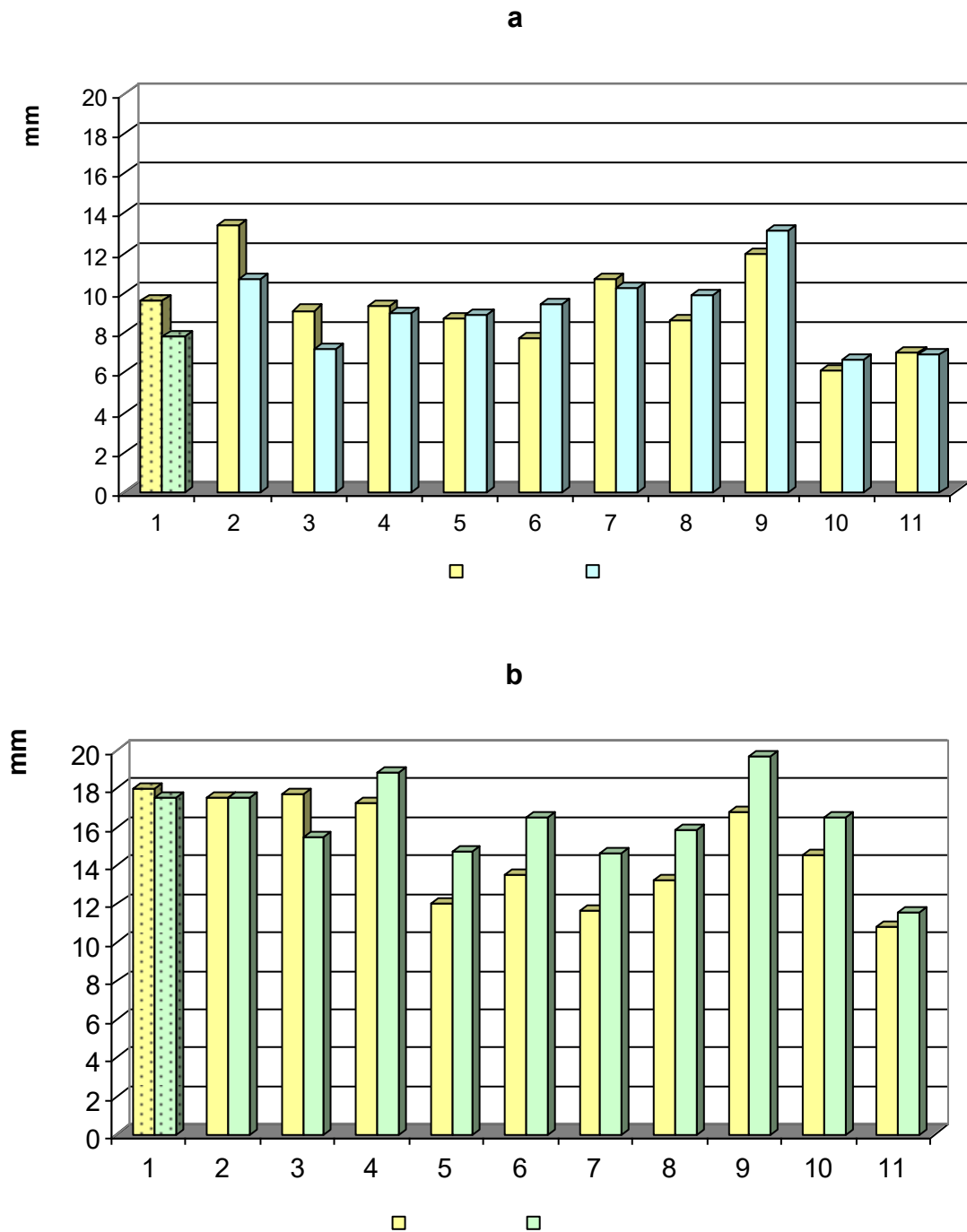


Figure 14. Growth reactions of 6-day-old (a) and 9-day-old (b) seedlings *Setaria pumila* against the background of symmtriazines and their metabolites (row 1 – root length; row 2 – coleoptile length). *Note:* variants 1-11 are described in the text.

The same patterns with respect to this metabolite are also observed in 9-day-old seedlings (Fig. 14b). The results show that the initial growth stimulation reactions in 9-day-old seedlings are replaced by growth inhibition. In general, the inhibitory effect

of symtriazines and their metabolites on 9-day-old seedlings is manifested primarily in the reduction of root growth.

The effect of metabolites was manifested in the reduction of the intensity of *Setaria pumila* growth processes against the background of doses that were more than three times lower than the doses of atrazine and simazine. Sustained inhibition of development was observed at the concentration of symtriazine half-life products of 50 mg/l, while a similar effect, and only for root growth, was observed against a background of atrazine 200 mg/l and simazine 160 mg/l. Among the studied metabolites, 2-chloro-4-ethylamino-6-amino-symmtriazine was characterized by increased toxicity for weeds, as the decrease in the intensity of *Setaria pumila* growth processes was observed already at the initial stages of development.

All the studied compounds turned out to be unfavorable for the growth of *Echinochloa crus-galli* already at the initial stages of development. Root length was inhibited more significantly than the growth of the aboveground mass (Fig. 15). However, a similar inhibitory effect was achieved at significantly lower doses of the metabolites than the initial sim-triazines.

It is possible to assume the great efficiency of using the herbicidal properties of 2-chloro-4-isopropylamino-6-amino-symmtriazine and 2-chloro-4-ethylamino-6-amino-symmtriazine in winter wheat cultivation to control weeds.

It is also possible to expand the range of symmtriazine effectiveness and modify their biological activity by obtaining complexes of these herbicides with the products of their half-life. The mixture consisting of 50 mg/l of atrazine with different doses of 2-chloro-4-isopropylamino-6-amino-symmtriazine (10–50 mg/l) and 2-chloro-4-ethylamino-6-amino-symmtriazine (10–50 mg/l) had a detrimental phytotoxic effect on *Setaria pumila* plants. Such results allow us to consider the use of the mixture of this composition to control this weed more effective than the previously studied solutions of atrazine, simazine and their metabolites. This aspect is all the more important because it was found that *Setaria pumila* plants in the early stages of development show relative resistance to herbicides of the symtriazine group, unlike *Echinochloa crus-galli* plants.

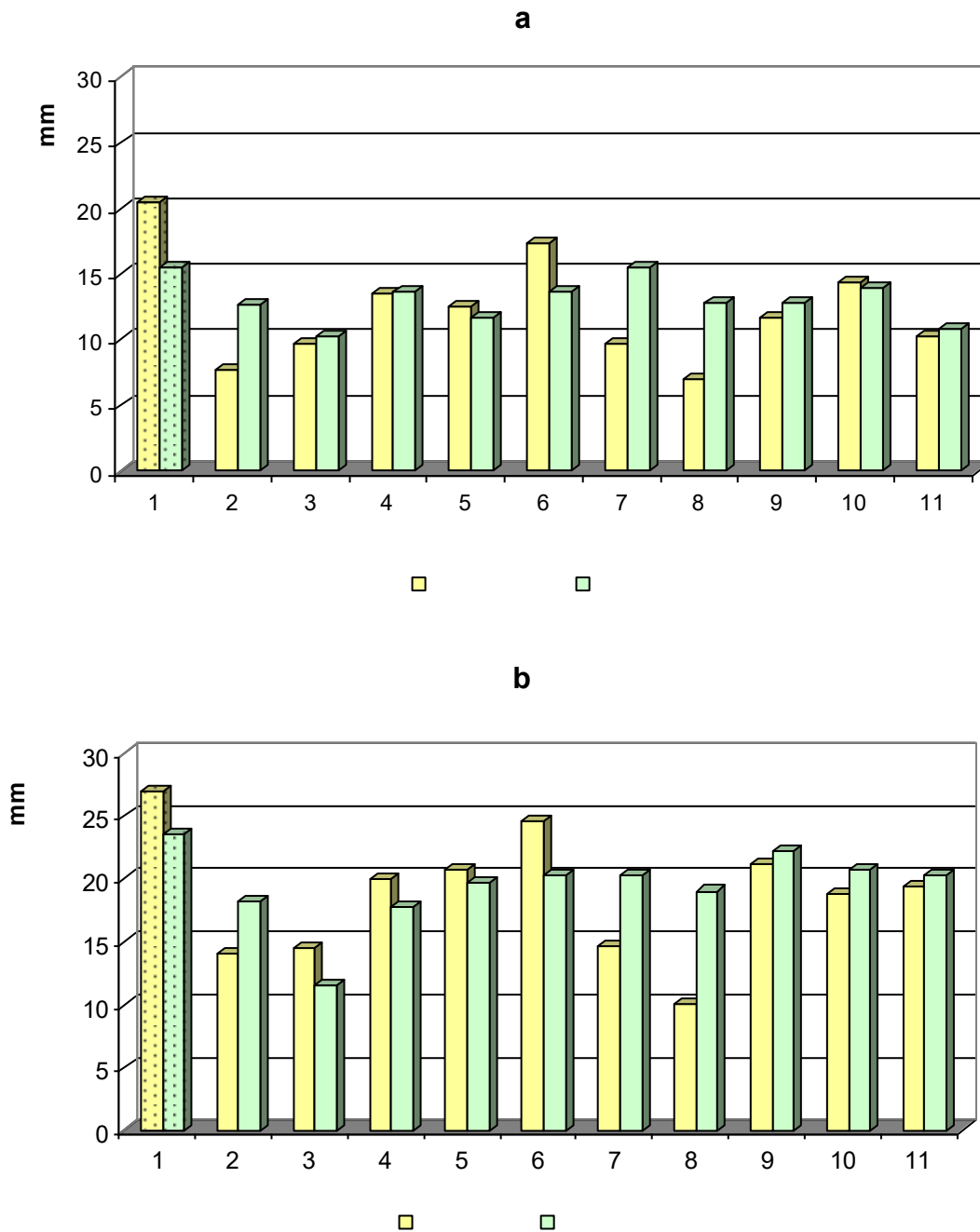


Figure 15. Growth reactions of 6-day-old (a) and 9-day-old (b) seedlings *Echinochloa crus-galli* against the background of symmetriazines and their metabolites (row 1 – root length; row 2 – coleoptile length). *Note:* variants 1-11 are described in the text.

As a result of testing the effectiveness of mixtures of atrazine with its half-life products against *Echinochloa crus-galli*, we found that pronounced inhibitory activity was characteristic of the mixture consisting of atrazine (50 mg/l) and 2-chloro-4-ethylamino-6-amino-symmetriazine (10 mg/l). Other combinations of these drugs in

different doses showed no increased phytotoxic activity on the growth processes of this weed.

In contrast, the complexation of atrazine with different doses of 2-chloro-4-isopropylamino-6-amino-symmetriazine leads to a significant inhibition of the growth processes of *Echinochloa crus-galli* already at the first stages of development. The following mixture composition can be considered the most optimal: atrazine 50 mg/l and 2-chloro-4-isopropylamino-6-amino-symmetriazine 10 mg/l. In this case, minimization of the amount of chemicals in the composition of the complex is achieved and inhibition of growth processes of the weed *Echinochloa crus-galli* is expressed strongly enough.

Thus, based on the results of the study of the biological activity of complexes of sodium humate with the products of symmetriazines half-life, we can conclude. Symmetriazines are able to inhibit the growth of cultivated plants in doses of 150–200 mg/l. Since the tissue effect is combined with the high stability of these drugs in the soil, their use is not rational from an environmental point of view.

It was found that symmetriazine half-life products can inhibit the growth and development of such common weeds as *Setaria pumila* and *Echinochloa crus-galli* more effectively and at lower doses than the initial herbicides. Mixtures of atrazine (50 mg/l) with 2-chloro-4-isopropylamino-6-amino-symmetriazine (10–50 mg/l) as well as with 2-chloro-4-ethylamino-6-amino-symmetriazine (10–50 mg/l) completely stop the development of *Setaria pumila*. To suppress the primary growth processes of *Echinochloa crus-galli*, combinations of atrazine at a dose of 50 mg/l with 2-chloro-4-ethylamino-6-amino-symmetriazine (10 mg/l) and 2-chloro-4-isopropylamino-6-amino-symmetriazine (10-50 mg/l) are very effective.

Conclusion

The results of studies have shown that by chemical modification of sodium humate it is possible to obtain compounds with growth-regulating properties (paracetylhumate, ferrohumate, pernitrosylhumate) as well as compounds inhibiting plant growth, i.e. having herbicidal properties (persulfochloridehumate). The ranges of concentrations providing the highest physiological activity of these compounds on the

primary growth processes in winter wheat have been established experimentally and this broadens the range of growth regulators on the basis of natural raw materials.

It has been shown, that the complex preparations on the basis of sodium humate and amino acids in a certain range of concentrations have a stimulating effect on the primary growth processes of winter wheat. It has been found that the physiological effect of complex preparations of sodium humate with vitamins B₂, C exceeds the biological activity of the initial components.

It has been established that symtriazine metabolites possess more expressed phytotoxic effect in relation to weed plants in comparison with initial herbicides and their complex formulations with simazine and atrazine are effective inhibitors of cereal weeds growth processes at winter wheat crops. The combination of simtriazines with the products of their decomposition allows to obtain fairly effective inhibitors of growth processes of cereal weeds, while reducing the rates of application, which allows to consider them more environmentally acceptable drugs than the original herbicidal compounds.

REFERENCES

1. FAO. 2022. Agricultural production statistics. 2000–2020. FAOSTAT Analytical Brief Series No. 41. Rome. URL: <https://www.fao.org/3/cb9180en/cb9180en.pdf> (viewed on: 10.04.2022).
2. Mottet A., Tempio G. Global poultry production: current state and future outlook and challenges. *World's Poultry Science Journal*. 2017. V. 73, Is. 2. P. 245-256. <https://doi.org/10.1017/S0043933917000071>.
3. Windhorst H.W. Dynamics and patterns of global poultry-meat production. *Poultry quality evaluation*. Woodhead Publishing, 2017. P. 1-25.
4. Hamid M.A., Rahman M.A., Ahmed S., Hossain K.M. Status of poultry in Bangladesh and role of private sector for its development. *Asian Journal of Poultry Science*. 2017. V. 11, Is. 1. P. 1-13. <https://dx.doi.org/10.3923/ajpsaj.2017.1.13>.
5. Augère-Granier M.-L. The EU Poultry Meat and Egg Sector: Main Features, Challenges and Prospects: in-Depth Analysis. Brussels: European Parliamentary Research Service, 2019. 21 p.
6. Jez C., Beaumont C., Magdelaine P. Poultry production in 2025: learning from future scenarios. *World's Poultry Science Journal*. 2011. V. 67, Is. 1. P. 105-114. <https://doi.org/10.1017/S0043933911000092>.
7. Тваринництво України: стан, проблеми, шляхи розвитку (1991–2017–2030 рр.); за ред. акад. НААН Бащенко М. І. Київ: Аграрна наука, 2017. 160 с.
8. Терещенко О.В., Катеринич О.О., Панькова С.М. Напрями розвитку галузі птахівництва до 2020 року (за матеріалами Перспективної програми „Розвиток галузі птахівництва” до 2020 р.). *Вісник аграрної науки*. 2015. № 5. С. 27–30.
9. Яців С.Ф. Стан і перспективи розвитку птахівництва у сільськогосподарських підприємствах України. *Агросвіт*. 2021. № 16. С. 26-33.
10. Царук Л.Л. Сучасний стан виробництва продукції птахівництва в Україні. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. № 1 (95). С. 159-170.
11. Wong J.T., de Bruyn J., Bagnol B., Grieve H., Li M., Pym R., Alders R.G. Small-scale poultry and food security in resource-poor settings: A review. *Global Food Security*. 2017. V. 15. P. 43-52. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.04.003>.
12. Буряк Р.І. Дослідження та прогнозування кон'юктури ринку продукції птахівництва України. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: економіка, аграрний менеджмент, бізнес*. 2017. № 260. С. 41-53.
13. Hafez H., Attia A. Challenges to the Poultry Industry: Current Perspectives and Strategic Future After the COVID-19 Outbreak. 2020. *Front. Vet. Sci*. V. 7. P. 1-16. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00516>.

14. Прокопишин О.С. Стратегічні напрями розвитку птахівництва. Східна Європа: економіка, бізнес та управління. 2019. № 5 (22). С. 131-135.
15. Минів Р., Матвеєва М. Перспективи розвитку м'ясного птахівництва. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. 2015. Т. 17. № 1 (61). С. 233-238.
16. Похил В.І., Санжара Р.А., Катеринич О.О., Похил О.М., Удовіченко Н.М. Породи та кроси сільськогосподарської птиці. Дніпро : Пороги, 2021. 256 с.
17. Державна служба статистики України. Виробництво продукції тваринництва за видами. URL: http://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2020/sg/vpt/arh_vpt2020_u.html.
18. Державний реєстр суб'єктів племінної справи у тваринництві (2012-2020 рр.) URL: <http://animalbreedingcenter.org.ua/derjplemreestr>.
19. Tkach V., Rumiantsev M., Kobets O., Luk'yanets V., Musienko S. 2019. Ukrainian plain oak forests and their natural regeneration. *Forestry Studies*, 71: 17–29. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2019-0010>.
20. Tkach V., Bondar O., Rumiantsev M. 2020. Pedunculate oak stands in the catchments of the river Vorskla's tributaries. *Folia Oecologica*, 47(1): 70–80. <https://doi.org/10.2478/foecol-2020-0009>.
21. Tkach V. P., Rumiantsev M. H., Luk'yanets V. A., Kobets O. V. 2021. Natural young oak stands of Left-Bank Forest-Steppe and features of tending felling there by means of mechanized method. *Forestry and Forest Melioration*, 139: 20–27. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.139.2021.20>. (in Ukrainian).
22. Tkach V. P., Rumiantsev M. G., Chygrynets V. P., Luk'yanets V. A., Kobets O. V. 2015. Features of natural seed regeneration in fresh maplelime oak forest in the Left-bank Forest-Steppe. *Forestry and Forest Melioration*, 127: 43–52. (in Ukrainian).
23. Tkach V. P., Rumiantsev M. H., Luk'yanets V. A., Lunachevskyi L. S., Chygrynets V. P., Samodai V. P. 2017. Oak forest stands in the north-east of Ukraine and features of their natural regeneration. *Forestry and Forest Melioration*, 130: 77–85. (in Ukrainian).
24. Chygrynets V. P., Rummyantsev, M. G., Solodovnik V. A., Buksha M. I. 2016. Features of Forming and Regeneration for Oak Stands in a Fresh Maple-lime Oak Forest in the Left-Bank Forest Steppe. *Scientific Bulletin of UNFU*, 26(5): 177–182. <https://doi.org/10.15421/40260527>. (in Ukrainian).
25. Rumiantsev M., Luk'yanets V., Musienko S., Mostepaniuk A., Obolonyk I. 2018. Main problems in natural seed regeneration of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) stands in Ukraine. *Forestry Studies*, 69: 7–23. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2018-0008>.

26. Bondar O. B., Rumiantsev M. H., Kobets O. V., Sydorenko S. V., Yushchuk V. S. 2020. Current state of oak stands in the tributaries of the river Vorskla within Sumy region and some features of their natural regeneration. Scientific Bulletin of UNFU, 30(4): 19–24. <https://doi.org/10.36930/40300403>. (in Ukrainian).
27. Ligtot G., Balandier P., Fayolle A., Lejeune P., Claessens H. 2013. Height competition between *Quercus petraea* and *Fagus sylvatica* natural regeneration in mixed and uneven-aged stands. Forest Ecology and Management, 304: 391–398. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.05.050>.
28. Mölder A., Sennhenn-Reulen H., Fischer C., Rumpf H., Schönfelder E., Stockmann J., Nagel R. V. 2019. Success factors for high-quality oak forest (*Quercus robur*, *Q. petraea*) regeneration. Forest Ecosystems, 6(1): 1–17. <https://doi.org/10.1186/s40663-019-0206-y>.
29. Govedar Z., Kanjevac B., Babic V., Martac N., Racic M., Velkovski N. 2021. Competition between sessile oak seedlings and competing vegetation under a shelterwood. Agriculture and Forestry, 67(4): 61–70. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.67.4.06>.
30. Kanjevac B., Krstic M., Babic V., Govedar Z. 2021. Regeneration dynamics and development of seedlings in sessile oak forests in relation to the light availability and competing vegetation. Forests, 12(4): 1–15. <https://doi.org/10.3390/f12040384>.
31. Pasternak P. S. 1990. Reference book of forester. Kyiv, Urozhay, 296 p. (in Ukrainian).
32. Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу <https://propozitsiya.com/ua/promyslovi-perspektyvy-yabluk-z-chervonoymyakovtyu>
33. Андрущенко А. В. і інші. Методика проведення експертизи сортів плодово-ягідних, горіхоплідних культур та винограду. частина 2, 2005. К.: «Алефа» 2005 р - 213 с.
34. Збереження генофонду місцевих зникаючих сортів плодкових культур Закарпаття / Шахнович Н.Ф., Мельничук О.А., Папп І.І. - В.Бакта, 2012. (буклет). – 8 с.
35. Каленич Ф.С. Захист саду від шкідників і хвороб / Ф.С. Каленич. - Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2013. – 154 с.
36. Каталог колекційних зразків яблуні (*Malus domestica* (L.) Borkh.) та груші (*Pyrus communis* L.) (результати вивчення господарсько-біологічних ознак рідкісних сортів зерняткових культур в умовах Закарпаття). / укл. Спаський Г.В., Шахнович Н.Ф., Мельничук О.А. - ЗДСГДС НААН, Центр наукового забезпечення АПВ Закарпатської області. – Велика Бакта, 2015. – 20с.
37. Кондратенко П.В. Адаптація яблуні в Україні / П.В. Кондратенко. – К.: «Світ», 2001. – 191 с.

38. Любимова Л. Яблуня на Закарпатті / Л.Л. Любимова. - Ужгород: 1963.- 104 с
39. Любимова Л. Сади на схилах. Карпати. / Л.Л. Любимова. - Ужгород: 1969.- 80 с
40. Мельничук О.А. Оцінка інтродукованих сортів зерняткових культур для інтенсивних технологій в умовах низинної зони Закарпаття / О.А. Мельничук // Міжвід. темат. наук. зб. «Садівництво» / Інститут садівництва НААН. – К., 2014. – Вип. 68. – С. 35-44.
41. Омельченко І.К. Культура яблуні в Україні / І.К. Омельченко. - К.: «Урожай»,2006.-302 с.
42. Помологія. Яблуня / під загальною редакцією П.В. Кондратенка, Т.Є. Кондратенко. - Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2013. – 626 с., іл..
43. Шахнович Н.Ф. Результати вивчення генофонду зникаючих і рідкісних сортів яблуні Закарпаття / Н.Ф. Шахнович, Н.О. Пилипчинець, І.І. Папп // Проблеми агропромислового комплексу Карпат: міжвід. темат. наук. зб. – Велика Бакта, 2010. – Вип. 19. – С. 179-183.
44. Шахнович Н.Ф., Папп І.І. Генетичне різноманіття плодових культур Закарпаття // Генетичні ресурси рослин для стабільного задоволення різноманітних потреб людей. Збірник тез міжнародної наукової конференції, присвяченої 125-річчю народження видатного вченого-рослиника, ботаніка, генетика, академіка М.І. Вавилова (25-27 вересня 2012 р.). – Велика Бакта, 2012. – С. 126-127.
45. Розвиток органічного ринку в світі. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://organic.ua/uk/lib/1861-rozvytok-organichnogo-rynku-v-sviti>
46. Anasri B.P., Ramesh H. Assessment of soil erosion by RUSLE model using remotrsensing and GIS-A case study of Nethravathi Basin. Geoscience Frontiers. 2016. Vol. 7(6). P. 953-961.
47. Органік в Україні. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://organic.com.ua/organic-v-ukraini/>
48. Сіренко Н.М., Чайка Т.О. Органічні продукти харчування у забезпеченні продовольчої безпеки України. Економіка АПК. 2012. № 1. С. 43-49.
49. Зайчук Т.О. Вітчизняний ринок екологічно чистих продуктів харчування та шляхи його розвитку. Економіка і прогнозування. 2009. № 4. С. 114-125.
50. Україна – 20-та в світі за органічними угіддями. 2017. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://agroportal.ua/ua/news/ukraina/ukraina-20ya-v-mire-po-organicheskim-ugodiyam/>

51. Сідельникова І.В. Ринок органічної продукції та особливості його формування в умовах трансформаційної економіки. Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди «Економіка». 2015. Вип. 15. С. 142-148.
52. Дудар О.Т. Теоретичні основи формування органічного агровиробництва у контексті екологізації довкілля. Сталий розвиток економіки. 2013. № 1 (18). С. 191-195.
53. Чайка Т.О. Передумови розвитку ринку органічної продукції в Україні. Маркетинг і менеджмент інновацій. 2011. № 4. С. 233-240.
54. Маслак О.М. Становлення ринку органічної продукції в Україні. Вісник Сумськ. нац. аграр. ун-ту. Сер. Економіка і менеджмент. 2012. Вип. 11. С. 60-69.
55. Lisetskii F., Pichura V. Steppe ecosystem functioning of east European plain under age-long climatic change influence. Indian Journal of Science and Technology. 2016. No 9 (18). P. 1-9.
56. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Писаренко В.В. Агроекологія: навч. посібник для студентів вузів. Полтава, 2008. 256 с.
57. Безус Р.М., Антонюк Г.Я. Ринок органічної продукції в Україні: проблеми та перспективи. Економіка АПК. 2011. № 6. С. 47–52.
58. Антонюк Г.Я., Панюра Я.Й. Проблеми розвитку АПК на сільських територіях Львівщини. Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України. 2013. Вип. 6. С. 220-228.
59. Bezus R., Dubrova N.P., Bornodo A. Ecological agroproduction in conditions of sustainable development of an economy. International scientific journal «Progress». 2014. № 1–2. P. 58–63.
60. Ткачук В.І. Ефективність виробництва органічної продукції у сільськогосподарських підприємствах. Ефективна економіка. 2015. № 11. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4481>
61. Найда І.С., Запша Г.М. Органічне землеробство як пріоритетний напрям соціоекономічного розвитку сільського господарства України. Економіка сільського господарства і АПК, Бізнесінформ. 2015. № 1. С. 200-204.
62. Жердев В.Н., Баранович Д.А., Постолов В.Д. Методический подход к обеспечению геоинформационного экологического картографирования земель лесного фонда на основе данных дистанционного зондирования земли на примере таежной зоны. Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2011. № 4. С. 240-242.
63. Томашевська О.А. Органічне виробництво в світі: реалії та перспективи. Інноваційна економіка. 2013. 6(44). С. 161-164.

64. Dankevych Y., Dankevych V., Chaikin O. Ecologically certified agricultural production management system development. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific EJournal*. 2016. Vol. 2. № 4. P. 5–16.
65. Дудар О.Т. Теоретичні основи формування органічного агровиробництва у контексті екологізації довкілля. *Сталий розвиток економіки*. 2013. № 1 (18). С. 191-195.
66. Terziev V. Entrepreneurship in organic production – an incentive for sustainable rural development. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2016. Vol. 2. № 4. P. 30–42.
67. Звіт про виконання проектно-технологічних та науково-дослідних робіт у 2010-2015 рр. Херсонська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів». Херсон, 2016. 109 с.
68. Pichura V., Potravka L., Dudiak N., Stroganov A., Dyudyaeva O. Spatial differentiation of regulatory monetary valuation of agricultural land in conditions of widespread irrigation of steppe soils. *Journal of water and land development*. 2021, No. 48 (I–III): 182–196.
69. Dudiak N., Pichura V., Potravka L., Straticchuk N. 2021. Environmental and economic effects of water and deflation destruction of steppe soil in Ukraine. *Journal of Water and Land Development*. No. 50p. 10–26. DOI10.24425/jwld.2021.138156.
70. Лисенко І. Органічне землеробство на Херсонщині високо оцінене міжнародними експертами. 2017. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://khoda.gov.ua/organ%D1%96chne-zemlerobstvo-na-hersonshhin%D1%96-visoko-oc%D1%96nene-m%D1%96zhnarodnimi-ekspertami>
71. Подлевська О.М. Удосконалення механізму екологобезпечного землекористування. Екологічний менеджмент у загальній системі управління: збірник тез доповідей Одинадцятої щорічної Всеукраїнської наук. конф., 20-21 квітня 2011 р., Суми, Ч.2. відп. за вип. О.М. Теліженко. Суми: СумДУ, 2011. С. 67–71.
72. Сошнікова І. Органічне виробництво – «вікно» в Європу. 2016. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.kahzorya.org.ua/?p=9207>
73. Гапон Е.Н. К теории обменной адсорбации в почвах. *Журн. общей химии*. 1933. Т. 3. С. 144–152.
74. Гапон Е. Об уравнении изотермы обменной адсорбации. *Коллоид*. 1937. Т. 3. С. 859–862.
75. Гортиков В., Остапенко И. Знак заряда карбоната кальция в связи с условиями его образования и составом почвенного раствора. *Сб. рефератов научно-исследовательских работ ВИУАА за 1932-1934 гг. М.: 1936. С. 425.*

76. Веригин Н.Н. Некоторые вопросы химической гидродинамики, представляющие интерес для мелиорации и гидротехники. Изв. АН СССР. ОТН. 1953. № 10. С. 1369–1382.
77. Фрид А.С. Система моделей плодородия почв. Плодородие почв: проблемы, исследования, модели. М., 1985. С. 37–43.
78. Чайка Т.О. Розвиток органічного виробництва в аграрному секторі економіки: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. економічних наук: 08.00.03 "Економіка та управління національним господарством". Миколаїв, 2012. 20 с.
79. Кравченко М.Л., Грекова Т.И. Моделирование экономических систем с применением нейронных сетей. Вестник Томского государственного университета. 2006. № 290. С. 169–172.
80. Синдеев В.А. Система показателей уровня использования земли в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства. Земельный кадастр и повышение эффективности использования земель: науч. тр. Львовский СХИ. Львов, 1983. С. 32-36.
81. Прохорова З.А., Фрид А.С. Изучение и моделирование плодородия почв на базе длительного полевого опыта. М.: Наука, 1993. 189 с.
82. Гічка М.М. Наукове обґрунтування використання методів дистанційного зондування в моніторингу ґрунтів: дис. канд. с.-г. наук: спец. 06.01.03 / Гічка Максим Миколайович. Х., 2007. 191 с.
83. Немтинов В.А., Морозов В.В., Манаенков А.М. Виртуальное моделирование объектов культурно-исторического наследия с использованием ГИС-технологий. Вестник ТГТУ. 2011. №3. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/virtualnoe-modelirovanie-obektov-kulturno-istoricheskogo-naslediya-s-ispolzovaniem-gis-tehnologiy>
84. Немтинов В.А., Литвинов А.А., Немтинова Ю.В. Использование ГИС-технологий при оценке качества подземных водных ресурсов промышленного узла. Вестник ТГТУ. 2005. №3. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-gis-tehnologiy-pri-otsenke-kachestva-podzemnyh-vodnyh-resursov-promyshlennogo-uzla>
85. Лисецкий Ф.Н. Профильное распределение плодородия в почвах Степи Украины и его изменение под влиянием эрозионных процессов. Почвоведение. 1988. №4. С. 68-76.
86. Архипов В.И., Березин В.И. О необходимости выполнения стереоскопического контурного дешифрирования материалов дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) при таксации лесов. Интерэкспо Гео-Сибирь. 2015. Т. 3. № 4. С. 99-103.

87. Ярошко М. Перетворення азоту у ґрунті і його значення для росту рослин. *Агроном*. 2013. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://agronom.com.ua/peretvorennya-azotu-u-grunti-i-jogo-zna/>
88. Довгань О.М., Мандибуря Я.В. Органічне виробництво: сутність, об'єктивна необхідність, ефективність. *Сталий розвиток економіки*. 2013. № 1. С. 200–206.
89. Гаврилюк Ф.Я. Бонитировка почв. Изд-во Ростовского уни-та, 1984. 228 с.
90. Зонн И.С. Орошаемое земледелие в странах мира. Мелиорация и водное хозяйство. 1989. №11. С. 58-60.
91. Чайка Т.О. Перешкоди на шляху розвитку органічного сільськогосподарського виробництва. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2012. № 2. С. 126-131.
92. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. М.: Колос, 1996. 336 с.
93. Костюк О.Д., Передерій Н.О. Органічне землеробство: світові тенденції та перспективи розвитку в Україні. *Науковий вісн. Нац. унту біоресурсів і природокористування України*. 2012. Вип. 177. С. 291– 295.
94. Ярошко М. Перетворення азоту у ґрунті і його значення для росту рослин. *Агроном*. 2013. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://agronom.com.ua/peretvorennya-azotu-u-grunti-i-jogo-zna/>
95. Любич В.А., Курамшин М.Р. Оценка плодородия чернозёмов южных с использованием ГИС-технологий и современных технических средств. *Известия ОГАУ*. 2014. №5(49). [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-plodorodiya-chnozyomov-yuzhnyh-s-ispolzovaniem-gis-tehnologiy-i-sovremennyh-tehnicheskikh-sredstv>
96. Кисіль В.І. Біологічне землеробство в Україні: проблеми і перспективи. Харків: Штрих, 2000. 161 с.
97. Фурдичко О.І., Майстренко М.І. Наукові засади розвитку органічного виробництва в спеціальних сировинних зонах України. *Агроєкологічний журнал*. 2013. №2. С. 7–12.
98. Lernoud J., Willer H. Current statistics on organic agriculture worldwide: Area operators and market. *The world of organic agriculture: statistics and emerging trends*. 2018. P. 34-125.
99. Breus D., Dudyaeva O., Evtushenko O., Skok S. Organic agriculture as a component of the sustainable development of the Kherson region (Ukraine). 18-th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2018. 2018. Vol. 18, Issue: 5.2. P. 691-698 DOI: 10.5593/sgem2018/5.2
100. Бубела Т., Воробець О. Нормативно-технічні аспекти контролю органічної продукції в Україні. *Стандартизація, сертифікація, якість*. 2012. №1. С. 62-65.

101. Lisetskii F.N., Stolba V.F., Pichura V.I. Late–Holocene palaeoenvironments of Southern Crimea: Soils, soil–climate relationship and human impact. *The Holocene*. 2017. Vol 27, Issue 12. P. 1859–1875.
102. Pichura V.I., Breus D.S. The Basin Approach in the Study of Spatial Distribution Anthropogenic Pressure With Irrigation Land Reclamation of the Dry Steppe Zone. *Biogeosystem Technique*. 2015. Vol.(3), Is. 1. P. 89-100 DOI:10.13187/bgt.2015.3.89
103. Storie R.E. Storie index soil rating. *Division of agricultural sciences*. 1978. No 3203. P. 1-4.
104. Пічура В.І., Скрипчук П.М., Потравка Л.О., Бреус Д.С. Модель структури геоінформаційно-аналітичної системи органічного землеробства. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 5 (75). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/9101>
105. Пічура В.І., Безніцька Н.В. Просторово-часова трансформація агрохімічного стану ґрунтів у зоні сухого степу. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. № 3 (67). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/8723>
106. *Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України*. [Редкол. М.В. Зубець та ін.]. К.: Аграрна наука, 2010. С. 14 – 40.
107. Домарацький Є.О. Оптимізація елементів технології вирощування різних сортів пшениці озимої в умовах Степу України: Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата с.-г. наук. Херсон. 2013. 173 с.
108. Жуйков О.Г. Агробіологічне обґрунтування комплексу технологічних прийомів вирощування видів гірчиці в умовах Південного Степу України: Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора с.-г. наук. Херсон. 2015. 434 с.
109. Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: [навчальний посібник]. Херсон: Айлант, 2008. 372 с.
110. Литвиненко М. А. Теоретичні основи та методи селекції озимої м'якої пшениці на підвищення адаптивного потенціалу для умов Степу України: Автореферат докторської дисертації. К. 2001. 46 с.
111. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). Кишенев: Штиинца, 2001. С. 785-1489.
112. Martin J. M., Meybeck M. Elemental mass-balance of material carried by major world rivers. *Marine chemistry*. 1979. T.7. №3. P. 173-206.
113. Георгиевский А. Б. Преадаптация и ее роль в прогрессивной эволюции. *Журнал общей биологии*. 1971. Т.32. №5. С. 573-583.

114. Лопатина Л.М., Кравцов А.М. Методы математического обеспечения мониторинговых исследований. Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края. Краснодар, 1997. С. 14-20.
115. Сандухадзе Б. И. Селекция озимой пшеницы важнейший фактор повышения урожайности и качества. Достижения науки и техники АПК. 2010. №.11. С. 45-49.
116. Адамчук В.В. и др. Концепція перспективи комплексного вирішення проблеми післязбиральної обробки і зберігання зерна в сільськогосподарських підприємствах України. Механізація і електрифікація сільського господарства. 2014. №99(1). С. 40-56.
117. Моргун В.В., Киризий Д.А., Шадчина Т.М. Экофизиологические и генетические аспекты адаптации культурных растений к глобальным изменениям климата. Физиология и биохимия культурных растений. 2010. С. 18 – 27.
118. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів, НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.
119. Булыгин С.Ю. и др. Микроэлементы в сельском хозяйстве. Днепропетровськ: Січ, 2007. С. 3., «Эко-согласие – центр по проблемам окружающей среды и устойчивого развития». 2011. URL.: <http://www.ecoaccord.org/pop/2003/0105.html>
120. Бабаянц О.В., Бабаянц Л.Г. Основы селекции и методология оценок устойчивости пшеницы к возбудителям болезней. Одесса: ВМВ, 2014. 401 с.
121. Корчинська О.А., Корчинська С.Г. Еколого-економічні аспекти використання засобів хімізації в сільському господарстві. Економіка АПК. 2015. №7. С. 46-51.
122. Ретьман С.В., Шевчук О.В. Абіотичні чинники та розвиток септоріозу листя. Карантин і захист рослин. 2009. №12. С. 2-3.
123. Щукин В.Б., Ильясова Н. В., Громов А.А. Влияние различных сроков внесения регуляторов роста и Гуми-30 на структуру урожая и урожайность озимой пшеницы в условиях степной зоны Южного Урала. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. Т.2. №. 26-1. С. 27-34.
124. Солодушко М.М. Ефективність рістрегулюючих речовин та мікродобрив при вирощуванні пшениці озимої в зоні Південного Степу. Бюлетень інституту сільського господарства степової зони України НААН. 2016. №10. С.73-78.
125. Цандур М.О. та ін. Зайняті пари як базовий елемент органічного землеробства. Вісник аграрної науки. 2014. №9. С. 5-9.
126. Анішин Л., Анішин С. Вплив біостимуляторів на врожай і якість озимої пшениці. Новини захисту рослин. 1999. № 7-8. С. 29-30.

127. Пономаренко С.П., Іутинська Г.О. Регулятори росту. Екологічні аспекти застосування. Захист рослин. 1999. №. 12. С. 15-18.
128. Боровая В.П. Система применения биосредств и технологий биозащиты при возделывании озимой пшеницы. Аграрный вестник Урала РАН. 2009. №6. С.26-28.
129. Пономаренко С.П. Технологии применения стимуляторов роста растений в земледелии. Методическое пособие [ответ. за выпуск С.П. Пономаренко]. К.: Институт биоорганической химии и нефтехимии АН. Украины. 2003. 46 с.
130. Fischer R.A., Byerlee D., Edmeades G.O. Crop yield and global food security: Will yield interlace continue to feed the world. Australian center for international Agricultural Research. 2014. №158. P. 52-59.
131. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М.: Изд. ВНИИА, 2005. 302 с.
132. Куперман Ф.М. Биология развития культурных растений. М.: Высшая школа, 1982. 343 с.
133. Орлюк А.П., Базалій В.В. Принципы трансгрессивной селекции пшеницы. Херсон: Наддніпряньська правда, 1988. 274 с.
134. Уразалиев Р.А. Моделирование сортов пшеницы методами генотип – средовых взаимодействий. Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 1987. №5. С. 29 – 35.
135. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология. М.: Изд. иностранной литературы, 1959. 259 с.
136. Куперман Ф.М., Ремесло В.В., Кришевич Н.А. Морфофизиологический анализ потенциальной продуктивности Мироновских озимых пшениц. Доклады ВАСХНИЛ. 1975. №9. С. 8 – 11.
137. Пыльнев В.В. Морфофизиологическая характеристика продуктивности колоса сортов озимой пшеницы различных периодов селекции. Сб. науч. тр. «Селекционно-генетические аспекты продуктивности зерновых культур». МНИИССП, 1987. С. 84 – 89.
138. Зарулько В.И. Морфофизиологический анализ потенциальной и реальной продуктивности главного колоса у сортов озимой мягкой и твердой пшеницы с разной длиной стебля. Сб. науч. тр. «Селекционно-генетические аспекты продуктивности зерновых культур». МНИИССП, 1987. С. 81 – 84.
139. Примак І.Д. Екологічні проблеми землеробства / І.Д. Примак, Ю.П. Манько, Н.М. Рідей, В.Н. Мазур та ін. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 456 с.

140. Ульяновко Л.Н., Филипас А.С., Алесахин Р.М., Дьяченко И.В. Использование биологически активных веществ при реабилитации техногенно загрязненных сельхозугодий // Вестник Рос. акад. с.-х. наук. – 1999. – № 2. – С. 49–51.
141. Буряк Ю.І. Регулятори росту рослин – важливий елемент сучасних технологій вирощування насіння зернових колосових культур / Ю.І. Буряк, О.В. Чернобаб // Збірник НАУ. Стан та перспективи розвитку насінництва в Україні. – К., 2008. С. 196–200.
142. Иващенко О.О., Мережинський Ю.Г. Эффективность застосування гербіцидів // Методики випробування і застосування пестицидів. – К.: Світ, 2001. – С.381–383.
143. Яворська В.К., Драгатов І.В., Богданович А.В., Антонюк В.П. Регулятори росту природного походження як засоби підвищення продуктивності сільськогосподарських культур // Фізіологія і біохімія культурних рослин. – 2008. – Т. 40, № 4. – С. – 292–298.
144. Огурцов Ю.Є. Застосування регуляторів росту рослин та мікродобрива при вирощуванні ячменю ярого на різних фонах мінерального живлення // Таврійський науковий вісник. – 2014. - № 88. – С. 159–164.
145. Моргун В.В., Яворська В.К., Драгатов І.В. Проблема регуляторів росту у світі та її вирішення в Україні // Фізіологія і біохімія культурних рослин. – 2002. – 34, № 5. – С. 371–375.
146. Сакало В.Д., Курчий В.М. Влияние предпосевной обработки семян сахарной свеклы регуляторами роста на метаболизм сахарозы и продуктивность // Фізіологія і біохімія культурних рослин. – 2002. – 34, № 2. – С. 113–119.
147. Коваленко О.В. Характеристика початкових етапів росту озимої пшениці залежно від сорту та стимулятора росту // Аграрний вісник Причорномор'я. – Одеса, 2004. – Вип. 26. – Ч. 2. – С. 37–41.
148. Горовая А.И., Орлов Д.С., Щербенко О.В. Гуминовые вещества. Строение, функции, механизм действия, протекторные свойства, экологическая роль. – Киев: Наук. думка, 1995. – 304 с.
149. Radostim-Katalog. Гуминовые, фитогормональные, бактериальные препараты, вспомогательные препараты, биологические средства защиты растений (растениеводство). – Частный ин-т прикл. биотехнол.: СКЭСХЭН, Германия, 2007. – 125 с.
150. Пат. 14916 (а) ИА. Спосіб одержання біостимулятора росту і розвитку рослин з гумусовміщуючих речовин / І.П. Ушаков, І.М. Тітов. – 1993.

151. Геллер О.Й. Екологічні аспекти підвищення врожайності сільськогосподарських культур та покращення стану природного довкілля / О.Й. Геллер, В.Т. Пашова, Р.А. Корбанюк, О.С. Зайцева // Гумінові речовини і фітогормони в сільському господарстві: Збірник матеріалів конференції. – Дніпропетровськ, 2010. – С. 104–105.
152. Драговоз І.В., Волкогон М.В., Яворська В.К., Мусієнко М.М., Богданович А.В. Фізіологічна активність компонентів вермикомпосту та створення на його основі комплексного регулятора росту // Фізіологія і біохімія культурних рослин. – 2006. – Т. 38, № 4. – С. 292–300.
153. Canellas L.P., Olivares A.L., Okorokova-Facanha A.R. Humic acids isolated from the earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence and plant plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize roots // *Plant Physiol.* – 2002. – 130, N 4. - P. 1951–1957.
154. Galston A.W., Kaur-Sawhney R. Polyamines in plant physiology // *Plant. Physiol.* – 1990. – 94. – P.406–410.
155. Szabados L., Savoure A. Proline: a multifunctional amino acid // *Trends Plant Sci.* – 2009. – 15, N 2. – P. 89–97.
156. Вайнер А.А., Колупаев Ю.Е., Обозный А.И. Влияние экзогенного пролина на содержание пероксида водорода в проростках пшеницы и формирование индуцированный теплоустойчивости // Фізіологія рослин і генетика. – 2014. – Т. 46, № 3. – С. 252–258.
157. Буряк Ю.І. Сучасні регулятори росту рослин у прискореному розмноженні насіння нових сортів ячменю ярого / Ю.І. Буряк, О.В. Чернобаб, Л.В. Бондаренко, Ю.Є. Огурцов // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2011. – Вип. 10. С. 57 – 69.
158. Ozturk L., Demir Y. In vivo and in vitro protective role of proline // *Plant grow. Regul.* – 2002. – 38. – P. 259–264.
159. Kakkar R.K., Rai V.K. Effect of exogenous amino acid application on rhizogenesis in hypocotyl cuttings of *Phaseolus vulgaris* L. // *Curr. Sci.* – 1998. – V. 57, N 2. – P. 82–84.
160. Регулятори росту на основі природної сировини та їх застосування в рослинництві / В.К. Яворська, І.В. Драговоз, Л.О. Крючкова. – К.: Логос, 2006. – 176 с.
161. Omran M.S., El-Shinnawi M.M., Shalabi M.H. Effect of different organic acids on the absorption of iron by excised roots of maize // *Egypt. Y. Soil. Sci.* – 2011. – V. 27, N 1. – P. 31–42.
162. Marscher M., Romhelod V., Kissel M. Localization of phytosiderophore release and of iron uptake barley roots // *Plant and Cell Physiol.* – 2018. – V. 71, N 2. – P. 157–162.

163. Пономаренко С.П. Регуляторы роста растений. – Киев: Интертехнодрук, 2003. – 319 с.
164. Грицаєнко З.М., Пономаренко С.П., Карпенко В.П., Леонтюк І.Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. – К.: ЗАТ «Нічлава», 2008. – 352 с.
165. Мусатенко Л.І. Фітогормони і фізіологічно активні речовини в регуляції росту і розвитку рослин / Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. НАН України, Ін-т фізіології рослин та генетики, Укр. т-во фізіологів рослин. – К.: Логос, 2009. – С. 508 – 536.
166. Oertle Y.Y. Exogenous application of vitamins as regulators for growth and development of plants // *Z.Pflanzenahr. und Bodenk.* – 2013. – V. 150, N 6. – P. 375–391.
167. Pignocchi C., Kiddle G., Hernandez I., et al. Ascorbate oxidase-dependent changes in the redox state of the apoplast modulate gene transcript accumulation leading to modified hormone signaling and orchestration of defense processes in tobacco // *Ibid.* 2007. – 141. – P. 423–435.
168. Heromans N., Foyer C.H., Potters G., Asard H. Ascorbate function and associated transport systems in plants // *Plant Physiol. Biochem.* – 2000. – 38. – P. 531–540.
169. Буадзе О.А., Кахая М.Д., Кацитадзе К.П. Защитный эффект витаминов группы В при действии гербицила 2,4-Д на ультраструктурную организацию клеток растительного организма // *Фізіологія і біохімія культурних рослин.* – 1998. – Т. 19, № 6. – С. 602–606.
170. Гришко В.М., Демура Т.А. Динаміка вмісту метаболітів аскорбінової кислоти в проростках кукурудзи за сумісної дії кадмію і нікелю // *Фізіологія і біохімія культурних рослин.* – 2009. – Т. 41, № 1. – С 75–83.
171. Shigeoka S., Yoshimura K., Ishikawa T. Role of ascorbic acid in the protective system of plants against the photooxidation damages // *Vitamins.* – 2003. – 77, N 7. – P. 363–375.
172. Макаручук Т.Л., Мордерер Е.Ю., Золотарева Г.Ф., Дубровская А.А. Влияние смеси гербицидов ацетала и атразина на растениях кукурузы // *Физиология и биохимия культурных растений.* – 2000. 32, № 1. – С. 64–68.
173. Озерова Л.В., Швартау В.В. Особливості взаємодії протизлакових гербіцидів – інгібиторів ацетил-КоА-карбоксилази // *Фізіологія і біохімія культурних рослин.* – 2006. – Т. 38, № 3. – С. 243–247.
174. Cole D.J. Detoxification and activation of agrochemicals in plants // *Pestic. Sci.* – 1994. – 42. – P. 209–222.
175. Швартау В.В. Регуляція активності гербіцидів за допомогою хімічних сполук. – К.: Логос, 2004. – 222 с.

176. Arnel G., Hall G., Wilson H., Cullen N. Mesotrione plus atrazine mixtures for control of Canada thistle (*Cirsium arvense*) // *Ibid.* – 2015. – 65. – P. 202–211.

177. Мордерер Є.Ю., Нізков Є.І., Лук'янченко О.С. Ефективність застосування сумішей гербіцидів інгібіторів ацетолактатсинтази для боротьби з осотом польовим у посівах пшениці та ячменю // *Фізіологія і біохімія рослин.* – 2008. – Т. 40, № 4. – С. 310–317.

178. Іващенко О.О. Бур'яни в агрофітоценозах. – К.: Світ, 2001. – 235 с.

179. Основні види бур'янів у посівах сільськогосподарських культур і заходи боротьби з ними // *Прогноз фітосанітарного стану агроценозів України та рекомендації щодо захисту рослин у 2012 р.* – Головна інспекція захисту рослин. – К., 2012. – С. 122–158.

180. Мордерер Є.Ю. Сучасний стан, проблеми та перспективи подальшого розвитку хімічного методу боротьби з бур'янами // *Фізіологія і біохімія культурних рослин.* – 2008. – Т. 40, № 6. – С. 492–501.