

**АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ  
ВЕДЕННЯ ОРГАНІЧНОГО  
ЗЕМЛЕРОБСТВА В УМОВАХ  
ПІВДНЯ УКРАЇНИ**

Монографія

**ОЛДІПІУС**

2022

# ЗМІСТ

УДК 631.147(477.7)  
А26

## Рецензенти:

**Мальчикова Д. С.** – докторка географічних наук, професорка, проректорка з навчальної та науково-педагогічної роботи, професорка кафедри географії та екології (Херсонський державний університет);

**Романчук Л. Д.** – докторка сільськогосподарських наук, професорка, проректорка з наукової роботи та інноваційного розвитку (Поліський національний університет);

**Харитонов М. М.** – доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри загального землеробства та ґрунтознавства (Дніпровський державний аграрно-економічний університет)

*Рекомендовано до друку Вченою радою*

*Херсонського державного аграрно-економічного університету  
(протокол № 6 від 28.12.2021 р.)*

А26 **Агроекологічне** обґрунтування ведення органічного землеробства в умовах півдня України : монографія / В. І. Пічура, Л. О. Потравка, Д. С. Бреус та ін. – Херсон : Олді+, 2022. – 222 с.

ISBN 978-966-289-625-1

Монографію присвячено агроекологічному обґрунтуванню ведення органічного землеробства в умовах півдня України на прикладі території Херсонської області. Узагальнено існуючий стан та визначені перспективи розвитку органічного землеробства на світовому, державному та регіональному рівнях, здійснено ретроспективний аналіз зміни стану родючості ґрунтів Херсонської області, розроблено картографічні моделі неоднорідності територіального розподілу родючості ґрунтів та представлена оцінка їх придатності для ведення органічного землеробства, розроблено агроекологічне обґрунтування ведення та перспективи розвитку органічного землеробства, запропоновано модель структури геоінформаційно-аналітичної системи для ведення органічного землеробства.

Робота є результатом наукових досліджень, проведених в рамках наукового проекту молодих вчених «Агроекологічні аспекти ведення органічного землеробства в умовах півдня України» (№ державної реєстрації 0119U100067), 2019–2021 рр.

Для фахівців і виконавців у сфері земельних відносин, екології та природних ресурсів, аграрної і водної політики, аспірантів та студентів природничих спеціальностей.

УДК 631.147(477.7)

ISBN 978-966-289-625-1

© ХДАЕУ, 2022

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ . . . . . 5

ВСТУП . . . . . 6

## РОЗДІЛ 1

### СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА . . . . . 9

1.1. Органічне землеробство та його основні поняття . . . . . 9

1.2. Світовий досвід ведення органічного землеробства . . . . . 16

1.3. Стан та перспективи розвитку органічного землеробства в Україні . . . . . 25

1.4. Соціально-екологічне значення органічного землеробства з метою залучення додаткових інвестиційних ресурсів

у розбудову сільських територій . . . . . 33

Список використаних джерел до розділу 1 . . . . . 54

## РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ . . . . . 61

2.1. Характеристика об'єкту досліджень . . . . . 61

2.2. Схема та методика досліджень . . . . . 69

Список використаних джерел до розділу 2 . . . . . 79

## РОЗДІЛ 3

### ОРГАНІЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ТА ПЕРЕДУМОВИ

ЙОГО ВЕДЕННЯ В ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ . . . . . 84

3.1. Сучасний стан органічного землеробства в Херсонській області . . . . . 84

3.2. Ретроспективні дослідження зміни родючості ґрунтів як основної передумови ведення органічного землеробства . . . . . 87

3.3. Просторове моделювання стану ґрунтів за агроекологічними показниками . . . . . 100

3.4. Прогнозування агроекологічного стану ґрунтів Херсонської області . . . . . 127

Список використаних джерел до розділу 3 . . . . . 133

РОЗДІЛ 4

АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ  
МЕХАНІЗМУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ВЕДЕННЯ  
ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ . . . 139

4.1. Оцінка придатності земель для органічного землеробства . . . . 139

4.2. Заходи щодо покращення агроекологічного стану  
ґрунтів Херсонської області . . . . . 151

4.3. Модель структури геоінформаційно-аналітичної системи  
органічного землеробства . . . . . 161

4.4. Ефективність застосування біологічних  
багатофункціональних рістрегулюючих препаратів  
для вирощування зернових культур . . . . . 179

4.4.1. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов  
та програма наукових досліджень в зоні Степу України . . . . . 179

4.4.2. Вплив біологічних багатофункціональних  
рістрегулюючих препаратів на продуктивність  
сортів пшениці озимої різного типу розвитку . . . . . 186

Список використаних джерел до розділу 4 . . . . . 202

ВИСНОВКИ . . . . . 207

ДОДАТКИ . . . . . 210

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

**БШП** – багатошаровий перцептрон  
**ГДК** – гранично допустима концентрація  
**ГІАС** – геоінформаційно-аналітична система  
**ГІС** – геоінформаційні системи  
**ГПК** – ґрунтово-поглинаючий комплекс  
**ДВНЗ** – державний вищий навчальний заклад  
**ДЗЗ** – дистанційне зондування Землі  
**ДСТУ** – державний стандарт України  
**ДУ** – державна установа  
**ЄС** – Європейський Союз  
**НААН** – національна академія аграрних наук  
**НМ** – нейронна модель  
**ООН** – Організація Об'єднаних Націй  
**СУБД** – система управління базами даних  
**ТОВ** – товариство з обмеженою відповідальністю  
**ХДАУ** – Херсонський державний аграрний університет  
**ХФ** – херсонська філія  
**ШНМ** – штучні нейронні мережі  
**AFN** – Alternative Food Networks  
**Dea** – Data Envelopment Analysis  
**Fao** – Food and Agriculture Organization  
**Fibl** – Forschungsinstitut Für Biologischen Landbau  
**Ifoam** – International Federation of Organic Agriculture Movements  
**Mlp** – Multilayer Perceptron  
**Mape** – Mean Absolute Percentage Error  
**Snn** – Statistics Neural Networks

Традиційне землеробство характеризується високими показниками економічної ефективності, але за останні 100 років воно спричинило зниження родючості степових ґрунтів у 3,4 рази, погіршенням екологічного стану довкілля пестицидами та агрохімікатами, не надається достатнього значення біологічній якості продукції, яка оцінюється не тільки за привабливим зовнішнім виглядом, смаком і розмірами, але і здатністю підтримувати здоров'я людини. Тому питання екологізації сільського господарства та посилення вимог до екологічності отриманої продукції на сьогоднішній день є одним із головних пріоритетів еколого-економічної безпеки України. Це досягається шляхом стабілізації і поліпшення екологічного стану території держави, охорони, раціонального використання й відтворення земельних ресурсів. Зарубіжний досвід доводить, що провідні країни світу, не зважаючи на відносно низьку інвестиційну привабливість органічного сільськогосподарського виробництва, вкладають у цю галузь значні обсяги державних коштів. Ринок органічної продукції вже близько двох десятиріч є одним з найбільш динамічних ринків продовольства у Світі й стає популярною альтернативою споживання традиційної продукції. Органічне виробництво є важливим дієвим механізмом зміцнення економіки агропромислового комплексу держави та забезпечення здорової нації через споживання найбільш якісних продуктів харчування.

Результатом розвитку органічного виробництва слід вважати розвиток сільських територій та підвищення рівня життя сільського населення; зростання ефективності та прибутковості сільськогосподарського виробництва; забезпечення споживчого ринку якісною продукцією; зміцнення експортного потенціалу регіону; поліпшення його іміджевої складової виробників та експортерів високоякісної органічної продукції, що є запорукою продовольчої безпеки України.

Важливість розвитку органічного землеробства, як основної складової органічного виробництва, віднесено до основних стратегічних завдань держави, процес реалізації якого має здійснюватися у відповідності до Постанови Ради (ЄС) № 834/2007 щодо органічного виробництва і маркування органічних продуктів, Закону України № 5448-Д «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції», Стратегія розвитку аграрного сектору економіки України на період до 2030 року, щодо сприяння розвитку органічного землеробства, передусім у малих та середніх господарствах, Аналітичної записки Національного інституту стратегічних досліджень України «Щодо напрямів розвитку органічного виробництва сільськогосподарської продукції в Україні».

Органічне землеробство об'єднує сільськогосподарські системи, функціонування яких направлено на екологічно-соціально-економічно доцільне виробництво сільськогосподарської продукції, що передбачає використання природного потенціалу регіону з метою гармонізації господарювання і навколишнього середовища. Органічне землеробство базується на принципах системності, гармонійності та синергії, обумовлених місцевими соціально-економічними, кліматичними та історико-культурними особливостями.

Питання стану і розвитку органічного землеробства та визначення основних шляхів його впровадження відображенні в наукових працях вітчизняних та зарубіжних дослідників. Вагомий внесок здійснили: Антоненко С.С., Бацула А.А., Бегай С.В., Берлач Н.А., Вовк В.І., Гармашів В.В., Гудзь В.П., Кобець М.І., Писаренко В.М., Писаренко П.В., Романчук Л.Д., Скрипчук П.М., Харитонов М.М. та інші вчені.

За даними Міністерства аграрної політики України, станом на початок 2020 рік в Україні зареєстровано 618 операторів, які отримали статус органічних виробників, з них 470 (76,0%) підприємства займаються рослинництвом. В державі за останні



18 років площа земель зайнятих під органічним землеробством збільшилась у 2,8 раза і становить 468,0 тис., що складає близько 1,1% загальної площі сільськогосподарських земель України, з них 48,1% зайняті під вирощування зернових, 16% займають олійні, 4,6% займають бобові культури, під овочами зайняті 2%, фруктами – 0,6%. Активізація органічного виробництва спостерігається в Херсонській області, яка за показниками площі ведення органічного землеробства займає друге місце в країні після Одеської області. Україна робить лише перші кроки у формуванні та становленні ринку органічної продукції, тому питання просторово-часового агроекологічного та економічного обґрунтування передумов та перспектив ведення органічного землеробства на регіональному та державному рівнях є до кінця не вивченим і актуальним.

## РОЗДІЛ 1

# СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

### **1.1. Органічне землеробство та його основні поняття**

Зростання потреби у продовольстві призводить до необхідності збільшення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції на основі ведення традиційного землеробства, що спонукає до використання додаткових природних та енергетичних ресурсів. Окрім цього, традиційне землеробство ґрунтується на застосуванні мінеральних макро- і мікродобрив, пестицидів, гербіцидів, що є основною причиною погіршення екологічного стану ґрунтів і навколишнього середовища.

Усвідомлення екологічних наслідків сприяло виникненню альтернативних форм землеробства, одним з яких є органічне землеробство. За визначенням International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM): «органічне сільське господарство – виробнича система, що підтримує здоров'я ґрунтів, екосистем і людей. Воно залежить від екологічних процесів, біологічної різноманітності та природних циклів, характерних для місцевих умов, при цьому уникається використання шкідливих ресурсів, які викликають несприятливі наслідки. Органічне сільське господарство поєднує в собі традиції, нововведення та науку з метою покращення стану навколишнього середовища та сприяння розвитку справедливих взаємовідносин і належного рівня життя для всього вищезазначеного» [1]. Органічне землеробство поєднує традиції, інновації та науку в інтересах спільного середовища та сприяння справедливим відносинам та якості життя для всіх, хто в цьому задіяний [2].

Слід зазначити, що існують поняття «органічне землеробство», «органічне виробництво», та «органічне землекористування». Поняття «органічне землеробство» має термінологічні відмінності в залежності від країн світу. Так, термін «органічне землеробство» («Organic Farming») офіційно прийнятий в англійських країнах Європейського Союзу (ЄС), еквівалентом якому у Франції, Італії, Португалії та країнах Бенілюксу є «біологічне землеробство» («Biological Farming»), у Данії, Німеччині та іспанських країнах – «екологічне землеробство» («Ecological Farming») [3].

У Законі України «Про виробництво і обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» (№ 191-VIII від 12.02.2015) окремо не визначено поняття органічне землеробство, його прирівняно до виробництва органічної продукції [4].

Термін «органічне виробництво» представляє собою цілісну багатофункціональну модель господарювання та виробництва органічної продукції, яка забезпечує збалансовану динамічну рівновагу між компонентами інтегрованої соціо-економіко-екологічної системи протягом визначеного проміжку часу з метою економічного зростання та підвищення рівня життя населення з одночасним поліпшенням стану навколишнього середовища [5].

У 2005 році IFOAM розроблено комплекс принципів органічного землеробства, які мають світове значення та сприяють розвитку органічного сільського господарства, зокрема: принцип здоров'я, що передбачає підтримку і посилення здоров'я ґрунту, рослин, тварин, людини та планети як єдиного і неподільного; принцип екологічності, який базується на функціонуванні живих екологічних систем та циклів, сприяє їх всебічному та системному розвитку; принцип справедливості, направлений на організацію різних форм, які мають ґрунтуватись на сприянні відносин щодо спільного середовища та життєвих можливостей; принцип охорони, передбачає вжиття запобіжних

заходів та відповідальності щодо захисту здоров'я та благополуччя нинішніх та майбутніх поколінь та навколишнього середовища [6].

Англійською дослідницею Сарою Вотмор було об'єднано різноманітні напрями альтернативного сільського господарства, які вона визначає альтернативними харчовими мережами (AFN), зосереджуючи увагу на зміцненні довіри між виробниками продуктів харчування та споживачами, що формує нові форми політичної асоціації та управління ринком [5].

Нею висвітлено «бінарну протилежність» між виробничим підходом традиційного сільського господарства, що характеризується його залежністю від агрохімікатів, виробництвом монокультури, інтенсивним зрошенням і механізацією та сталим органічним сільським господарством побудованому на довірі споживачів [7]. Проте, існують фактори впливу, що зумовлюють різницю цих визначень. Існування різних форм альтернативного сільського господарства, передбачає також різноманіття видів органічного сільського господарства. Загальні визначення часто зосереджено на виключенні синтетичних компонентів, що є центральним аспектом практики органіки [8].

Однак органічне землеробство – це не тільки відмова від методів сучасного ведення сільського господарства і перехід до вирощування сільськогосподарської продукції без використання пестицидів та агрохімікатів. Органічне землеробство поєднує традиційні знання з сучасними науковими уявленнями про сівоzmіни, компостування, та інші методи створення систем землеробства, які базуються на мінімальному використанні ресурсів, з метою підтримки родючості ґрунту, що і вирізняє його від традиційного землеробства [9].

Специфіка органічного сільського господарства не достатньо вивчена, тому увагу дослідників спрямовано на подолання розриву між сучасним органічним та традиційним сільським господарством шляхом виокремлення екологічних переваг

органічного землеробства та спроможність малих фермерських господарств перейти на виробництво органічної продукції. [10].

Органічне сільське господарство за визначенням вітчизняного науковця В.І. Вовка є «багатофункціональною агроекологічною моделлю виробництва, що базується на менеджменті (плануванні й організації) агроєкосистем» [11]. Автором визначено, що підвищення продуктивності виробництва та якості продукції може бути досягнуто з максимальним використанням біологічних факторів підвищення природної родючості ґрунтів, агроєкологічних методів боротьби із шкідниками і хворобами, а також зосереджені на перевагах біорізноманіття, зокрема місцевих та унікальних видів, сортів, порід тощо [12].

Вітчизняна дослідниця О.А. Попова вважає, що органічне сільське господарство за своєю суттю є взірцевою моделлю сталого агрогосподарювання, за якої найповнішою мірою реалізується багатофункціональність сільського господарства і, насамперед, його соціально-екологічна спрямованість. Дослідниця вважає, що така форма господарювання представляє нову економіку сільського господарства, за якої вдало поєднуються екологічна турбота, економічна раціональність і соціальна логіка [13].

В своїй роботі О.О. Прутська наголошує, що науково-технічний прогрес у країнах з високим рівнем хімізації сільського господарства сприяв виникненню різних видів альтернативного землеробства [14]. Нині в усьому світі спостерігається посилення уваги до стану екосистем, родючості ґрунтів, ведення землеробства на основі максимальної реутилізації та рециркуляції всіх видів господарств. Провідна роль при цьому відводиться органічному сільському господарству, що поєднує в собі традиції, нововведення і науку, що покликані поліпшувати довкілля, попереджувати деградаційні процеси у ґрунтах, здійснювати розробку та запровадження нових систем ведення землеробства, безпечних для навколишнього природного середовища,

що в сукупності забезпечить суспільство біологічно повноцінними продуктами харчування [15].

Метою органічного сільського господарства є досягнення екологічного балансу шляхом проектування систем землекористування, створення і підтримки генетичного та сільськогосподарського різноманіття. Виробники органічної продукції покликані охороняти навколишнє середовище, зокрема ландшафти, клімат, середовище перебування, біологічне різноманіття, повітря та водні ресурси [16].

Управління процесом органічного виробництва має враховувати особливості природних умов регіону, рівень культури і свідомості населення. Вплив повинен бути зменшений шляхом повторного використання ресурсів, утилізації та ефективного управління матеріалами та енергією з метою підтримки та поліпшення екологічної якості продукції та ресурсів, що охороняються [17].

О.Т. Дудар характеризує органічне виробництво, в сучасних умовах викликів глобалізації та посилення диференціації суспільства, як складну екологічно збалансовану систему органічного сільськогосподарського виробництва, ключовими завданнями якої є ефективне виробництво натуральної продукції, що має біологічно цінні якості й оздоровчі властивості для забезпечення повноцінного харчування людей і виключає будь-які ризики для здоров'я, сприяє збереженню навколишнього природного середовища [18].

Ф.А. Вазинський вважає, що одним із можливих варіантів органічного виробництва є органічне сільське господарство, яке ґрунтується на принципах природних екологічних систем і циклів. Цей принцип відрізняє органічне сільське господарство від традиційного землеробства, тим, що досягається шляхом екологізації середовища виробництва. Принципи ведення органічного землеробства, використання природних систем для отримання якісного врожаю, повинні існувати збалансовано з природними циклами [19].

Під «органічним сільським господарством» найчастіше розуміють агровиробничу практику, яка базується на виключенні синтетичних хімікатів (добрив, пестицидів, антибіотиків тощо), здійсненні мінімальної оранки ґрунту, відсутністю генетично модифікованих організмів (ГМО) у рослинництві, тваринництві та ін. [19].

Термін «землеробство» характеризується набором агротехнологічних операцій для вирощування сільськогосподарських культур, земля при цьому є засобом виробництва. Використання поняття «землекористування» передбачає систему відносин з приводу використання землі як об'єкта природи, що перебуває в тісній взаємодії з навколишнім природним середовищем, де посідає домінуюче місце [20].

На нашу думку для визначення агроекологічних передумов ведення органічного сільського господарства більш доцільно використовувати термін «органічне землеробство», так як головне його завдання – збереження довкілля і підвищення родючості ґрунту.

У своїй роботі П.О. Стецишин визначив органічне землеробство як таке, що об'єднує всі сільськогосподарські системи, що підтримують екологічно-, соціально- та економічно ефективно виробництво сільськогосподарської продукції. В основі таких систем міститься використання локально-специфічної родючості ґрунтів, як ключового елементу успішного виробництва. Ці системи використовують природний потенціал земель, рослин, тварин, їх функціонування спрямовано на гармонізацію сільськогосподарської практики і процесів, що відбуваються у навколишньому середовищі [21].

Органічне землеробство суттєво зменшує використання зовнішніх ресурсів виробництва шляхом обмеження синтезованих хімічних добрив, пестицидів і фармпрепаратів. Натомість для підвищення врожаїв та для захисту рослин використовуються новітні агротехнологічні заходи й різноманітні природні

засоби. Органічне землеробство обумовлюється соціально економічними, кліматичними та історико-культурними особливостями місцевості [22; 23].

П.В. Писаренко в своїх роботах зазначає, що органічне землеробство – це система землеробства, метою якої є баланс між продуктивністю агроценозу і деградацією навколишнього середовища з метою забезпечення збереження якості земель для майбутніх поколінь [24]. Основною метою цієї системи є оптимізація здоров'я і продуктивності взаємопов'язаних ланок «ланцюга життя» – ґрунту, рослини, тварини, людини. Окрім цього автором визначено, що таке господарювання конструює і управляє технологіями з метою створення екосистем зі стійкою продуктивністю. Практично це система, яка виключає використання синтетичних добрив, пестицидів, регуляторів росту та кормових добавок до раціону тварин та інших потенційно небезпечних речовин [25]. За такої необхідності надходження поживних речовин в ґрунт регулюється шляхом збільшення посівних площ бобових, накоплення рослинних залишків, та інших органічних відходів

Вітчизняний науковець М.І. Кобець, узагальнюючи існуючі підходи вітчизняних і зарубіжних вчених, визначив поняття «органічне агровиробництво» в сучасних умовах глобалізації та посилення диференціації суспільства, як складану екологічно збалансовану систему органічного сільськогосподарського виробництва, ключовими завданнями якої є ефективно виробництво натуральної продукції, яка має біологічно цінні якості та оздоровчі властивості для забезпечення повноцінного харчування людей і виключає будь-які ризики для здоров'я, сприяє збереженню навколишнього природного середовища [26].

Усвідомлення зростаючої екологічної загрози внаслідок інтенсивного ведення агровиробництва стимулювало розробку альтернативних моделей землеробства, які краще відповідали б життєвим інтересам суспільства. Одним із засновників

ідеології нових форм ведення сільського господарства був японський філософ М. Окада (1882–1955 рр.), який вважав, що «... сільське господарство має вирішувати такі завдання: пропонувати продукти харчування, що не тільки підтримують життєдіяльність, а й поліпшують здоров'я людей; бути економічно вигідним для виробника і споживача; виробляти продукти в кількості, достатній для задоволення потреб зростаючого населення; не порушувати біологічної рівноваги в природі; бути екологічно безпечним; використовувати досить прості, стабільні і доступні методи та засоби ведення господарства [27].

Т.О. Зінчук визначає, що «Позитивна динаміка подальшого великомасштабного переходу країн на органічне землеробство мотивується двома основними факторами: по-перше, бурхливим розвитком новітніх технологій в аграрній сфері (зокрема в агро-екології та біології); та, по-друге, об'єктивно існуючою потребою суспільства у споживанні екологічно чистих продуктів харчування, зниженні матеріальних та енергетичних затрат, раціональному використанні ресурсного потенціалу сільського господарства» [28].

Таким чином, дослідження літературних джерел відносно органічного землеробства свідчать про наявність значної кількості визначень, а також про спрямованість сучасних виробників до системи органічного землеробства. Тому актуальним та необхідним є проведення детального вивчення досвіду передових країн світу.

## 1.2. Світовий досвід ведення органічного землеробства

Досвід європейських країн в частині ведення органічного землеробства є унікальним та потребує ретельного вивчення. Зокрема в ЄС діє єдина нормативна база (встановлюється Постановами Ради ЄС) про органічне виробництво і маркування органічної сільськогосподарської продукції і продуктів харчування.

Вона є обов'язковою для виконання в усіх країнах Євросоюзу і представляє собою законодавчу основу для виробників, переробників і торгівців органічною продукцією. Ця нормативна база встановлює загальні вимоги до біопродукції і типові методи стимулювання її виробництва. На основі цієї нормативної бази кожна країна ЄС розробляє власну законодавчу базу для «органіки» і використовує спеціальні плани стимулювання розвитку ринку органічної продукції, що розширює можливості країн в частині розвитку органічного землеробства [29; 30].

Основними, загальноприйнятими для всіх країн Європи є Постанова Ради (ЄС) № 834/2007 щодо органічного виробництва і маркування органічних продуктів. Цим Регламентом визначаються вимоги щодо органічного виробництва у сільському господарстві та споживчих продуктах, зумовлюються методи виробництва для органічних сільськогосподарських культур, а також регулюються процеси маркування, обробки та збуту органічної продукції в країнах Європейського Союзу, а також імпорт екологічно чистих продуктів з інших країн. Регламент Комісії (ЄС) 889/2008 «Детальні правила щодо органічного виробництва, маркування і контролю» для впровадження Постанови Ради (ЄС) № 834/2007 [31].

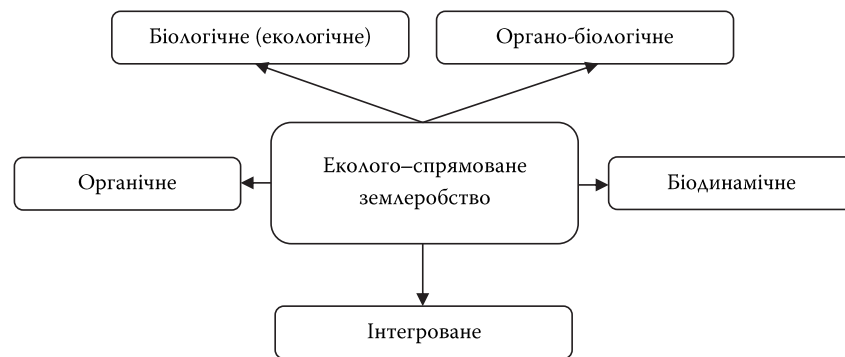
Наступним стандартом в галузі контролю якості в галузі органічного землеробства є «Британський стандарт в галузі систем екологічного менеджменту BS 7750». Ним не визначено вимоги до природоохоронної діяльності підприємства, але існують рекомендації, необхідні для створення ефективної системи екологічного менеджменту, для розвитку ініціативного екологічного аудитування, що покликане позначитися на поліпшенні екологічних характеристик діяльності організації в цілому. Окреслений стандарт був прийнятий такими країнами як Фінляндія, Нідерланди і Швеція [32].

Країнами Євросоюзу стимулювання менш інтенсивного способу агровиробництва, як засобу зниження негативного



впливу на навколишнє природне середовище, розпочата з 1989 р. (Постанова 4115/88/EWG про державне стимулювання екстенсифікації). Нині кожний захід Спільної аграрної політики ЄС обов'язково узгоджується з агроекологічними програмами охорони довкілля з метою мінімізації шкоди від фермерського господарювання та збереження природних ландшафтів [33].

Також слід зазначити, що найпоширенішими альтернативними методами ведення екологічного землеробства в світі, які відповідають життєвим інтересам суспільства є: органічне, органо-біологічне, біодинамічне, біологічне (екологічне) сільське господарство (рис. 1.1).



**Рис. 1.1. Місце органічного землеробства в системі екологічних методів ведення землеробства Європи та США**

*Джерело: побудовано автором за матеріалами [34]*

Представлені методи ведення екологічного землеробства мають свої особливості застосування. При використанні екологічного методу ведення сільського господарства не застосовують синтетичні добрива, стимулятори росту та пестициди, що є найбільш характерною рисою для ведення органічного землеробства. Дозволяється використовувати лише гній, компости, кісткове борошно, «сирі» породи (доломіт, глауконітовий пісок, крейду, вапно,

польовий шпат). Особливу увагу необхідно приділити сівозміні, під час якої рекомендується використовувати бобово-злакові травосумішів якості зеленого добрива [35].

Органо-біологічне ведення органічного землеробства базується на створенні «здорового ґрунту» шляхом підтримки й активізації його мікрофлори. Застосовуються лише органічні (гній, сидерати) та деякі повільно діючі мінеральні добрива (томашлак, базальтовий пил).

Біодинамічне ведення органічного землеробства найпоширеніше у Німеччині, Швеції і Данії. Основна ідея цього методу ведення землеробства полягає у вирощуванні сільськогосподарських культур з врахуванням природних (земних) і космічних ритмів. Одночасно з цим, спеціальні біологічні препарати стимулюють потенціал рослин й активізують певні процеси в ґрунті [36].

Біологічне (екологічне) землеробство (Франція, Польща) ґрунтується на суворому обмеженні застосування пестицидів і критичному ставленні до застосування мінеральних добрив, натомість використовуються органічні та нетоксичні препарати (ефірні олії, порошки, настої з водоростей тощо), на невеликих прощах сільськогосподарських угідь. Механічний склад ґрунту є основою для прийняття рішення про застосування цих препаратів [37].

Розвиток ринку органічної продукції в країнах, що розвиваються, стримується відсутністю системи сертифікації. Але експортний попит на органічну продукцію посилює інтерес виробників цих країн у даному сегменті. Тому, виробники мають дотримуватись стандартів якості і процедур сертифікації органічної продукції, затверджених у розвинутих державах, а також враховувати зміни споживчих пріоритетів населення, які традиційно віддають перевагу місцевим товарам [38].

За даними Дослідного інституту органічного сільського господарства (FiBL) та Міжнародної федерації органічних сільськогосподарських рухів (IFOAM – Organics International) загальна площа сільськогосподарських земель, зайнятих під



органічне виробництво Світу за 20 років збільшилася у 6,5 раза і у 2018 році становила 71,5 млн га. Світовими лідерами серед країн світу за площею земель, зайнятих під органічним землеробством, є Австралія (35,7 млн га), Аргентина (3,6 млн га) та Китай (3,1 млн га) (рис. 1.2). З найбільшими площами сільськогосподарських земель, що обробляються за допомогою технологій органічного землеробства відносять країни Австралія та Океанії (50,0%), країни Європи (23%) та Латинської Америки (12%).

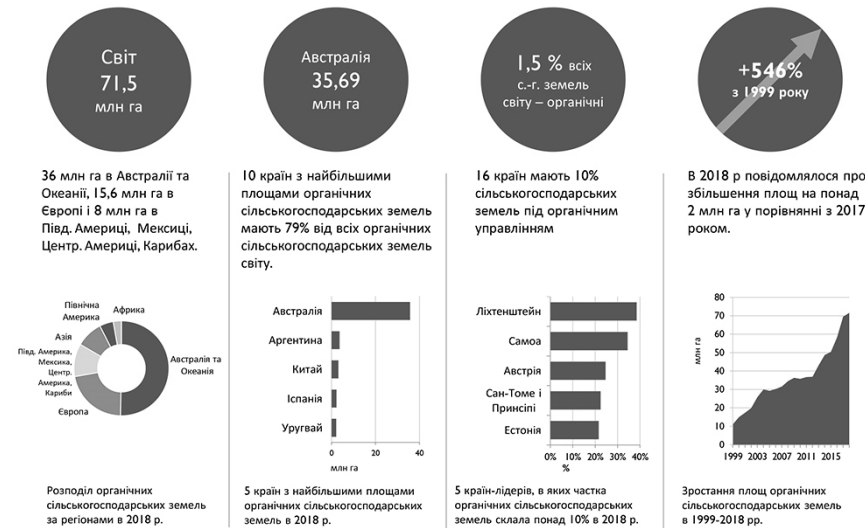


Рис. 1.2. Країни-лідери та динаміка зміни сільськогосподарських земель, зайнятих під органічне землеробство світу

Джерело: [39]

В цілому, налічується 15 країн, з використанням 10% усіх земель сільськогосподарського призначення для ведення органічного землеробства. З них найбільше таких земель у Ліхтенштейні (38,5%), Самоа (34,5%) та Австрії (24,7%).

В період 1999–2018 рр. виробників органічної продукції збільшилося у 14,0 раза – з 0,2 до 2,8 млн виробників (рис. 1.3), найбільша їх кількість зареєстрована в Індії близько 1,1 млн, Уганді – 210,0 тис. та Ефіопії – 203,0 тис. Більше 90% виробників органічної продукції зафіксовано в Азії (47,0%), Африці (28,0%) та Європі (17,0%).

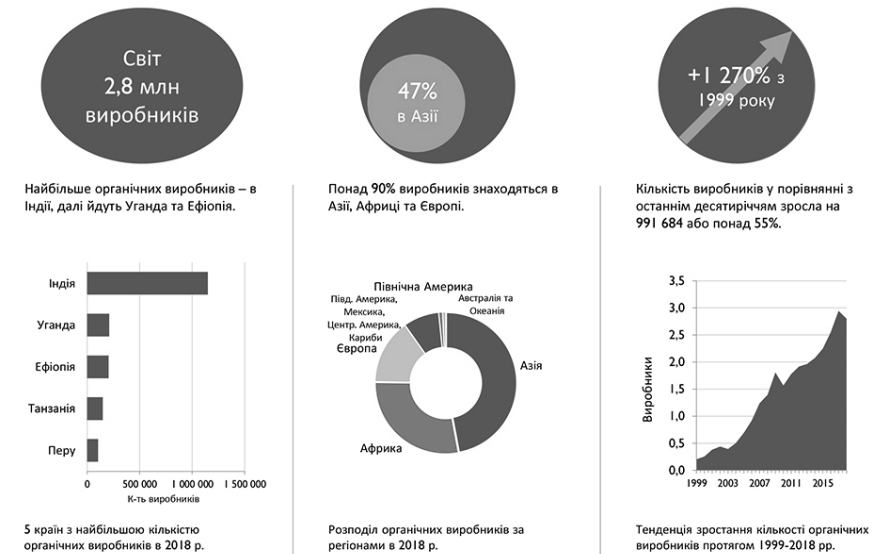
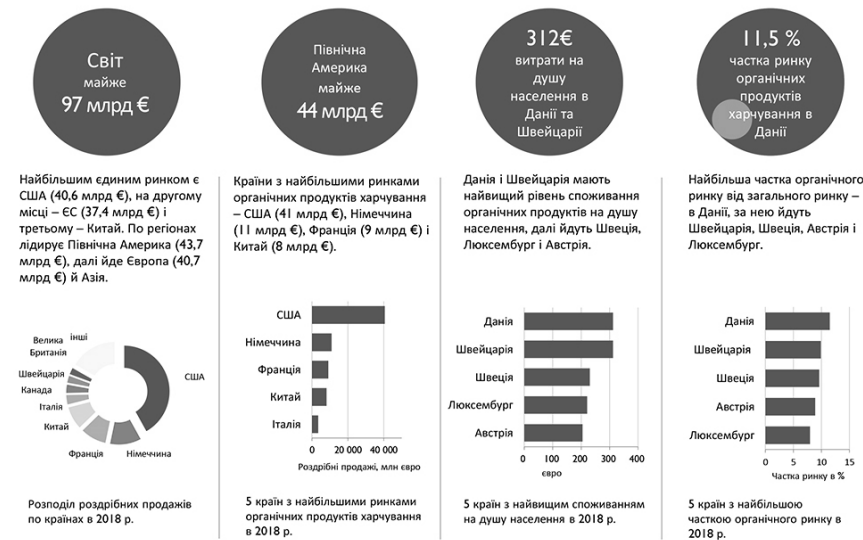


Рис. 1.3. Динаміка зміни органічних виробників у країнах Світу

Джерело: [39]

Відзначена стійка тенденція до збільшення вартості світового органічного ринку (рис. 1.4), за 20 років вона підвищилася у 6,4 раза і станом на 2018 рік оцінювалася у 96,7 млн євро, в тому числі США – 40,6 млн євро, Німеччині – 10,9 млн євро, Франції – 9,1 млн євро.



**Рис. 1.4. Структура вартості світового органічного ринку та частка споживання органічної продукції у країнах світу**

Джерело: [39]

Органічне виробництво у цих країнах підтримується на державному рівні шляхом вжиття заходів, спрямованих на екологізацію сільського господарства. Зокрема, здійснюється митне регулювання ввезення хімічних добрив, додаткові виплати за невикористання хімічних засобів, державні субсидії для ведення органічного землеробства на період конверсії (переходу від традиційного сільськогосподарського виробництва до органічних технологій), часткова компенсація вартості сертифікації й контролю.

Світовий досвід свідчить, що попит на органічну продукцію в основному зростає в країнах з високим або зростаючим рівнем розвитку, де населення досягло певного рівня економічного виховання. Середнє значення споживання органічної продукції у світі на одну особу складає 12,8 євро в рік. Відповідно, розвинутими

є ринки органічної продукції країн Західної Європи і Північної Америки. В цих країнах у середньому споживач витрачає на придбання зазначених товарів від 80 до 300 євро в рік і більше. Зокрема, в Швейцарії та Данії на органічну продукцію витрачається в рік 312 євро на особу, Швеції – 231 євро, Люксембург – 225 євро, Австрії – 200 євро на особу [39].

Станом на 2018 рік найбільшу частку органічної продукції на внутрішньому споживчому ринку мають Данія – 11,5%, Швейцарія – 10,0%, Швеція – 9,8%, Австрія – 9,0% та Люксембург – 8,0% (рис. 1.4).

Лідируючі позиції серед країн Європи з найбільшою кількістю підприємств, які займаються виробництвом органічної продукції, є Туреччина (79,5 тис. виробників), Італія (69,3 тис. виробників) та Франція (41, тис. виробників). За кількістю підприємств переробки органічної продукції лідируючі місця займають Італія – 20,0 тис. підприємств, Франція – 16,6 тис., Німеччина – 15,4 тис. підприємств.

У країнах Європи, відносно до середньосвітового рівня, зафіксовано високий значення споживання органічної продукції на рівні 50 євро в рік на особу, у країнах Європейського Союзу це значення становить 76 євро в рік на одну особу (табл. 1.1).

Як правило, в країнах ЄС стимулювання розвитку органічного ринку здійснюється державою за рахунок заходів підтримки товаровиробників, шляхом підтримки реклами в засобах масової інформації, проведенні тренінгів для фермерів, оплаті послуг консультантів.

З 2016 р. Україна входить до 20 країн світу за обсягами площ сільськогосподарських земель для ведення органічного землеробства. Станом на 2018 рік серед країн Європи Україна займає 9 місце з площею 381,17 тис. га. Половину загальної площі сільськогосподарських земель Європи, зайнятих під органічне виробництво, розташовані у Іспанії, Франції, Італії та Німеччині (рис. 1.5). Найбільшу площу органічних земель в Європі має

Іспанія (2,2 млн га), Чехія знаходиться на 8-му місці з показником 488 тис. га.

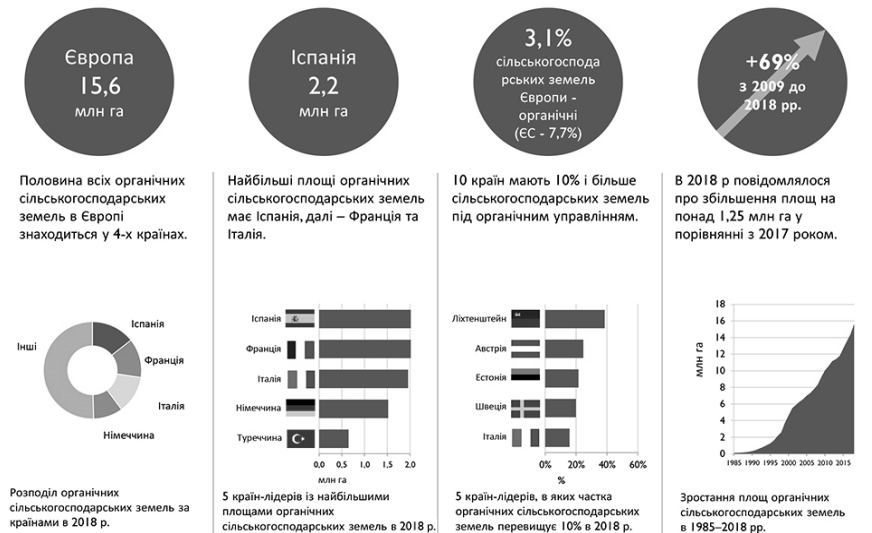
Таблиця 1.1

**Характеристика структури ринку органічної продукції в країнах Європи та Європейського Союзу за 2017–2018 рр.**

Показник	Європа	Європейський Союз	3 країни-лідери в Європі
Імпортер, кількість	5790	5034	Німеччина (1723) Швейцарія (548) Франція (545)
Роздрібні продажі, млрд євро	40,7	37,4	Німеччина (10 910) Франція (9139) Італія (3483)
Зростання роздрібних продажів в 2017–2018 рр.	7,8%	7,7%	Франція (15,4%) Швейцарія (13,3%) Данія (12,9%)
Частка ринку органічних продуктів	Немає даних	Немає даних	Данія (11,5%) Швейцарія (9,9%) Швеція (9,6%)
Споживання органічної продукції на душу населення, євро	50	76	Швейцарія (312) Данія (312) Швеція (231)

Джерело: [39]

Таким чином, світові тенденції розширення органічного землеробства підтверджуються значним збільшенням площ сільськогосподарських угідь. Розвиток органічного виробництва в передових країнах світу стимулюється державою, що підкріплено законодавчим забезпеченням та фінансовою підтримкою, що підвищує ефективність господарств, які займаються органічним виробництвом, та сприяє збільшенню їх кількості.

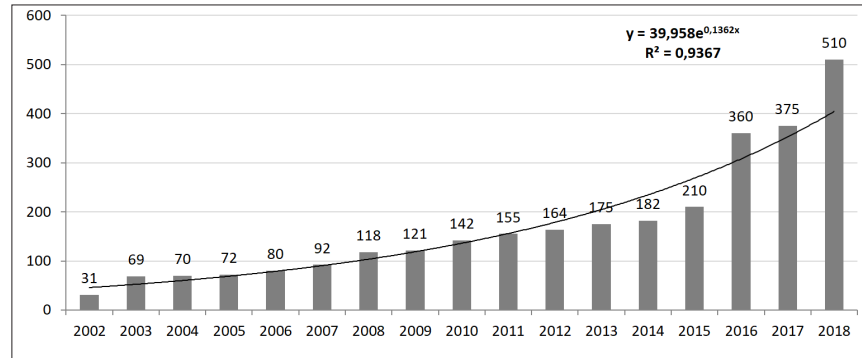


**Рис. 1.5. Динаміка та структура розподілу сільськогосподарських земель, зайнятих під органічне виробництво у країнах Європи**

Джерело: [39]

**1.3. 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. 1.6) [40; 41].

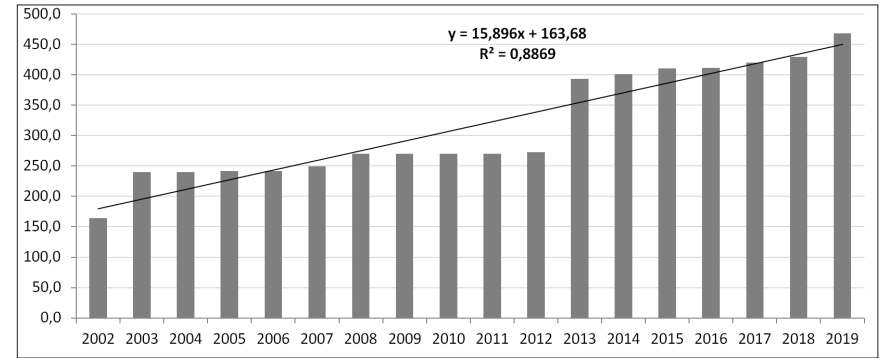


**Рис. 1.6.** Динаміка кількості сертифікованих органічних господарств на території України

Джерело: [42]

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 [43; 44].

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 раза (рис. 1.7), сприяло позитивній тенденції збільшення частки органічної продукції на внутрішньому ринку. Станом на 2019 рік загальна площа органічних сільськогосподарських угідь склала 429 100 га. Площа органічних господарств є нерівномірною і варіює від 1–2 гектарів до 1,0 тисячі гектарів сільськогосподарських угідь і більше.

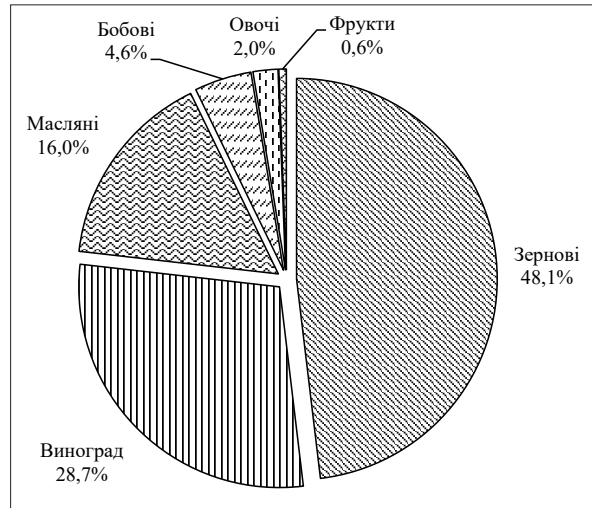


**Рис. 1.7.** Динаміка площі сільськогосподарських угідь (тис. га), зайнятих під органічним землеробством в Україні (2002–2019 рр.)

Джерело: побудовано за даними [42]

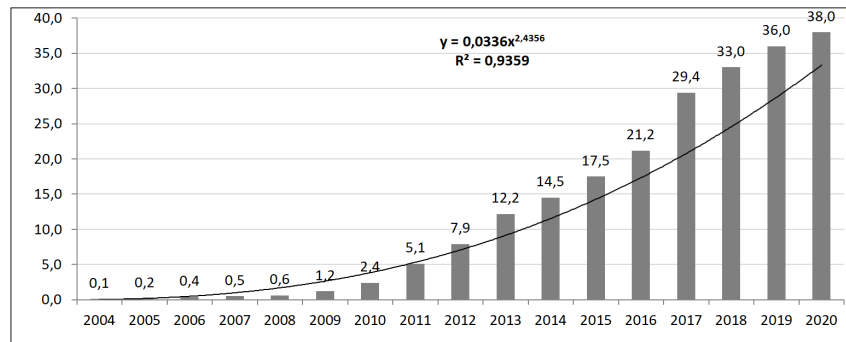
У структурі сільськогосподарських угідь України частка органічних земель становить 1,1%. Спеціалізація малих органічних господарств переважно направлена на вирощування плодовоовочевої та ягідної продукції. Зокрема, експортна орієнтація органічної продукції направлена на вирощування зернобобових культур та ягід. 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-ту – олійних, 9-ту – за картоплею, 10-ту – овочевих культур [45] (рис. 1.8).

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. 1.9).



**Рис. 1.8.** Розподіл площі сільськогосподарських земель з веденням органічного землеробства в Україні, 2018 рік, %

Джерело: побудовано за даними [45]



**Рис. 1.9.** Динаміка обсягу споживчого ринку органічної продукції (млн грн) в Україні (2004–2020 рр.)

Джерело: побудовано за даними [42]

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 [46].

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 [47; 48].

Нами використано результати досліджень вітчизняного споживчого ринку органічної продукції асоціації «БІОЛан 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 [49; 50].

Вітчизняний дослідник Писаренко В.М. виокремив основні фактори впливу на рівень задоволеності споживача та його готовності споживати органічну продукцію [51]: 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 [52–54]: 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 [52; 55].

В процесі дослідження нами було визначено основні фактори впливу на розвиток органічного землеробства в Україні, до них належать природно-кліматичні, інституційні, економічні, соціальні (табл. 1.2).

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 [56; 57].

Таблиця 1.2

### Фактори впливу на розвиток органічного землеробства в Україні

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

Джерело: власні дослідження



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 (Додаток А) [56].

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 [58; 59].

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, емність якого складає, близько, 26 млрд дол. США [60; 61].

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.

#### **1.4. Соціально-екологічне значення органічного землеробства з метою залучення додаткових інвестиційних ресурсів у розбудову сільських територій**

Реалізація цілей сталого розвитку пов'язана з економічним зростанням, матеріальним виробництвом та споживанням, іншими видами суспільної діяльності, що відбувається в межах, визначених здатністю екологічних систем до відновлення. Ключовими концептуальними засадами сталого розвитку

передусім є екологізація економіки, гуманізація, запровадження певної системи принципів підходів до питань суспільної діяльності. Формування національної парадигми і стратегії сталого розвитку України відбувається під впливом сучасних світових тенденцій не тільки щодо гармонійного розвитку людства, а також його виживання та відтворення.

Реалізація концепцій поведінкового маркетингу сприяла розвитку надмірного споживацтва, тоді як використання маркетингових інновацій та інвестицій підприємствами з високим стратегічним потенціалом і домінуючою ринковою позицією вплинуло на скорочення життєвого циклу продукції. У цьому контексті виникає питання щодо ролі, яку сьогодні мають відігравати маркетинг та соціально-економічні інвестиції у розбудову сільських територій, які є результатом сталого розвитку. Прагнення до економічного розвитку сільських територій супроводжується пошуком шляхів зниження викидів і поширення альтернативних джерел енергії, впровадження їх в нові виробництва. Діяльність суб'єктів ринку сьогодні в першу чергу повинна реагувати на виклики, які пов'язані зі збереженням навколишнього середовища та людського здоров'я.

Враховуючи обмеженість фінансових ресурсів держави та місцевих громад, об'єктивно необхідно знайти альтернативні механізми та інструменти фінансування розвитку сільських територій, одним з яких може і повинна бути корпоративна соціальна відповідальність сільськогосподарських підприємств [62].

Світові та міжурядові організації оцінюють рівень та ефективність процесів, спрямованих на забезпечення сталого розвитку сільських територій, оцінюючи за низкою основних груп індикаторів:

- 1) показники сталого соціального розвитку;
- 2) показники економічного розвитку;
- 3) екологічні показники;
- 4) інституційні показники [63].

У системі стимулів і ключових пріоритетів агробізнесу як і раніше домінують концепції максимізації прибутку, проте сучасні реалії та загострення конкуренції все більше спонукають господарства знаходити конкурентну перевагу за допомогою інструментів соціальної відповідальності, безпечної продукції, збільшення людського капіталу через програми збуту для соціального захисту персоналу, збереження довкілля та формування позитивного іміджу та формування ринкового бренду через реалізацію соціальних програм, участь у регіональних проектах відродження села тощо. Вітчизняна та зарубіжна практика свідчить, що концепція корпоративної соціальної відповідальності є ефективним інструментом сприяння сталому розвитку сільських територій. Зарубіжні вчені вважають агробізнес найбільш прийнятним напрямком для впровадження програм корпоративної соціальної відповідальності через особливості виробничого процесу, його кінцевої мети та тісної взаємодії з навколишнім середовищем [64]. КСВ в аграрному секторі розглядається як інструмент, за допомогою якого агропродовольчі компанії можуть підвищити свою конкурентоспроможність та вирішувати найважливіші проблеми суспільства. У зарубіжній практиці корпоративна соціальна відповідальність у сільському господарстві переважно реалізується у вирішенні таких питань: здоров'я населення, безпека харчових продуктів, вирішення екологічних проблем та запобігання зміні клімату, нівелювання криз та підвищення стабільності ринку, збереження біорізноманіття, запобігання соціальної самоізоляції населення сільських районах та сприяння співпраці місцевих громад. Фінансовими інструментами вирішення цих стратегічних завдань для Європейського Союзу є програми розвитку в рамках САП, державні субсидії фермерам, інвестиційні ресурси приватних компаній та корпоративна соціальна відповідальність. Водночас Стратегія «Європа 2020» закріпила, що роль корпоративної соціальної відповідальності у вирішенні проблем сталого розвитку у сільській місцевості має зростати.

Найгострішими проблемами сільської місцевості України сьогодні є: відсутність мотивації до праці, бідність, трудова міграція, безробіття, занепад соціальної інфраструктури, поглиблення демографічної кризи та вимирання сіл, які безпосередньо пов'язані з зайнятістю, сезонне виробництво, відтік населення із сільських територій, переважно молоді, погіршення інфраструктури та подальше зниження привабливості цих територій. Перспективи зайнятості в сільській місцевості вкрай низькі через обмежену кількість робочих місць не тільки в сільськогосподарському виробництві, а й в інших сферах, розвиток яких потребує фінансових вкладень (торгівля, побутові послуги, інші сфери).

Вирішення цих проблем потребує розробки ефективного фінансового механізму, обґрунтування його важелів та інструментів, пошуку джерел фінансового забезпечення реалізації соціально-економічних завдань. Фінансових можливостей країни та обласних бюджетів сьогодні недостатньо для вирішення всіх проблем розвитку аграрного сектору та села. Пріоритетними напрямками дослідження фінансових ресурсів є світові (європейські) грантові програми, а також залучення для вирішення комплексу цих питань частини ресурсів суб'єктів аграрного бізнесу на основі корпоративної соціальної відповідальності. Сьогодні великі фермерські господарства рухаються до сучасних концепцій ціннісно-орієнтованого управління сільським господарством, згідно з якими, окрім гарантування економічних інтересів власників, одним із головних пріоритетів бізнесу є вирішення найважливіших проблем суспільства та сприяння розвитку економіки територій, регіонів і країн. Відповідно до піраміди Керролла, сьогодні акценти агроменеджменту поступово зміщуються з рівня економічних інтересів на правові, етичні та філантропічні (соціальні) інтереси жителів окремих територій. Лояльність до суспільства визнається ключовим пріоритетом корпоративної соціальної відповідальності та підтримується інвестиціями та розвитком сільських районів [65].

Перспективними напрямом реалізації корпоративної соціальної відповідальності в контексті сприяння сталому розвитку сільських територій є такі:

- 1) створення робочих місць і збільшення вартості інтелектуального капіталу;
- 2) допомога у вирішенні проблем охорони навколишнього середовища;
- 3) формування ланцюга поставок та підвищення доданої вартості за рахунок виробництва якісної, безпечної та екологічно чистої сільськогосподарської та харчової продукції;
- 4) відновлення соціальної інфраструктури сільської місцевості;
- 5) захист економічних інтересів селян-власників землі в умовах формування вільного ринку їх обігу;
- 6) сприяння у вирішенні проблем доступу сільських жителів до професійно-технічної освіти, підвищення якості життя населення;
- 7) глобальний гуманітарний, культурний та соціальний розвиток сільських громад у межах європейського та глобального простору.

Ключовою сферою соціальної відповідальності сільськогосподарських підприємств у процесі зняття мораторію на купівлю-продаж земель сільськогосподарського призначення та формування вільного та прозорого ринку обігу землі має стати захист інтересів фермерів-власників земельного капіталу.

Однією з основних ресурсних умов розвитку усіх підгалузей органічного сільськогосподарського виробництва є органічне землеробство, яке базується на застосуванні ґрунтозахисних технологій обробітку ґрунту, зокрема через використання технологій нульового обробітку ґрунту, застосування ґрунтозберігаючих технологій вирощування польових культур в умовах схилених земель України, використання технології смугової оранки. Застосування перерахованих технологій дозволяє

сформувати сприятливі умови не лише для органічного землеробства, а й для підвищення ефективності використання матеріально-технічних ресурсів. Зокрема, застосування технологій нульового обробітку ґрунту дає можливість знизити витрати на вирощування сільськогосподарської продукції, забезпечити прискорене відновлення родючого шару ґрунту, запобігти ерозії ґрунтів, сприяти накопиченню вологи в ґрунті, що позитивним чином вплине на рівень конкурентоспроможності суб'єктів органічного аграрного виробництва та забезпечить зміцнення агроландшафтів [66].

Порівняно велика кількість органічних сільськогосподарських виробництв в південних областях України зумовлена наявністю значних площ зрошуваних сільськогосподарських угідь, які тривалий період не використовувалися у продуктивному сільськогосподарському обороті, а це найкращий полігон для застосування методів та технологій органічного землеробства. Також у цих областях створюються умови для відновлення традиційної спеціалізації, зокрема овочівництва в Херсонській області, але вже на органічній основі. При цьому необхідною умовою запровадження додаткових потужностей в органічний сегмент овочівництва є модернізація та реконструкція мереж гідро технічних споруд, що вимагає формування сучасних інституціональних форм аграрного бізнесу та диверсифікації джерел інвестиційного забезпечення. Приріст інвестицій в органічне овочівництво можливий на основі кооперації фермерських та особистих селянських господарств задля формування матеріально технічної бази впровадження технологій ґрунтозахисного землеробства та розбудови індустрії зберігання органічної сільськогосподарської продукції.

В умовах поглиблення процесів децентралізації об'єднані територіальні громади отримали додаткові можливості для введення додаткових потужностей в органічне сільськогосподарське виробництво і мають забезпечити всі необхідні передумови,

щоб органічний сектор місцевого АПК став одним з основних каталізаторів соціально-економічного піднесення, в першу чергу сільських територій.

Практика господарювання доводить, що впровадження додаткових потужностей органічного сільськогосподарського виробництва в секторі фермерських та особистих селянських господарств створює передумови для структурної перебудови сільської економіки, особливо в зоні ризикового землеробства. Особливо великий потенціал органічне сільськогосподарське виробництво має у фермерських та особистих селянських господарств, ареал діяльності яких наближений до міських агломерацій, оскільки має місце надійний ринок для збуту готової продукції, як продукції рослинництва, так і продукції тваринництва. Для органів місцевого самоврядування – це вагомий аргумент для того, щоб формувати в структурі місцевих бюджетів спеціальні фінансові фонди щодо підтримки виробників органічної сільськогосподарської продукції, особливо фермерських та особистих селянських господарств [67].

Політика розвитку сільського господарства для країн, що розвиваються, має бути зосереджена на підвищенні продуктивності землі, що обробляється, з нижчими витратами, більш високою ефективністю продуктів з незначною шкодою для людей та довкілля або без неї.

Органічне сільськогосподарське виробництво вже набуло великої популярності в останній час. Це пов'язано із змінами клімату, а також із змінами в смаках та доходах. У 2017 році органічне сільське господарство було ліцензоване в 181 країні світу і приблизно 2,4 млн фермерів були зайняті органічним виробництвом. У 2017 році глобальне органічне землеробство зросло з 11 мільйонів гектарів у 1999 році до 69,8 мільйона гектарів. Найбільші території, які задіяні в органічному землеробстві в 2017 р були в Австралії (35,6 млн га), Аргентині (3,4 млн га) і Китаї (3 млн га). Найбільша кількість органічних підприємств

була в Індії (835 тис.), Уганді (300 тис.) та Мексиці (210 тис.) [68]. За останні 10 років в Європі площа сільськогосподарських угідь для органічного виробництва зросла в 10 разів. Галузь органічного землеробства зростає більш повільними темпами, в тих країнах, де цей процес почався порівняно давно (Німеччина, Нідерланди, Франція). В Австрії, частка від в земельній площі під органічним виробництвом досягла 24% [68].

У працях вітчизняних вчених вже тривалий період обґрунтовується доцільність посилення регуляторного впливу на суб'єктів аграрного бізнесу в частині стимулювання впровадження додаткових потужностей у сектор органічних сільськогосподарських виробництв як потенційної конкурентної переваги українських аграріїв на світовому ринку продовольства. Однак існує широкий спектр підходів відносно формування набору стимулів, які спонукатимуть безпосередніх сільськогосподарських товаровиробників впроваджувати методи та технології органічного землеробства, органічного скотарства та органічного кормовиробництва.

Доцільність створення сучасного інструментарію фінансово економічного стимулювання розвитку органічного сільськогосподарського виробництва виходить з необхідності усунення бар'єрів, які полягають у відсутності належної кон'юнктури ринку органічної сільськогосподарської продукції; існуванні ризиків, пов'язаних зі збутом органічної сільськогосподарської продукції за цінами традиційної продукції; відсутності дієвої системи страхування ризиків у сільському господарстві; можливості фінансових втрат аграрних підприємств, які зумовлені зменшенням обсягів виробництва сільськогосподарської продукції, оскільки показники урожайності сільськогосподарської продукції в органічних підприємствах становлять близько половини аналогічних показників традиційного, інтенсивного землеробства; недостатньому нормативно правовому забезпеченні органічного аграрного виробництва [69]. Якраз усунення перерахованих бар'єрів і слід розглядати підґрунтям для підбору методів та інструментів

фінансово економічного стимулювання впровадження технологій органічного землеробства, кормовиробництва, скотарства та налагодження зберігання і первинної переробки органічної сільськогосподарської продукції.

У контексті сталого розвитку сільських територій, першочерговим завданням аграрної політики України є формування дієвого організаційно економічного механізму регулювання екологічних аспектів функціонування аграрного сектору економіки шляхом розвитку органічного агровиробництва. Формування вітчизняного ринку органічної продукції та зміцнення позицій на міжнародному органічному агропродовольчому ринку можливе лише за умови законодавчого і нормативно правового забезпечення, впровадження інноваційних технологій, екологічного менеджменту, належної державної підтримки. Водночас вчені не конкретизують, дія яких методів та інструментів в спектрі організаційно економічного механізму регулювання має бути активізована, щоб прискорити процеси забезпечення розширеного відтворення потенціалу органічних виробництв [67].

На першому етапі становлення органічного сільськогосподарського виробництва мають бути застосовані наступні методи та інструменти стимулювання даного виду діяльності: компенсація втрат виробникам органічної продукції рослинництва за період конверсії земель; компенсація 50% вартості органічного насіння культур, виробленого українськими господарствами, для членів органічних кооперативів; погектарні дотації для виробництва органічних культур за умови їх цільового використання для переробки або реалізації на внутрішньому ринку; залучення бюджетних коштів для будівництва й модернізації потужностей для переробки органічної сировини; компенсація вартості сертифікації підприємств, що виробляють продукцію дитячого харчування із органічної сировини; «зелені» державні закупівлі органічної продукції; інформаційне забезпечення процесу формування зв'язків між учасниками «зеленого» процесу відтворення



державними та профільними інституціями [69]. Тобто вони переконують у доцільності використання як фінансових інструментів, спрямованих на відшкодування втрат та надання іншої фінансової допомоги, так і інструментів економічного та інформаційного спрямування, що кумулятивним чином в позитивному плані відобразиться на результативності регуляторного впливу на виробників органічної сільськогосподарської продукції загалом.

Набір фінансово економічних стимулів для активізації органічного сільськогосподарського виробництва потребує подальшої структуризації та доповнення, щоб максимальною мірою охопити всі складові органічного агропродуктового ланцюга і розширити ареал застосування методів та технологій органічного сільськогосподарського виробництва. Враховуючи те, що в Україні в останні роки поглибилася реформа децентралізації і фактично завершився процес створення об'єднаних територіальних громад, передусім необхідно формувати інструментарій фінансово економічного стимулювання органічних сільськогосподарських виробництв на місцевому рівні.

Однією з основних передумов забезпечення максимальної ефективності системи фінансово економічного регулювання розвитку органічного сільськогосподарського виробництва на національному рівні є формування набору фінансово економічних регуляторів на рівні територіальної громади, оскільки саме на рівні територіальної громади у сконцентрувалася лівова частка інститутів організацій та інститутів правил, які даватимуть можливість закладати необхідні стимули для розширеного відтворення ресурсно-виробничого потенціалу органічного сільськогосподарського виробництва.

Фінансовими стимулами відтворювальних пропорцій у секторі органічних сільськогосподарських виробництв виступають бюджетно-податкові, фінансово-кредитні та митні інструменти, які створюють вартісні переваги для виробників органічної

сільськогосподарської продукції. Бюджетно-податкові регулятори передбачають надання прямої та непрямой бюджетної підтримки як за рахунок коштів державного бюджету, так і за рахунок інших публічних фінансових фондів [66].

Існуюча система бюджетно-податкового регулювання сільськогосподарського виробництва є надмірно уніфікованою і тому не закладає належних стимулів для розширеного відтворення потенціалу органічного сільськогосподарського виробництва. Тому першочергового значення в спектрі пріоритетів модернізації системи фінансово економічного стимулювання органічного сільськогосподарського виробництва виступає інституціоналізація спектра методів та інструментів, спрямованих на підтримку сільськогосподарських товаровиробників, які спеціалізуються на органічному землеробстві. Це стосується як бюджетних регуляторів, зокрема дотацій, так і податкових регуляторів (особливий режим справляння ПДВ, податкові пільги, податкові канікули).

Такими фінансово-кредитними інструментами стимулами виступають компенсація та відшкодування частини процентних ставок державним та приватним комерційним банкам. В умовах глобалізації та інтернаціоналізації ринку органічної сільськогосподарської продукції невід'ємною складовою вітчизняної системи фінансово-економічного стимулювання органічного сільськогосподарського виробництва виступають інструменти митного регулювання, які дають можливість забезпечити стимули для ввезення в країну спеціалізованого устаткування для потреб органічного землеробства, органічного кормовиробництва та органічного тваринництва. Такими інструментами митного регулювання виступає надання пільг при стягненні ввізного мита та ПДВ на продукцію, що завозиться на митну територію України.

Паралельно із диверсифікацією фінансових регуляторів має відбуватися і диверсифікація економічних регуляторів, зокрема,



через інституціоналізацію додаткових інструментів цінового, інвестиційного, інституційно-дорадчого та майнового стимулювання відтворювальних пропорцій у секторі органічних сільськогосподарських виробництв. Найбільш складним завданням під час формування сучасної системи фінансово-економічного стимулювання органічного сільськогосподарського виробництва є формування такої системи на рівні територіальних громад, оскільки не всі фінансові та економічні регулятори, які використовуються на загальнонаціональному рівні, можуть бути вкладені в регуляторний фінансово економічний механізм підтримки виробників органічної продукції на рівні територіальних громад.

Спектр фінансових та економічних стимулів органічного сільськогосподарського виробництва на рівні територіальних громад визначається бюджетним та податковим законодавством, а також законодавством про місцеве самоврядування. Для того щоб сформувався повноцінна система фінансово економічного регулювання органічного сільськогосподарського виробництва на рівні територіальних громад необхідно максимальною мірою диверсифікувати методи та інструменти регуляторного впливу на виробників органічної сільськогосподарської продукції через внесення відповідних змін і доповнень у Бюджетний та Податковий кодекси, а також у ряд законодавчих актів, які регулюють діяльність органів місцевого самоврядування.

Виходячи з існуючого податкового законодавства та реальної і потенційної бази адміністрування фіскальних платежів і їх надходжень до публічних фінансових фондів територіальних утворень та населених пунктів, основними фіскальними методами стимулювання територіальними громадами виробників органічної сільськогосподарської продукції слід розглядати:

- надання пільг під час сплати земельного податку та орендної плати в частині користування тими земельними масивами, земельними ділянками чи фрагментами земель, які використовуються для впровадження методів та технологій

органічного землеробства, формування органічної кормової бази та розведення поголів'я сільськогосподарських тварин на органічній основі;

- звільнення від сплати земельного податку та орендної плати за сільськогосподарські землі, які використовуються для будівництва сучасних тваринницьких комплексів, де використовуються органічні технології годівлі сільськогосподарських тварин, або для монтажу комплексу споруд, які дають можливість забезпечити прийнятний для органічного землеробства, кормовиробництва та тваринництва водно повітряний режим, а також забезпечують різного роду меліоративні поліпшення (агролісомеліорація, хімічна меліорація, гідромеліорація та фітомеліорація);

- звільнення від сплати інших податків та зборів суб'єктів аграрного бізнесу, які реалізують проекти по розбудові інфраструктури органічного землеробства, кормовиробництва та тваринництва і створюють умови для впровадження органічних технологій на прилеглих територіях, що дає можливість сформувати виробничо-технічну базу зберігання органічної сільськогосподарської продукції та розвинути логістично-збутову мережу її просування на світовий, національний, регіональний та місцевий ринки.

Найвищого рівня результативності стимулювання територіальними громадами виробників органічної сільськогосподарської продукції набуде за умови доповнення спектра фіскальних інструментів бюджетними інструментами, передумови для чого сформулюються внаслідок збільшення частки відрахувань загальнодержавних податків до місцевих фінансових фондів, а також у зв'язку з розширенням бази стягнення фіскальних платежів до бюджетів новостворених районів та бюджетів об'єднаних територіальних громад. Такими бюджетними стимулами виступають:

- оплата за рахунок бюджетів об'єднаних територіальних громад вартості трансакцій із земельними ділянками, зокрема земельними ділянками, які передані із державної власності

у комунальну власність, цільовим призначенням котрих є розвиток органічного сільськогосподарського виробництва, в тому числі шляхом створення муніципальних суб'єктів господарювання;

– компенсація та відшкодування втрат за рахунок коштів місцевого бюджету, які були понесені внаслідок запровадження технологій органічного землеробства, кормовиробництва та тваринництва, зумовлених ціновими розривами на аграрному ринку внаслідок підвищеного рівня виробництва органічної сільськогосподарської продукції;

– фінансова підтримка за рахунок бюджетів місцевого самоврядування сільськогосподарських підприємств, фермерських та особистих селянських господарств, зокрема, тих, які входять до асоціативних, кластерних та кооперативних об'єднань, що використовують регламентований стандартами та регламентами спектр методів та технологій ґрунтозахисного землеробства та інших складових органічного сільськогосподарського виробництва;

– надання фінансової допомоги суб'єктам аграрного бізнесу, зокрема логістично-збутовим структурам, які сформували матеріально технічну базу зберігання органічної продукції, що дасть можливість стабілізувати закупівельні ціни на місцевому ринку органічної сільськогосподарської сировини і уникнути штучно створеного демпінгу посередницькими структурами [66].

Поряд із фінансовими методами стимулювання розвитку органічного сільськогосподарського виробництва на рівні об'єднаних територіальних громад варто використовувати інституційно-дорадчі та інвестиційні методи, виходячи з наявного інформаційного вакууму та асиметричності інформації, які існують у частині консультативного забезпечення виробників органічної сільськогосподарської продукції, особливо у віддалених депресивних сільських територіях. Інституційно-дорадчі методи стимулювання потребують внесення змін і доповнень в ряд законодавчих та нормативно правових актів, які регламентують

функціонування інститутів сільськогосподарського дорадництва та місцевого самоврядування.

З огляду на існуюче інституціональне середовище розвитку органічного сільськогосподарського виробництва та наявні передумови, які зумовлені поглибленням децентралізації влади та реформи місцевого самоврядування, основними інституційно-дорадчими методами стимулювання впровадження додаткових потужностей у сектор органічного сільськогосподарського виробництва на рівні територіальних громад виступають:

– надання відділами сільськогосподарського виробництва виконкомів рад об'єднаних територіальних громад суб'єктам аграрного бізнесу (сільськогосподарським підприємствам, фермерським та особистим селянським господарствам) консультацій відносно фінансових та виробничо-технічних можливостей застосування сучасних методів та технологій органічного землеробства, кормовиробництва та тваринництва;

– надання консультацій співробітниками консультативних сільськогосподарських служб суб'єктам аграрного бізнесу, які впроваджують методи і технології органічного землеробства, кормовиробництва та тваринництва, консультацій стосовно здійснення певного спектру заходів та процедурних дій, які дадуть можливість отримати право на отримання прямої та непрямої державної бюджетної підтримки;

– консультування малих та середніх форм аграрного бізнесу (фермерських та особистих селянських господарств) у частині їх входження в прибуткові та неприбуткові кооперативні утворення, зокрема в збутові та обслуговуючі кооперативи, що дасть можливість сформувати на локальному рівні замкнений цикл у виробництві, зберіганні та реалізації органічної сільськогосподарської продукції;

– надання відповідного спектра консультацій відділами виконкомів рад об'єднаних територіальних громад та спеціалізованими службами сільськогосподарського дорадництва

суб'єктам аграрного бізнесу відносно порядку та особливостей зміни цільового призначення окремих категорій земель та здійснення операцій купівлі/продажу земельних ділянок з метою формування просторових, виробничо-технічних та організаційно-економічних умов для впровадження додаткових потужностей у сектор органічного сільськогосподарського виробництва.

Найбільше українських органічних господарств розташовано в Одеській, Херсонській, Київській, Полтавській, Вінницькій, Закарпатській, Львівській, Тернопільській, Житомирській областях. Українські сертифіковані органічні господарства – різного розміру – від декількох гектарів, як і в більшості країн Європи, до декількох тисяч гектарів ріллі [70]. В країнах Європейського Союзу поступово розширюється ринок органічної продукції. Через збільшення експорту органічних фруктів та рису на перші місця вийшли Еквадор та Домініканська Республіка, а через зменшення поставок зернових, олійних та цукрових культур Китай та Україна втратили свої лідируючі позиції. У 2020 р. Еквадор поставив 324 071 т продукції до Європейського Союзу, що становило 11,6% від загального обсягу, Домініканська Республіка експортувала 252 293 т продукції або 9,0%, Китай – 227 669 т або 8,1%, Україна – 217 210 т або 7,8%. Головними країнами, які споживають органічну продукцію стали Нідерланди (31%), Німеччина (18%), Бельгія (11%), Франція (10%). Серед 123 країн світу Україна посіла 4 місце за обсягами експорту до Європейського Союзу продукції органічного виробництва з часткою 7,8% у 2020 р.

Лідируючі позиції у галузі рослинництва Україна займає по зерновим та олійним культурам. У 2020 р. експорт зернових впав майже вдвічі (–44%), але Україна випереджає всіх інших постачальників. Скорочення поставок спостерігається по пшениці – на 6,9%, соняшнику – на 33,7%, соняшниковому жмиху – на 9,4%, овочам – на 13,2% [70].

Органічне сільське господарство позитивно впливає на збалансованість між екологічною стабільністю землекористування

та економічною ефективністю виробництва агропродукції. До переваг органічного сільського господарства належать не тільки екологічний добробут довкілля, але й стимулювання розвитку біологічного різноманіття, збереження здоров'я нації, підвищення смакових якостей продуктів харчування, заборона генетично модифікованих організмів, підтримання родючості ґрунту біологічними способами впливу (мінімізація обробки ґрунту, боротьба з шкідниками, внесення органічних добрив, ручна праця, урахування біологічних властивостей сільськогосподарських культур при обробці ґрунту). Замінником гною може бути солома, сидерати (люпин, еспарцет, горох), торф, пташиний послід. Відтак, перспективами розвитку органічного землеробства вважають такі: популяризація сільського життя та сталий розвиток сільських територій; ефективність органічного землеробства та продуктивність вирощуваних сільськогосподарських культур та тварин при зменшенні виробничих витрат; формування у свідомості населення здорового способу життя та інтересу до споживання екологічно чистої та якісної органічної продукції; високі ціни на органічну продукцію як на вітчизняному, так і на світовому ринках; можливість експорту органічної продукції до країн Європейського Союзу та інших країн світу; спрощення процедури сертифікації та маркування продукції; державна підтримка товаровиробників органічної продукції та розробка для них пільгової системи [71].

Рентабельність органічного виробництва значно різниться між продуктами, регіонами та господарствами. Органічні ферми є часто більш прибутковими, ніж звичайні ферми за причини більш високих цін, премій, державної підтримки і / або зниження витрат. Без високих цін та підтримки органічного землеробства таке вирощування буде менш вигідно, ніж звичайне традиційне землеробство на 10–18% зниження врожайності, а також зниження рентабельності в органічному сільському господарстві.

Таким чином, прибутковість органічного сільського господарства сильно залежить від бажання споживачів платити

надбавку до ціни. Збільшення ціни на органічну продукцію на 5–7% буде дорівнювати прибутку в органічному сільському господарстві а також прибутку традиційного сільського господарства. Нині середня різниця в цінах становить близько 30%. Причини для покупки органічних продуктів харчування: здоров'я і проблеми з харчуванням, смакові якості, соціо-психологічні фактори, що пов'язані з відношенням до навколишнього середовища, тварин та недовіри в доцільності традиційної харчової продукції. Хоча вищі врожаї самі по собі не обов'язково впливають на попит, зміна в бік більш інтенсивної практики органічного землеробства, що робить його більш схожим на звичайне сільське господарство в деяких аспектах, наприклад, по збільшенню використання в добривах і концентрованих кормів, може негативно вплинути на ціну, яку деякі споживачі готові платити за органічні продукти. Крім того, підвищення врожайності може призвести до збільшення обсягів постачання органічної продукції, що призведе до зниження цін та зміни споживацького попиту. В країнах, де виробництво отримує державну підтримку, такий потенціальний ризик зменшення доходів господарств, що займаються вирощуванням органічної продукції, може бути використаний в якості аргументу для отримання субсидій [72].

Підвищення продуктивності, як правило, вимагає інвестицій у додатковий капітал (наприклад, техніку або додаткову землю) та/або робочу силу (наприклад, збільшення механічної прополки), що може збільшити фінансовий ризик фермера. Таким чином, підвищення врожайності не може бути найкращим інструментом для всіх фермерів [73].

Різниця в урожайності, а отже, і в економічній віддачі між органічними господарствами частково пояснюється відмінностями в управлінських і маркетингових навичках. Досвід і знання впливають на поведінку фермера. До прикладу, гнучкий підхід до сівозмін на органічних фермах в Швеції позитивно поєднується з досвідом фермера. Передача знань між фермерами

є важливою для покращення навичок управління та здатності фермерів застосовувати найкращі доступні методи управління. Збільшення врожайності, яке залежить від інвестицій у спеціальну техніку (наприклад, для механічної боротьби з бур'янами), може створити стимули для більш широкого співробітництва у спільному використанні машин та створенні сільськогосподарських обслуговуючих кооперативів. Застосування нових технологій стає легшим і менш витратним, оскільки технологія стає все більш поширеною. Це підкреслює важливість ефективних комунікацій для обміну знань в підвищенні врожайності і продуктивності в органічному сільському господарстві [72].

Україна є країною, що розвивається, із слабо розвиненим сектором органічного сільського господарства. Основною причиною цього є обмежена купівельна спроможність вітчизняного населення. Проте важливо визначити основні тенденції розвитку економіки та сільського господарства України в галузі органічного сільського господарства, щоб забезпечити збалансований розвиток цього напрямку [75]. Серед факторів, що визначають рішення клієнтів на покупку органічних продуктів основним є готовність уникнути забруднення харчових продуктів пестицидами та іншими хімічними сполуками. Дослідження, що проводилося в Таїланді показали, що ця причина для придбання органічних продуктів була пов'язана з бажаннями споживачів отримати здорові продукти. При цьому респонденти, які купували органічні овочі, як правило, старші, мають вищу освіту та вищі сімейні доходи, ніж ті, хто їх не купував [73]. Подібне дослідження було проведено і в Україні. Дослідження показало, що споживачі були готові до платити не більш ніж 25% за екологічно чисту продукцію [70]. Органічні продукти є більш дорогими в Україні, попит залишається низьким у порівнянні з розвиненими країнами в світі.

Уряд України, крім Німеччини, Швейцарії та деяких компаній з Європейського Союзу, прагнув покращити регулювання ринку

органічної продукції в Україні. Прикладом цього є угода про співробітництво в довгостроковій перспективі, укладена в 2005 році між українською компанією Ukragrofin та німецькою ECOLAND щодо вирощування зернових і зернобобових культур для органічного соєвого культивування. З кінця ХХ століття спостерігається постійне зростання світового виробництва, продажу та споживання органічної продукції, що становить до 20% щорічно. У той же час, зростання звичайних продовольчих продажів було тільки до 3% в рік [70].

Зростання органічного виробництва в Україні є одним із найвищих у світі: темпи зростання перевищують європейські в 5,5 раза та світові – у 4,9 раза [70]. Близько 90% виробленої в Україні органічної продукції експортується. Найбільш популярними органічними продуктами, що експортуються з України, є кукурудза, пшениця, ячмінь, соняшник, соя, полба, яблука (сік), горох, просо та ріпак. Загальний обсяг з самих експортованих органічних продуктів було 264 метричних тонн, а загальна вартість була €99 мільйонів в 2017. Ці продукти були експортовані в Нідерланди, Німеччину та інші. Така ситуація покращує платіжний баланс України, однак внутрішній ринок стикається з проблемою високих цін на органічну продукцію. Відсутність на місцевому ринку може викликати недолік в стійкості органічного сільського господарства в Україні в разі економічної нестабільності в результаті в вигляді зниження в міжнародній торгівлі.

Органічне сільськогосподарське виробництво України орієнтоване переважно на зовнішні ринки. ЄС – це ринок із вигідним географічним розташуванням та розвинутою логістичною мережею. Тому він став найпривабливішим ринком для експорту органічних виробників України. В Україні 489 органічних виробників експортували свою органічну продукцію до Європи за стандартами правил ЄС.

В Україні органічні підприємства отримують вищі ціни, ніж звичайні підприємства. Ціна на органічну кукурудзу становить

на 29% вище, ніж за звичайну. Така ж ситуація спостерігається за іншими продуктами: на 26% вище для озимої пшениці і 45% вище для свинини. Найменша різниця для молока, що становить 7%.

Для залучення приватних інвестицій ефективним інструментом, який використовується в більшості країн з розвиненим сільським господарством, є державна підтримка органічних виробників на гектар. Бюджетне фінансування, знижуючи собівартість виробництва органічних продуктів харчування, сприяє збільшенню виробництва та податкових надходжень. У цьому випадку логічно розглядати видатки бюджету як структурні інвестиції, що змінюють частку національних виробників на ринку органічної продукції. Бюджетні кошти, які субсидуються в відтворювальних процесах, щоб змінити пропорції і структуру економічного взаємодії, повертаються за рахунок податкових надходжень, і в зв'язку з цим вони виконують функцію структурних інвестицій, формування інноваційних пропорцій в харчовій промисловості.

Вирішення проблеми якості харчових продуктів пов'язане з трансформацією виробничої структури аграрного господарства. Обсяг виробництва органічного землеробства залежить від зусиль держави створити ринок органічних продуктів харчування та забезпечити його стійке функціонування. Інвестиційні витрати всіх учасників продовольчого ринку, спрямовані на розширення виробництва якісних харчових продуктів, є структурними інвестиціями, що змінюють пропорції відтворення в аграрній економіці [75].

Інституційно держава має створити необхідні умови для стійкості та подальшого розширення ринку органічних продуктів харчування, завдяки чому структурні інвестиції забезпечуватимуть необхідні зміни пропорцій відтворення. Функціонування в на органічної харчової ринку буде автоматично регулювати в пропорції від харчового сектора до динаміки населення і зміни в його споживчих переваг. Таким чином, структурні інвестиції



стають необхідною умовою для технологічного та інституційного розвитку ринку органічної продукції, розбудови та розвитку сільських територій та національної економіки.

Розвиток та підтримка органічного виробництва є запорукою забезпечення продовольчої безпеки, здорового харчування суспільства та збереження навколишнього природного середовища України. Зокрема, на нашу думку, виробництво екологічно чистої продукції та сертифікація продукції обумовлюється відповідністю сільськогосподарських земель щодо рівня придатності за агрохімічними показниками та рівня їх забруднення шкідливими речовинами: пестицидами, важкими металами, радіонуклідами тощо. В Україні є можливість збільшення обсягів виробництва органічної продукції за рахунок розширення площ земель зайнятих органічним землеробством. Ринок органічної продукції нашої держави знаходиться на етапі становлення. Відносно високий рівень активізації органічного виробництва спостерігається в південних регіонах України, зокрема, Одеська і Херсонська області відповідно займають перше та друге місце в країні за площею ведення органічного землеробства. Враховуючи просторову диференціацію ґрунтового покриву та особливості розподілу структури сільськогосподарських земель, з яких станом на 2021 рік зрощувалося близько 320 тис. га., просторово-часове агроекологічне обґрунтування передумов та перспектив ведення органічного землеробства на Півдні України було здійснено на прикладі Херсонської області.

### Список використаних джерел до розділу 1

1. IFOAM. Definition of organic agriculture. 2014. URL: <http://www.ifoam.org/en/organic-landmarks/definition-organicagriculture>
2. Шлапак В.О., Попенко В.М. Створення інфраструктури виробництва та маркетингу екологічно чистої овочевої продукції в Україні. *Економіка АПК*. 2004. № 1. С. 135–139.

3. Федоренко Я.А. Становлення та розвиток органічного землеробства в Україні: історичний контекст. *Грані*. 2013. № 4. С. 20–23.

4. Закон України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини». URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/425-18>

5. Бурляй А.П., Гуцаленко О.О. Роль України у формуванні пропозиції європейського ринку органічної продукції. *Економічний часопис – XXI*. 2013. № 11–12 (2). С. 15–18.

6. IFOAM. Principles of Organic Agriculture. 2007. URL: [http://www.ifoam.org/about\\_ifoam/principles/index.html](http://www.ifoam.org/about_ifoam/principles/index.html)

7. Воскобійник Ю.П., Гаваза Є.В. Ємність ринку органічної продукції в Україні. *Агроінком*. 2013. № 4–6. С. 7–10.

8. Kristiansen P., Merfield C., Taji A., Reganold J. Overview of Organic Agriculture. *Organic Agriculture: A Global Perspective*. 2006. Collingwood, Australia : CSIRO

9. Lampkin N. *Organic Farming*. UK: Old Pond.

10. Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М. : Наука, 1984. 320 с.

11. Вовк В. Сертифікація органічного сільського господарства в Україні: сучасний стан, перспективи, стратегія на майбутнє. *Агроогляд – АПК-Інформ: овочі і фрукти*. URL: <http://www.lol.org.ua/ukr/vegetables>

12. Shpak G.M. Conceptual bases of organic agriculture. *Balanced Nature*. 2014. № 1. P. 161–166.

13. Попова О.А. Сталий розвиток агросфери: політика і механізми. НАН України, ін.-т екон. та прогнозів. К., 2009. 352 с.

14. Прутська О.О. Органічне сільське господарство в США: реалії та перспективи для України. *Економіка АПК*. 2011. № 12. С. 142–151.

15. Гагарин А.И., Репотецкая М.Ю. Эколого-экономическая оценка земель сельскохозяйственного назначения с использованием ГИС-технологий. *Интерэкспо ГЕО-Сибирь*. 2008. № 1. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ekologo-ekonomicheskaya-otsenka-zemel-selskohozyaystvennogo-naznacheniya-s-ispolzovaniem-gis-tehnologiy>

16. Вишневецкая Е.В., Богомазова И.В., Литвинова М.И. Актуальные проблемы использования ГИС в развитии регионального туризма белгородской области. *Фундаментальные исследования*.



2012. № 3-0. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-problemy-ispolzovaniya-gis-v-razvitii-regionalnogo-turizma-belgorodskoj-oblasti>

17. Бельченко В.М., Светов В.А., Перлов Л.И. и др. Комплексное агрохимическое окультуривание полей. М. : Агропромиздат, 1987. 144 с.

18. Дудар О. Розвиток органічного агровиробництва в Україні. *Економіка АПК*. 2012. № 3. С. 121–126.

19. Ваджінський Ф.А., Колодійчук А.В., Потинський М.Л. Екологічні аспекти розвитку сільських територій. *Науковий вісник НАТУ України*. 2011. Вип. 21.10. С. 84–88.

20. Глейзер И.В., Копанева И.М., Рублёва Е.А. Некоторые аспекты использования ГИС-технологий при морфометрическом анализе рельефа. *Вестник УдМУ*. 2006. № 11. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-aspekty-ispolzovaniya-gis-tehnologiy-pri-morfometricheskom-analize-reliefa>

21. Стецишин П.О., Пиндус В.В., Рекуненко В.В. та ін. Основи органічного виробництва : навч. посіб. для студ. агр. вищ. навч. закл. Вид 2-ге, змін. і доповн. Вінниця : Нова Книга, 2011. 552 с.

22. Балюк С.А., Ромащенко М.І. Наукові засади сталого розвитку зрошення земель в Україні. Агрохімія і ґрунтознавство. *Спеціальний випуск до VII з'їзду УТГА*. К. 1. Харків, 2006. С. 10–17.

23. Ромащенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи покращення. К. : Світ, 2000. 114 с.

24. Писаренко П.В., Горб О.О., Невмивако Т.В., Голік Ю.С. Основи біологічного та адаптивного землеробства : навчальний посібник. Полтава : 2009. 312 с.

25. Каличкин В.К., Павлова А.И. Система поддержки принятия решений по рациональному использованию земельных ресурсов хозяйства на основе ГИС. Достижения науки и техники АПК. 2009. № 6. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sistema-podderzhki-prinyatiya-resheniy-po-ratsionalnomu-ispolzovaniyu-zemelynyh-resursov-hozyaystva-na-osnove-gis>

26. Кобець М.І. Органічне землеробство в контексті сталого розвитку. Проект «Аграрна політика для людського розвитку». К., 2004. 22 с.

27. Карманов И.И. Плодородие почв СССР. М. : Колос, 1980. 224 с.

28. Зінчук Т.О. Європейська інтеграція: проблеми адаптації аграрного сектора економіки: монографія. Житомир: ДВНЗ «Державний агроекологічний університет», 2008. 384 с.

29. Капштик М.В., Котило О.О. Довідник міжнародних стандартів для органічного виробництва. К. : СПД Горобець Г.С., 2007. 356 с.

30. Лурье И.К. Основы геоинформатики и создание ГИС. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Часть 1. под ред. А.М. Берлянта. М. : ИНЕКС-92, 2002. 140 с.

31. Востокова Е.А., Шевченко Л.А., Сушня В.А. и др. Картографирование по космическим снимкам и охрана окружающей среды. М. : Недра, 1982. 251 с.

32. Сирина Н.В., Потапова Е.В., Якимова Е.М. Экологический аудит. Учебное пособие. Иркутск : изд-во Иркут. ун-та, 2010. 109 с.

33. Whatmore S., Stassart P., Renting H. What's alternative about alternative food networks. *Environment and planning*. 2003. № 35. P. 389–391.

34. Дудар О.Т. Теоретичні основи формування органічного агровиробництва у контексті екологізації довкілля. *Сталий розвиток економіки*. 2013. № 1 (18). С. 191–195.

35. Prokopchuk N., Sigg T., Vlasiuk I. Ukrainian Organic Business Directory. Swiss Research Institute of Organic Agriculture. 2014. 201 p.

36. Pichura V., Pilipenko Y., Domaratsky E., Gadzalo A. Environmental assessment of the state of trans-boundary watersheds of the Dnieper. *Agroecological journal*. 2017. No 2. P. 102–116.

37. Штайнер Р. Духовнонаучные основы успешного развития сельского хозяйства. Сельскохозяйственный курс. Калуга, изд. «Духовное познание», 1997. 172 с.

38. Іванова Л.С. Виробництво органічної продукції: світовий досвід та вітчизняні реалії. *Агросвіт*. 2015. № 18. С. 30–35.

39. Хто виробляє органічні продукти у світі. URL: <https://biz.censor.net/r319701>

40. Розвиток органічного ринку в світі. URL: <http://organic.ua/uk/lib/1861-rozvytok-organichnogo-rynku-v-sviti>

41. 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.

42. Органік в Україні. URL: <http://organic.com.ua/organic-v-ukraini/>
43. Сіренко Н.М., Чайка Т.О. Органічні продукти харчування у забезпеченні продовольчої безпеки України. *Економіка АПК*. 2012. № 1. С. 43–49.
44. Зайчук Т.О. Вітчизняний ринок екологічно чистих продуктів харчування та шляхи його розвитку. *Економіка і прогнозування*. 2009. № 4. С. 114–125.
45. Україна – 20-та в світі за органічними угіддями. 2017. URL: <http://agroportal.ua/ua/news/ukraina/ukraina-20ya-v-mire-po-organicheskim-ugodiyam/>
46. 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.
47. Дудар О.Т. Теоретичні основи формування органічного агро-виробництва у контексті екологізації довкілля. *Сталий розвиток економіки*. 2013. № 1 (18). С. 191–195.
48. Чайка Т.О. Передумови розвитку ринку органічної продукції в Україні. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2011. № 4. С. 233–240.
49. 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.
50. Lisetskii F., Pichura V. Steppe ecosystem functioning of east European plain under age-long climatic change influence. *Indian Journal of Science and Technology*. 2016. № 9 (18). P. 1–9.
51. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Писаренко В.В. Агроекологія : навч. посібник для студентів вузів. Полтава, 2008. 256 с.
52. Безус Р.М., Антонюк Г.Я. Ринок органічної продукції в Україні: проблеми та перспективи. *Економіка АПК*. 2011. № 6. С. 47–52.
53. 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. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/sepspu\\_2013\\_6\\_25](http://nbuv.gov.ua/UJRN/sepspu_2013_6_25).
54. 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.
55. Ткачук В.І. Ефективність виробництва органічної продукції у сільськогосподарських підприємствах. *Ефективна економіка*. 2015. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4481>
56. 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.
57. Жердев В.Н., Баранович Д.А., Постолюк 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.
58. Томашевська О.А. Органічне виробництво в світі: реалії та перспективи. *Інноваційна економіка*. 2013. 6(44). С. 161–164.
59. 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.
60. Дудар О.Т. Теоретичні основи формування органічного агро-виробництва у контексті екологізації довкілля. *Сталий розвиток економіки*. 2013. № 1 (18). С. 191–195.
61. 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.
62. Ігнатенко М.М. Інформаційно-аналітичний інструментарій управління соціальною відповідальністю бізнес-суб'єктів аграрного сектору: *Національні і світові тенденції розвитку обліку, оподаткування та контролю* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Одеса, 21 травня 2020р.). Одеса : ОДАУ. С. 169–172.
63. Садовенко А.П., Масловська Л.Ц., Середа В.І. Сталий розвиток суспільства : навч. посіб. Київ : Акад. муніципального упр. 2011. С. 101–118.
64. Nazzaro C., Stanco M., Marotta G. The Life Cycle of Corporate Social Responsibility in Agri-Food: Value Creation Models. *Sustainability*. 2020. 12. P. 18–22.

## **ОБ'ЄКТ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **2.1. Характеристика об'єкту досліджень**

65. Крюкова І. Корпоративна соціальна відповідальність агрокомпаній як інструмент сталого розвитку сільських територій. *Формування механізму зміцнення конкурентних позицій національних економічних систем у глобальному, регіональному та локальному вимірах* : матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції. 2021. Р. 66–69.

66. Заставний Ю.Б. Фінансово-економічне стимулювання розвитку органічного сільськогосподарського виробництва на рівні об'єднаних територіальних громад. *Економіка та держава*. 2021. № 4. Р. 169–174.

67. Голян В.А., Заставний Ю.Б., Миклуш Т.С. Органічне сільськогосподарське виробництво в умовах децентралізації: фінансове та інституціональне забезпечення. *Агросвіт*. 2021. № 19. Р. 23–30.

68. Rodríguez-Eugenio N., McLaughlin M, Pennock D. Soil pollution: a hidden reality. FAO. 2018.

69. Сенишин О.С. Органічний потенціал України у системі органічного виробництва європейських країн. *Економічний простір*. 2021. № 171. С. 22–31.

70. Aleskerova Y., Hutsalenko O. Agricultural organic market in Ukraine. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики* : зб. наук. пр. ВНАУ. 2019. № 8. С. 15–22.

71. Карташова О.Г. Забезпечення екологічної безпеки в аграрному секторі. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2021. № 2 (77). С. 137–142.

72. Kirchmann H. Why organic farming is not the way forward. *Outlook on Agriculture*. 2019. № 48.1. Р. 22–27.

73. Ashraf I., et al. 01. A review on organic farming for sustainable agricultural production. *Pure and Applied Biology (PAB)*. 2021. № 5.2. Р. 277–286.

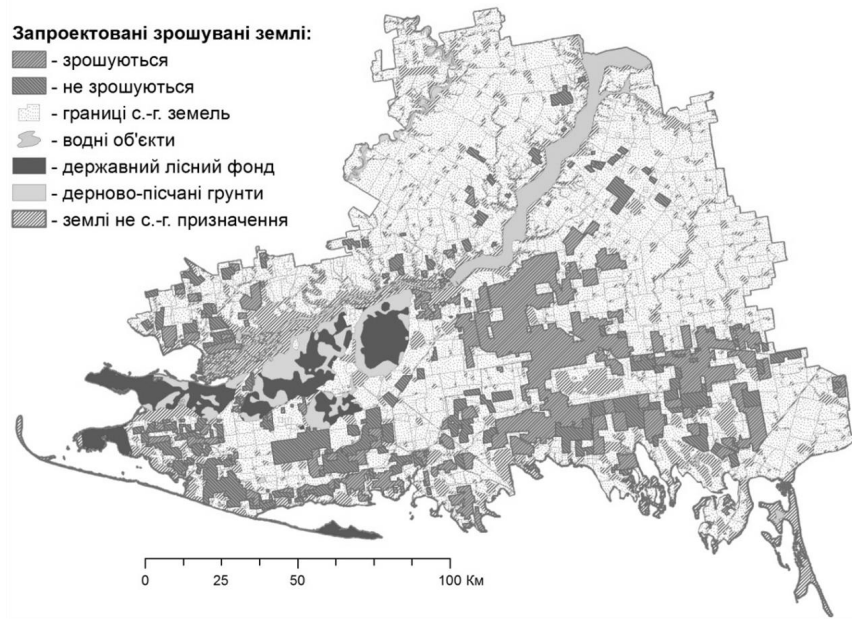
74. Dudiak N., Pichura V., Potravka L. Ecological and economic aspects of forestry in Ukraine in the context of sustainable land using. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2019. № 2. Р. 49–63.

75. Lipchenko E. A. Organic agriculture and structural investment: innovative proportions of the food sector. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2021. 650. Р. 1–7. DOI: 10.1088/1755-1315/650/1/012026

Об'єктом дослідження визначена територія сільськогосподарських земель Херсонської області, яка становить 1971,0 (69,25%) тис. га, в т. ч. ріллі – 1777,6 тис. га (рис. 2.1). 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%) [1–3].

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 (табл. 2.1) (4,79 тис. га – деградовані, 66,6 тис. га – малопродуктивні), 1,254 тис. га порушених земель підлягають рекультивзації, 61,8 тис. га малопродуктивних земель – поліпшенню [1–3].





**Рис. 2.1. Карта розподілу сільськогосподарських земель на території Херсонської області**

Джерело: власні дослідження

Херсонська область розташована в Причорноморській низині південної частини України і займає площу 28,5 тис. м<sup>2</sup> (4,7% від території України). На сході Херсонщина межує з Запорізькою, на північному заході з Миколаївською, на півночі з Дніпропетровською областями, на півдні по Сивашу і Перекопському перешийку – з Автономною Республікою Крим [4].

Область омивається Чорним і Азовським морями, а також Сивашем (Гнилим морем) та Каховським водосховищем. На території області протікає 19 річок. Найбільшими ріками є Дніпро, довжиною 178 км, Інгулець – 180 км.

Таблиця 2.1

**Землі області, що підлягають консервації**

Назва району	Землі, що підлягають консервації							
	з них			у тому числі				
	Усього	шляхом залуження	шляхом заліснення	власність громад	резерв	запас	ОСГ	фермери
Бериславський	3952,6	3952,6	–	2066,5	492,6	550,7	–	842,8
Білозерський	201,0	201,0	–	–	–	–	–	–
Великопетирський	4165,3	4165,3	–	2882,5	523,9	526,0	232,9	–
Великоолександрівський	6186,2	5545,3	640,9	3762,7	1006,7	938,6	330,6	147,6
Верхньорогачицький	5085,0	5085,0	–	3185,6	241,5	824,1	11,3	822,5
Високопільський	4835,7	4835,7	–	3577,6	821,6	180,5	–	256,0
Генічеський	11001,4	11001,4	–	7759,4	2014,1	657,6	200,1	370,2
Голопристанський	4492,6	3670,0	822,6	–	–	–	–	–
Горностаївський	3271,14	2714,1	557,06	–	–	–	–	–
Іванівський	5500,7	5267,9	232,8	4067,1	849,2	422,9	34,00	127,5
Каланчацький	3948,1	3948,1	–	2828,7	512,4	–	14,4	592,6
Каховський	1930,06	1930,06	–	1451,84	478,22	–	–	–
Нижньосірогозький	1934,3	1922,3	12,0	1590,1	81,6	137,7	62,4	62,5
Новоронцовський	3347,5	3347,5	–	1322,3	635,3	778,7	–	611,2
Новотроїцький	5804,2	5804,2	–	3801,5	597,4	551,8	–	853,5
Скадовський	2581,2	2581,2	–	1526,1	234,6	574,3	246,2	–
Олешківський	3063,0	1022,3	2040,7	–	–	–	–	–
Чаплинський	3651,2	3651,2	–	676,5	385,1	2504,9	35,8	48,9
<b>Всього</b>	<b>74951,2</b>	<b>70645,14</b>	<b>4306,06</b>	<b>38908,34</b>	<b>8874,22</b>	<b>8510,1</b>	<b>1105,3</b>	<b>4672,8</b>

Джерело: складено у відповідності до Програми розвитку земельних відносин та охорони земель у Херсонській області на 2014–2018 роки

По частині периметру території області проходить державний кордон протяжністю 458 км, в тому числі 350 км по Чорному і 108 км по Азовському морям. На кордоні розташовано 4 пункти пропуску: авіа, річковий порт, морські порти міст Херсон і Скадовськ.

Займаючи частину території зони Південного Степу Херсонська область за агрокліматичними умовами можна поділити на два основних агрокліматичних райони: перший агрокліматичний (північний) та другий агрокліматичний (південний) райони. Зокрема, перший агрокліматичний район (північний) – посушливий, має наступні характеристики: сума температур вище +10 °С складає 3200–3300 °С. Кількість опадів за цей період – 215–220 мм. Річна сума опадів – 380–430 мм. Середня тривалість без морозного періоду – 175–180 днів, вегетаційного періоду – 215–225 днів. Припинення весняних приморозків відзначається в середньому в третій декаді квітня. В деякі роки пізні приморозки спостерігаються також і в III декаді травня. За звичай осінні заморозки починаються в II декаді жовтня, а найбільш ранні – в кінці вересня. Суховії спостерігаються щороку, близько половини з них відзначаються великою інтенсивністю [5].

Другий агрокліматичний район (південний) – помірно жаркий, дуже посушливий. Сума температур вище +10 °С складає 3300–3400 °С; Кількість опадів цього періоду – 200–220 мм, річна сума опадів – 330–380 мм. Середня тривалість безморозного періоду – 180–200 днів, вегетаційного періоду – 225–230 днів. Весняні приморозки припиняються здебільшого в другій декаді квітня, іноді спостерігаються і в III декаді травня. Настання осінніх заморозків відзначається, в основному, в III декаді жовтня, найбільш ранніх – в III декаді вересня. Мінімальні температури повітря спостерігаються в січні і лютому (–3) – (–4 °С). У дуже холодні зими (відносно рідко) температура може знижуватись до (–32) – (–34) °С. Суховії спостерігаються щороку, дуже інтенсивні відмічаються в 40–60% років [6].

В цілому по області кількість опадів недостатня, випадають вони нерівномірно. У літні періоди опади спостерігаються у вигляді злив, більша їх частина стікає по схилах балок і подів, мало вбирається ґрунтом. Основний запас вологи у ґрунті створюється восени та взимку, в період зтяжних дощів, призначеному випаровуванню. Влітку важливими є лише ранні дощі, оскільки у цей період з поверхні суші за рік сумарно випаровується 320–380 мм, а за вегетаційний період – 220–270 мм, що не компенсується опадами, кількість яких за цей період становить лише 215–220 мм. Рослини використовують вологу пізньосінніх, зимових і ранньовесняних опадів, кількість яких і визначає, в основному, величину врожаю.

Територіально Херсонська область знаходиться в межах двох кліматичних зон: Степової посушливої та Сухого Степу. За ґрунтовими та кліматичними критеріями область умовно поділяється на сім основних природно-сільськогосподарських районів:

Бериславський природно-сільськогосподарський район, який охоплює Бериславський, Великоолександрівський, Високопільський, Нововоронцовський та частину Білозерського адміністративних районів, загальною площею 447,8 тис. га, в т. ч. сільськогосподарських угідь – 415,2 тис. га. Поверхня переважної частини території рівнинна з невеликою кількістю подів, а прилегла до р. Дніпра та р. Інгульця – хвиляста з невеликими схилами. На прилягаючій до Каховського водосховища території особливо сильно розвинута яружно-балочна система [7].

Ґрунтовий покрив району складається в основному з чорнозему південного, що характеризується гумусованим профілем потужністю 53–54 см, має вміст гумусу складає 3,4–4,2%, важко- та середньосуглинковим механічним складом з переважанням крупнопилуватої фракції, що визначає схильність ґрунтів до процесів дефляції та ерозії. Фізичні та хімічні властивості ґрунтів характеризуються як задовільні [8].



В даному природно-сільськогосподарському районі площа подових ґрунтів займає біля 10% ріллі. Ґрунти характеризуються досить потужним гумусним профілем (60–70 см), містять біля 3,7–4,5% гумусу. Глеєві горизонти подових ґрунтів відзначаються низькою водопроникністю, значною вологоємністю при невеликому запасі доступної для рослин вологи. Ґрунтам притаманне короткострокове сезонне перезволоження, вони потребують регулювання водно-повітряного режиму.

Нижньосірогоський природно-сільськогосподарський район включає Великопетиський, Верхньорогачицький, Горностаївський, Нижньосірогоський, частину господарств Каховського та Іванівського адміністративних районів. Площа сільськогосподарських угідь – 490,3 тис. га. Поверхня переважної частини району рівнинна з великою кількістю подів, прилегла до Каховського водосховища – з розвинутою яружно-балковою системою [9].

Переважаючі ґрунти (> 80%) – високопродуктивні чорноземи південні солонцюваті, які знаходяться під впливом дефляції, тому вміст гумусу знаходиться в межах 2,7–3,4%. Фізичні властивості ґрунту мають оптимальні параметри для росту і розвитку сільськогосподарських культур. Ґрунти потребують проведення протидефляційних заходів.

До складу Білозерського природно-сільськогосподарського району входить Білозерський район і райони міста Херсона. Загальна площа сільськогосподарських угідь – 104,8 тис. га. Переважна частина території району рівнинна, з великою кількістю подів. Прилегла територія до Дніпра та Інгульця властива система балок.

Ґрунтовий покрив району представлений темно-каштановими ґрунтами в комплексі з солонцями, що займають біля 70% ріллі. Ґрунти характеризуються розвиненим гумусним профілем потужністю 52–58 см, невеликою кількістю гумусу (1,9–2,7%), середньо- і важкосуглинистим механічним складом, дефляційно небезпечні. Хіміко-фізичні властивості ґрунтів слід вважати задовільними.

За рахунок зрошення водами Дніпровського лиману та Інгульця в ґрунтах спостерігається вторинне осолонцювання, місцями відбувається затоплення і підтоплення територій. Такі масиви потребують проведення ряду меліоративних заходів. Подові землі займають 11,5% ріллі. Водно-фізичні властивості ґрунтів подібні аналогічним ґрунтам попередніх природно-господарських районів [10].

Наступним є Олешківський природно-сільськогосподарський район знаходиться на піщаних аренах борової тераси Дніпра з між аренними просторами і об'єднує Голопристанський, Олешківський, Каховський райони та м. Нова Каховка. Площа сільськогосподарських угідь складає 47,3 тис. га.

В ґрунтовому покриві переважають чорноземи осолоділі переважно супіщаного механічного складу. Вони характеризуються слабкою гумусністю (0,96%), потужним ґрунтовим профілем, низькою поглинальною здатністю, слабкою структурністю, високою водопроникністю, малою вологоємністю, а також низькою забезпеченістю поживними речовинами. Ґрунти в значній мірі знаходяться під впливом дефляції і потребують проведення відповідних заходів покращення та збереження.

Температурний режим досить сприятливий для вирощування овочів, фруктів та зернових культур, дозрівання яких відбувається на 2–3 тижні раніше ніж на суглинкових ґрунтах.

Скадовський природно-сільськогосподарський район охоплює територію Скадовського району, частину господарств Голопристанського, Олешківського, Каховського районів і відноситься до тераси дельти Дніпра. Площа сільськогосподарських угідь – 272, 2 тис. га. Ґрунтовий покрив району представлений здебільшого темно-каштановими ґрунтами та їх комплексами з солонцями. Ґрунти характеризуються легким механічним складом, слабкою гумусністю (0,83–1,7%), добре розвиненим гумусовим профілем зі слабкою структурою, що характеризується значною водопроникністю на слабо солонцюватих ґрунтах і дуже низькою – на сильно

солонцюватих ґрунтах та солонцях. Це, в свою чергу, викликає технологічні ускладнення при зрошенні [11].

На зрошуваних ґрунтах відзначається наявність вторинно осолонцюваних ґрунтів, подекуди – засолення та підтоплення, що зумовлює інтенсивний винос поживних речовин погіршення фізичних властивостей ґрунту. Інтенсивне навантаження на ґрунт, при проведенні механічних обробітків, обумовлює його переущільнення – утворення в орному та підорному горизонтах щільних прошарків, які значно погіршують водопроникність ґрунту. Ґрунти подів займають біля 9% ріллі, характеризуються легким механічним складом, невисоким вмістом гумусу (2,0–2,5%), слабкою оструктуренністю. Фізичні властивості ґрунтів задовільні.

Чаплинський природно-сільськогосподарський район, до складу якого входять Чаплинський, Каланчацький і частина Новотроїцького районів, має загальну площу сільськогосподарських угідь – 236,7 тис. га. Поверхня рівнинна, з сильно розвинутим мезо- і мікрорельєфами, покрита численними подами. Ґрунтовий покрив представлений темно-каштановими ґрунтами і їх комплексами з солонцями, які характеризуються гумусним профілем потужністю 40–48 см, значною солонцюватістю, невеликим вмістом гумусу (2,8–3,0%), слабкою структурністю орного шару. Ґрунти подів займають 7,4% ріллі. Характерною їх особливістю є розвинений гумусовий профіль з високим вмістом гумусу (2,75–3,35%). Фізичні властивості ґрунтів слід вважати задовільними.

Генічеський природно-сільськогосподарський район охоплює територію Генічеського, Новотроїцького та частину Іванівського районів з площею сільськогосподарських угідь 349,5 тис. га. Характеристика ґрунтів району аналогічна до Чаплинського природно-сільськогосподарського району. Ґрунти, що знаходяться на зрошенні, характеризуються мінералізованими, оскільки для зрошення використовуються артезіанські води, що викликає вторинне осолонцювання, тому потребують вжиття заходів меліоративного покращення [12].

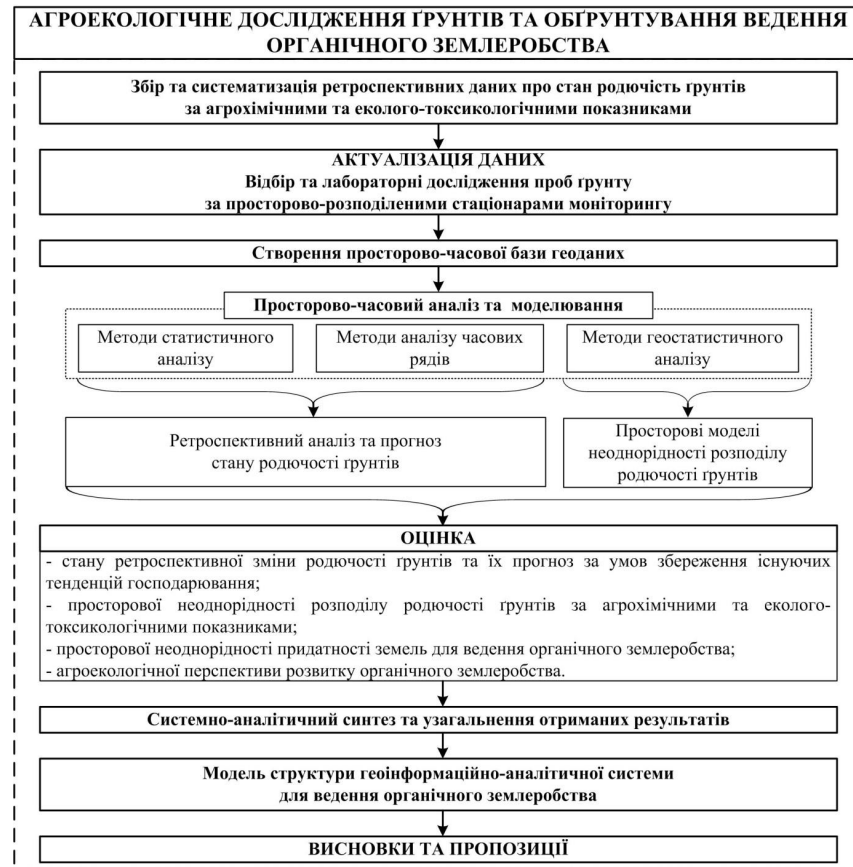
## 2.2. Схема та методика досліджень

Методична схема наукових досліджень (рис. 2.2) відображає основні етапи агроекологічного дослідження стану ґрунтів та обґрунтування ведення органічного землеробства.

Дослідження просторової неоднорідності розподілу агрохімічних і еколого-токсикологічних показників та часової динаміки їх змін в ґрунтах Херсонської області проведено за даними останніх 47 років досліджень Херсонської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України». Моделювання проводили, використовуючи в якості інформаційної основи результати десяти п'ятирічних турів обстеження: з II (1970–1974 рр.) до XI туру (2013–2017 рр.). Для оцінки стану родючості ґрунтів та агроекологічного обґрунтування передумов ведення органічного землеробства використані дані за 296 стаціонарами XI туру обстежень. Прогнозування можливої зміни агроекологічних властивостей ґрунту на 2025 р реалізовано на основі даних спостережень за 25 стаціонарів (1978–2017 рр.), які розташовані в межах семи природно-сільськогосподарських районів Херсонської області (рис. 2.3).

Агрохімічні та еколого-токсикологічні властивості ґрунтів області досліджені у відповідності до ДСТУ 4976:2008 «Охорона навколишнього природного середовища. Комплекс стандартів у сфері охорони ґрунтів. Основні положення» та за загальноприйнятими методами в атестованих лабораторіях Херсонської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України».

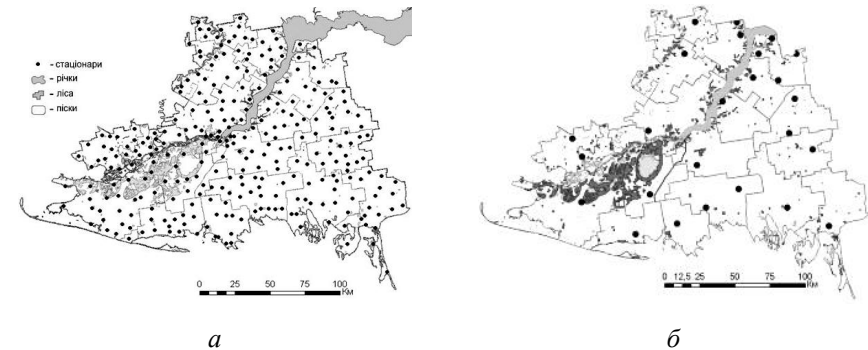
Просторово-часовий опис неоднорідності розподілу агроекологічних властивостей ґрунтів здійснено із застосування основних критеріїв статистичного аналізу, зокрема: загальне число вибірки, середнє значення, довірчий інтервал зміни середнього значення, медіана, мода, мінімум, максимум, процентилі 10,0 і 90,0, рівень варіації, дисперсія вибірки, стандартне відхилення, стандартна похибка середнього, асиметрія, ексцес [13; 14].



**Рис. 2.2. Методична схема наукових досліджень**

Джерело: власні дослідження

Для прогнозування просторово-часового стану ґрунтів за агроекологічними властивостями використаний метод штучних неймереж (*ШНМ*) на основі архітектури багаточарового перцептрона (*MLP*).

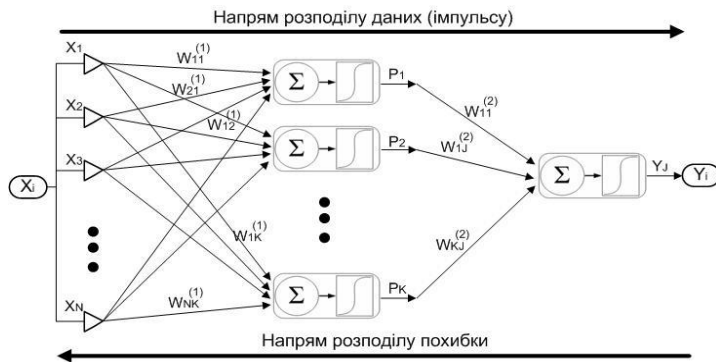


**Рис. 2.3. Просторовий розподіл стаціонарних майданчиків досліджень стану родючості ґрунтів на території сільсько-господарських земель Херсонської області:**  
а – 296 стаціонарів; б – 25 стаціонарів

Джерело: власні дослідження

Основними перевагами *ШНМ* є [15–17]: незалежність методів їх синтезу від розмірності простору ознак; висока допустимість до використання зашумлених даних і низький коефіцієнт помилок; паралельна обробка інформації одночасно всіма нейронами, що робить можливим апаратний аналіз складних сигналів в реальному часі; апроксимація безперервної функції; самоорганізація і відмовостійкість структури *ШНМ*; коригування синоптичних ваг при надходженні нової інформації тощо. До недоліків і обмежень *ШНМ* можна віднести: відсутність чітких алгоритмів вибору функції активації та механізмів, що регулюють роботу мережі в цілому; велика кількість вагових коефіцієнтів і порогових рівнів *ШНМ* знижує швидкість обробки вхідних даних, що також може призвести до «паралічу» мережі при навчанні; складність навчання, формування та апроксимація *ШНМ*. Незважаючи на недоліки *ШНМ*, використання інтелектуальних методів на основі нейротехнологій, роблять їх все більш перспективним напрямком в моделювання та прогнозування показників родючості ґрунтів [18; 19].

Апаратна реалізація ШНМ з однозначно заданою структурою (залежно від кількості входів), нейроном, що максимально відповідає біологічному прототипу, задається архітектурою і функцією кількох змінних за допомогою суперпозицій і сум функцій однієї змінної (рис. 2.4).



а

$$y_i(t) = f\left(\sum_{j=1}^J w_j^{(2)}(t) f\left(\sum_{n=1}^N w_n^{(1)}(t) x_n^{(t)}\right)\right),$$

б

де  $t$  – дискретне значення вхідного сигналу;  $w$  – матриця вагових коефіцієнтів;  $x_n^{(t)}$  –  $n$ -а координата вхідного вектору;  $y_i(t)$  –  $i$ -а координата вихідного вектору, що створена нейромережею;  $f(x)$  – функція активації нейронів прихованого слою.

Рис. 2.4. Представлення результуючої ШНМ:

а – архітектура ШНМ; б – функція відгуку ШНМ [16; 17; 21; 22]

Джерело: власні дослідження

Оптимальна кількість вагових коефіцієнтів (синоптичних зв'язків) обчислюється за формулою [16; 20]:

$$I_w = \sum_{i=1}^{N_L-1} N_i N_{i+1}, \tag{2.1}$$

де  $N_L$  – кількість шарів у ШНМ,  $N_i$  – кількість нейронів в  $i$ -ому шарі.

Вибір кількості нейронів та прихованих шарів при апроксимації нейронної мережі залежить від складності постановки задачі моделювання, прогнозування та управління, обсягу емпіричних даних для навчання та необхідної кількості входів і виходів мережі.

Принципи роботи нейромоделей ґрунтуються на тому, що нейрони першого шару отримують вхідні сигнали, апроксимують їх і через точки розгалуження передають нейронам другого шару. Далі спрацьовує другий шар і т. д. до  $j$ -го, який видає вихідні сигнали апроксимації.

Для прогнозування агроекологічного стану родючості ґрунтів використані функції активації нейронів – сигмоїдальна і синусоїд-гіперболічного тангенсу (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Функції активації нейронів

Назва функції	Формула	Границі значень
Сигмоїдальна (логістична)	$f(s) = \frac{1}{1 + e^{-s}}$	(0, 1)
Синусоїд-гіперболічного тангенсу	$f(s) = \frac{e^s - e^{-s}}{e^s + e^{-s}}$	(-1, 1)

Після визначення архітектури ШНМ задаються вагові коефіцієнти (рівномірно в інтервалі  $[-0,01, 0,01]$ ) адаптивних суматорів нейронів і визначається метод навчання їх навчання. Для оптимізації архітектури і мінімізації похибок ШНМ використані методи навчання зворотного розподілу похибки і пов'язаних градієнтів.



Для коригування помилки *ШНМ* використовується метод найменших квадратів [21; 22]:

$$E(w) = \frac{1}{2} \sum_{j,p} (y_{jpn} - d_{jp})^2, \quad (2.2)$$

де  $y_{jpn}$  – вихідний стан  $j$ -го нейрону слою  $n$  *ШНМ* при подачі на її вхід  $p$ -го навчального образу;  $d_{jp}$  – бажаний вихідний стан цього нейрону.

Найбільш поширений алгоритм навчання для прогнозування часових рядів – це алгоритм зворотного розподілу похибки:

$$w_{ni}(t+1) = \eta \delta_i x_n(t) + \alpha(w_{ni}(t) - w_{ni}(t-1)), \quad (2.3)$$

де  $w_{ni}(t)$  – вага від нейрону  $n$  або елемент вхідного сигналу  $n$  до нейрону  $i$  в момент часу  $t$ ;  $x_n$  – вихід нейрону  $n$  або  $n$ -й елемент вхідного сигналу;  $\eta$  – коефіцієнт інерції;  $\delta_i$  – значення похибки для нейрону  $i$ .

У алгоритмі похибка (різниця між значеннями обчисленого і фактичного вихідних векторів) поширюється у зворотному напрямку всередині *ШНМ* і використовується для модифікації кожної ваги на наступній ітерації (епосі).

Крос-перевірка прогнозних моделей проведена із застосуванням статистичних критеріїв оцінки достовірності: математичне очікування похибки, стандартне відхилення похибки, математичне очікування абсолютної похибки (в натуральних одиницях і відсотках – *MAPE*), значення кореляції. Найкраща якість прогнозу багатослової нейронної мережі досягається при співвідношенні обсягів вибірок: навчальна – 70%, тестова – 30% вибірки часового ряду досліджень. Точність результатів прогнозування залежить, значною мірою, від репрезентативності навчальної вибірки.

Навчальна продуктивність: при її визначенні на навчальній множині відбувається безпосереднє навчання мережі, тобто зміна

вагових коефіцієнтів кожного з нейронів пропорційно похибці на виході. Відповідно всі спостереження даної множини багаторазово беруть участь у процедурі зміни вагових коефіцієнтів при навчанні мережі. Процес навчання мережі являє собою підгонку моделі, яка реалізується мережею, до відповідних навчальних даних, що характеризують різні варіанти умов модельованого агрохімічного процесу [16; 22].

Контрольна продуктивність: спостереження контрольної множини в процедурі зміни вагових коефіцієнтів нейронів участь не бере. Основна функція цих даних в постійному контролі здатності мережі до узагальнення. Така процедура називається крос-перевіркою. На кожному кроці алгоритму навчання розраховується похибка для всього набору спостережень з контрольної множини і порівнюється з похибкою на навчальній множині.

Тестова продуктивність: тестова множина не бере участі в навчанні взагалі. Вона використовується після завершення навчання для розрахунку продуктивності отриманої мережі та її похибки на даних, про які «їй взагалі нічого невідомо».

Похибка навчання: хорошими прогностичними властивостями володіє та мережа, у якої похибка однаково мала на всіх трьох підмножинах.

Крос-кореляційні просторові закономірності розподілу агрохімічних показників в ґрунті визначені із використанням кореляційно-регресійного аналізу. Просторова неоднорідність зміни агроекологічних властивостей ґрунтів вивчені із застосуванням автокореляційного аналізу [23].

Просторове моделювання неоднорідності розподілу агроекологічних показників для шару 0–20 см проводили із застосуванням методу радіально-базисної функції робочого модуля Geostatistical Analyst of ArcGis (рис. 2.5). Радіально-базисна функція є відносно швидким детерміністичним методом, що виконує жорстку інтерполяцію, виключає оцінку помилки



інтерполяції, забезпечує високу достовірність просторового моделювання.



**Рис. 2.5. Алгоритм створення просторових моделей агроекологічного стану ґрунтів із використанням геостатистичних методів**

Джерело: власні дослідження

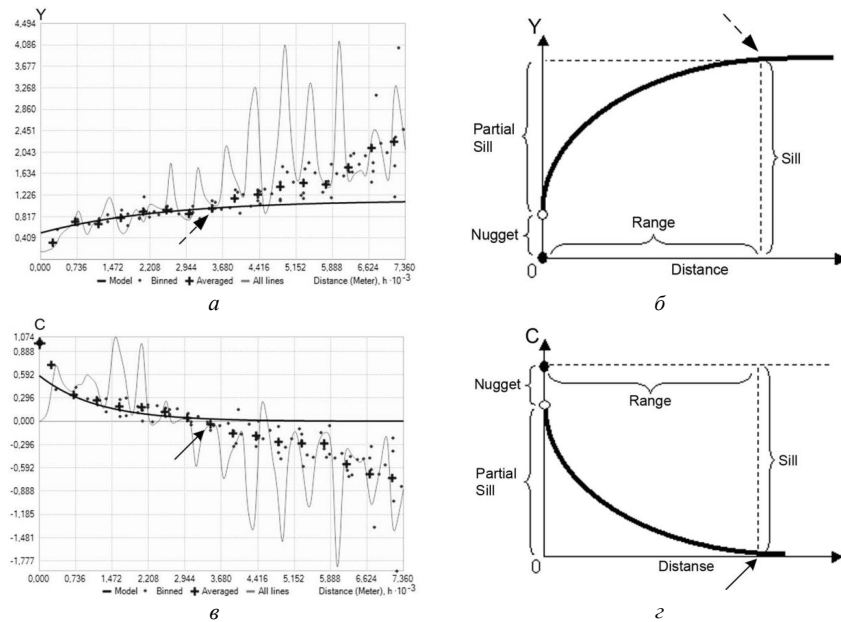
Створення інтерполяційної моделі включає три основних етапи [24; 25]: дослідження даних – визначення оптимального методу для побудови інтерполяційної поверхні родючості ґрунтів; підбір моделі для побудови інтерполяційної поверхні – настройка критеріїв обраного методу для побудови інтерполяційної поверхні з урахуванням просторових закономірностей розвитку показників родючості ґрунтів; діагностика просторових моделей – реалізується перехресна перевірка, яка дає можливість прийняти обґрунтоване рішення про те, яка з моделей найбільш точно інтерполює значення.

Нев'язка просторових моделей визначена за допомогою розподілу стандартної похибки обчислень. Достовірність просторового моделювання склала від 84,1–92,0%.

Геостатистика – це розділ статистики, який займається аналізом і прогнозуванням значень, пов'язаних з просторовими і просторово-часовими явищами [26; 27]. Геостатистичний аналіз дає можливість представляти не тільки інтерпольовані значення (побудова безперервної поверхні), але і міру невизначеності для таких значень. Виміри невизначеності вкрай важливі для вивчення неоднорідності, визначення і виділення буферних зон якісних переходів в просторовій зміні процесів чи явищ, що вивчаються. Найбільш важливими геостатистичними показниками невизначеності є нагет-ефект (nugget), поріг напівдисперсії (sill) та радіус кореляції (range). Графічно це представляється у вигляді варіограми та коваріації (рис. 2.6). Варіограма (рис. 2.6 а, б) є мірою просторової неоднорідності (Y), яка виражається у дисперсії (binned) та напівдисперсії (averaged) різниці значень окремих ґрунтових показників у просторі, а коваріація (рис. 2.6 в, г) це масштабна версія просторової кореляції (C) [154; 169].

На певній відстані варіограми модель вирівнюється. Відстань, за якої модель починає вирівнюватись, має назву діапазон однорідності (рис. 2.6 а, б), на графіку коваріації – це радіус кореляції (рис. 2.6 в, г). На цьому проміжку значення просторово автокорельовані (однорідні), в той час, як місця знаходження, що перевищує діапазон – немає. Значення, в якому модель варіограми досягає діапазону (значення на осі Y), називається порогом напівдисперсії. Нагет-ефект представляє просторові джерела варіації на відстанях, що є меншими за інтервал між опорними точками досліджень. Процес в моделі коваріації проходить дзеркально (рис. 2.6 в, г), мірою максимального значення кореляції є значення часткового порогу (partial sill) на першому лазі (значення на осі C). Опорні місця знаходження (позначені стрілкою на рис. 2.6), розділені відстанями, що не перевищують

та перевищують радіус кореляції (range), визначають на просторовій моделі границю якісного поділення на просторово однорідні та неоднорідні ареали агроекологічних властивостей ґрунтів [27; 28].



**Рис. 2.6. Вариограма та коваріація просторової неоднорідності (Y) і кореляції (C) даних за результатами апроксимації експоненціальною моделлю:**

а – розрахункова вариограма; б – складові вариограми; в – розрахункова коваріація; г – складові коваріації; стрілками на рисунку а і б вказаний поріг напівдисперсії однорідності даних; стрілками на рисунку в і г казаний максимальний радіус кореляції даних

В наших дослідженнях вихідні дані були зібрані з використанням нерегулярного просторового плану вибірки, тому вибір відповідного розміру лага стає більш складним. Для визначення

лага нами був використаний інструмент *Average Nearest Neighbor*, що надає можливість визначити середню відстань між точками та їх найближчими сусідами. Це забезпечую достатньо оптимальний лаг, оскільки кожен лаг має декілька пар точок [29; 30]. Для визначення відхилення від гауссово-нормального розподілення додатково були використані найбільш важливі статистичні характеристики: середнє значення, медіана, коефіцієнт варіації, дисперсія, коефіцієнт ексцеса, коефіцієнт асиметрії, нагет-ефект, поріг напівдисперсії, радіус кореляції, максимальне значення кореляції. Геостатистичні параметри були визначені з використанням методу *Kriging*. Геостатистичні параметри отримані за умови апроксимації вариограми й коваріації експоненціальною моделлю, що є найбільш привабливою [31; 32].

Класифікацію ґрунтів для ведення органічного землеробства здійснена за агрохімічними і еколого-токсикологічними показниками у відповідності до «Науково-методичних рекомендацій з визначення територій, придатних для створення спеціальних сировинних зон» (2012 р.) Інституту агроекології і природокористування НААН України [33] (Додаток Б).

Для обробки та аналізу вхідних даних використані ліцензійні програмні продукти STATISTICA Advanced + QC for Windows v.10 Ru, STATISTICA Automated Neural Networks for Windows v.10 Ru і ArcGis 10.1.

### Список використаних джерел до розділу 2

1. Звіт про виконання проектно-технологічних та науково-дослідних робіт у 2010–2015 р. Херсонська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів». Херсон, 2016. 109 с.
2. 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.
3. Dudiak N., Pichura V., Potravka L., Strachuk N. 2021. Environmental and economic effects of water and deflation destruction

of steppe soil in Ukraine. *Journal of Water and Land Development*. No. 50. P. 10–26. DOI10.24425/jwld.2021.138156.

4. Морозов В.В., Пічура В.І. Прогнозування кліматичних показників як фактора формування родючості ґрунтів. *Наукові основи землеробства у зв'язку з потеплінням клімату* : матер. міжнар. наук-практ. конф., 10–12 листопада 2010 р. м. Миколаїв. Миколаїв : МДАУ, 2010. С. 54–57.

5. Пічура В.І. Зональні закономірності вікових змін клімату на території басейну Дніпра. *Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2017. № 2. С. 43–52.

6. Dudiak N.V., Pichura V.I., Potravka L.A., Strachuk N.V. Geomodeling of Destruction of Soils of Ukrainian Steppe Due to Water Erosion. *Journal of Ecological Engineering*. 2019. Vol. 20, Iss. 8. P. 192–198.

7. Пічура В.І. Просторово-часова трансформація агрохімічного стану ґрунтів у зоні сухого степу / В.І. Пічура, Н.В. Безніцька. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 3. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd\\_2017\\_3\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_3_5)

8. Полушина Е.В. Использование ГИС-технологий для картографирования засоленных почв. *Интерэкспо ГЕО-Сибирь*. 2007. № 1. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-gis-tehnologiy-dlya-kartografirovaniya-zasolennyh-pochv>

9. Морковкин Г.Г., Литвиненко Е.А., Байкалова Т.В., Максимова Н.Б. Использование ГИС-технологий для оценки временной динамики структуры агроландшафтов и свойств почв на примере умеренно-засушливой и Колочной степи Алтайского края. *Вестник АГАУ*. 2013. № 5 (103). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-gis-tehnologiy-dlya-otsenki-vremennoy-dinamiki-struktury-agrolandshaftov-i-svoystv-pochv-na-primere-umerenno-zasushlivoi>

10. Горбійчук М.І., Пендерецький О.В., Шуфнарівич М.А. Метод оцінки стану ґрунтів з використанням fuzzy-технологій. *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. 2008. Вип. 3, № 5 (33). С. 29–32.

11. Вишневская Е.В., Богомазова И.В., Литвинова М.И. Актуальные проблемы использования ГИС в развитии регионального туризма

Белгородской области. *Фундаментальные исследования*. 2012. № 3-0. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-problemy-ispolzovaniya-gis-v-razvitiy-regionalnogo-turizma-belgorodskoy-oblasti>

12. Влацкий В.В. Моделирование речного стока с использованием ГИС технологий. *Вестник ОГУ*. 2010. № 9(115). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-rechnogo-stoka-s-ispolzovaniem-gis-tehnologiy>

13. Горохов А.Н., Макаров В.С., Васильев Н.Ф., Федоров А.Н. Опыт картографирования природных условий южной Якутии с использованием ГИС-технологий. *Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова*. 2012. № 4. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/opyt-kartografirovaniya-prirodnih-usloviy-yuzhnoy-yakutii-s-ispolzovaniem-gis-tehnologiy>

14. Жердев В.Н., Баранович Д.А., Постолюк 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.

15. Козадаев А.С. Предварительная оценка качества обучающей выборки для искусственных нейронных сетей в задачах прогнозирования временных рядов. *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки*. 2008. Т. 13. № 1. С. 99–100.

16. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. М. : Издательский дом «Вильямс», 2006. 1104 с.

17. Терехин Э.А., Пилипенко Ю.В., Пичура В.И., Чепелев О.А., Бреус Д.С. Использование данных дистанционного зондирования Земли и нейротехнологий для совершенствования мониторинга лесных массивов. *Агроекологічний журнал*. 2012. № 4. С. 41–47.

18. Дышлюк С.С., Сухорукова С.А. Использование ГИС-технологий в процессе территориального планирования. *Интерэкспо ГЕО-Сибирь*. 2010. № 2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-gis-tehnologiy-v-protsesse-territorialnogo-planirovaniya>

19. Копыткова Л.Б. К вопросу построения нейросетевой модели цифровой обработки сигналов. *Вестник Ставроп. Гос. Ун-та*. 2009. № 4. С. 10–16.

20. Капралов Е.Г. Основы геоинформатики : учеб. пособие для студ. вузов / под ред. Тикунова В.С. М. : Издательский центр «Академия», 2004. 352 с.

21. Карпухина Н.В., Киселева В.В., Трифонова Т.В. Использование ГИС для оценки техногенной динамики ландшафтов Верхне-Яузских болот. *Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии*. 2013. № 4. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-gis-dlya-otsenki-tehnogennoy-dinamiki-landshaftov-verhne-yauzskih-bolot>

22. Пічура В.І. Зональні закономірності вікових змін клімату на території басейну Дніпра. *Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2017. № 2. С. 43–52.

23. Лазер П.Н., Міхеев Є.К. Інструментарій і технології організації інформації в землеробстві : навчальний посібник. Херсон : Видавництво ХДУ, 2006. 372 с.

24. Справка ArcGIS 10.1. Что такое шейп-файл? URL: <http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.1/index.html#//005600000002000000>

25. 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.

26. Лурье И.К., Котков А.Г. Теория и практика цифровой обработки изображений. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / под ред. А.М. Берлянта. М. : Научный мир, 2003. 168 с.

27. Lisetskii F.N., Pichura V.I., Breus D.S. Use of geoinformation and neurotechnology to assess and to forecast the humus content variations in the steppe soils. *Russian Agricultural Sciences*. 2017. 43 (2). P. 157–161.

28. Xiaopeng Q.I. et al. Comparison of ArcGIS and SAS Geostatistical Analyst to Estimate Population-Weighted Monthly Temperature for US Counties. *Journal of resources and ecology*. 2012. Vol. 3,3. P. 220–229.

29. Любимова А.В., Спиридонов В.А. Методика и перспективы создания автоматизированных технологий обработки материалов дистанционного зондирования в целях решения задач природопользования. 1999. URL: [http://lab12.geosys.ru/pageslab/articles/a\\_anna1.htm](http://lab12.geosys.ru/pageslab/articles/a_anna1.htm)

30. Невидимова О.Г., Янкович Е.П. Использование ГИС-технологий в региональном анализе природно-климатических опасностей (на примере Томской области). *ГИАБ*. 2009. № 12. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-gis-tehnologiy-v-regionalnom-analize-prirodno-klimaticheskikh-opasnostey-na-primere-tomskoy-oblasti>

31. Лурье И.К. Основы геоинформатики и создание ГИС. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Часть 1. под ред. А.М. Берлянта. М. : ИНЕКС-92, 2002. 140 с.

32. Using Arc 80. GIS Geostatistical Analyst. Published by ESRI. 2002. 306 p.

33. Фурдичко О.І. Науково-методичні рекомендації з визначення територій, придатних для створення спеціальних сировинних зон / за ред. академіка НААН О. І. Фурдичка, 2-ге вид., доп. К., 2012. 44 с.



# ОРГАНІЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ТА ПЕРЕДУМОВИ ЙОГО ВЕДЕННЯ В ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

### 3.1. 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 [1].

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 соняшnikової. Основними країнами-споживачами є Німеччина, Австрія, Польща, Італія, Франція, Нідерланди, Данія, Швейцарія, США, Канада [2].

В Херсонській області активно розвиваються підприємства, що займаються органічним виробництвом. Зокрема у 2012 році була заснована 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 17 000 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» [3].

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 р. 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 консультаційна 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.

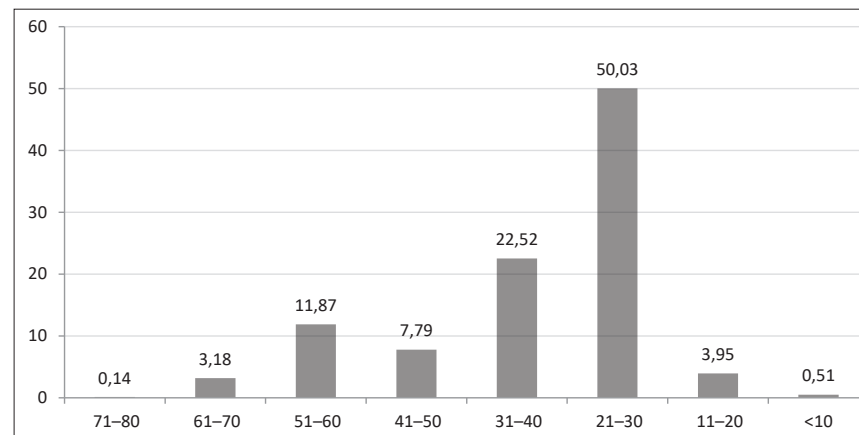
Підприємства, що виробляють органічну продукцію на території Херсонської області, відзначаються високою продуктивністю, а також значним потенціалом у сфері органічного землеробства, що дає змогу стверджувати про доцільність досліджень агроекологічного стану сільськогосподарських земель області для подальшого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

### **3.2. Ретроспективні дослідження зміни родючості ґрунтів як основної передумови ведення органічного землеробства**

Продуктивність ґрунту визначається його родючістю, а саме здатністю ґрунту задовольняти потреби рослин в елементах живлення, волозі, повітрі, а також забезпечені умов їхньої нормальної життєдіяльності для отримання стабільних врожаїв [4]. Рациональне використання земельних угідь в сільськогосподарському виробництві, розробка і ефективне застосування комплексу заходів із регулювання та управління родючістю ґрунтів не можливі без визначення їх фактичного агроекологічного стану, який вважається сукупністю агрофізичних, фізико-хімічних, агрохімічних та біологічних властивостей, а також з урахуванням забрудненості ґрунтового покриву важкими металами, радіонуклідами, пестицидами та іншими токсикантами.

Для визначення продуктивності земель, їх вартості та просторово-часової неоднорідності, використовуються показники еколого-агрохімічної оцінки ґрунтів. Розрахунок балів здійснюють у відповідності до методики проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення за редакцією І.П. Яцука, С.А. Балюка [5; 6].

В період 2013–2017 рр. Херсонською філією ДУ «Інститут охорони ґрунтів» завершено XI тур агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення області. Отримані результати вказують на негативні зміни агроекологічних властивостей ґрунтів на значній території сільськогосподарських угідь [7; 8]. Оцінка проведена за 100-бальною системою. В 100 балів прийнято агрохімічні властивості еталонного ґрунту. За результатами XI туру агрохімічної паспортизації земель найвищим балом (більше 40 балів) характеризуються ґрунти Чаплинського, Ново-троїцького, Каховського районів області. Низькою оцінкою (менше 30 балів) характеризуються ґрунти Суворовського, Горностаївського, Скадовського, Олешківського, Іванівського районів. Середньозважена оцінка ґрунтів Херсонської області за даними XI туру агрохімічної паспортизації становить 34 бали. Найбільшу площу області займають ґрунти низької якості (менше 30 балів) – 54,5%, середньої якості (31–40 балів) – 22,5% загальної площі області (рис. 3.1) [7; 9].



**Рис. 3.1. Структура розподілу земель Херсонської області за агрохімічною оцінкою**

Джерело: складено за даними [7; 9]

До переліку факторів, які враховуються у розрахунку балу, відносять умови клімату та зрошення, до негативних властивостей-засолення, солонцюватість, оглеєння, забруднення важкими металами, радіонуклідами і пестицидами. Ключовими негативними факторами зниження родючості ґрунтів на території області є їх солонцюватість та засолення [10; 11].

Гумус є основним показником ступеню родючості ґрунтів та індикатором ефективності агротехнологічного блоку систем землеробства. Ґрунтовий покрив території Херсонської області характеризується малогумусними ґрунтами з вмістом гумусу в межах 0,30–3,85%. Просторова неоднорідність розподілу гумусу у ґрунтах області визначена складністю структури ґрунтового покриву, яка обумовлена зональними факторами ґрунтоутворення та варіативністю гідротермічних умов, по-друге – розвитком глейовими процесів в ґрунтових подах, по-третє – проявами вторинного засолення ґрунтів в результаті підтоплення водами із високою мінералізацією [12].

Просторово-часова неоднорідність зниження гумусу обумовлена деградаційними процесами ґрунтового покриву в результаті застосування нерациональних підходів інтенсифікації землеробства, що призводить до погіршення ґрунтоутворних процесів за рахунок дефіциту надходження в орний горизонт поживних залишків і органічних добрив, скороченням частки багаторічних трав і польових сівозмін, тривалого застосування мінеральних добрив тощо. На зрошуваних землях вміст гумусу в різних типах ґрунтів області (в шарі 0–20 см) у середньому на 0,1–0,5% менший, ніж на незрошуваних землях, що обумовлено інтенсивністю і технологічними особливостями зрошувальних меліорацій (якість води, поливні норми, сівозміни та ін.). На час другого туру обстежень почався період інтенсивного розвитку іригації, що призвело до значного зменшення вмісту гумусу (Додаток В) за період 1970–2017 рр. – в середньому на 16,0% (з 2,56% до 2,15%). Період 1985–2017 рр. характеризувався стабільним

гідромеліоративним навантаженням з незначною динамікою ( $V = 3,7\%$ ) і негативною спрямованістю зміни вмісту гумусу (трендом) в часі ( $t$ ):  $T = -0,0061 \cdot t + 2,2914$ ;  $R^2 = 0,022$ .

Азоту належить провідна роль в підвищенні врожайності сільськогосподарських культур, є важливим біологічним елементом. Він входить до складу білків, які є головною складовою цитоплазми і ядра клітини, амінокислот, нуклеїнових кислот, хлорофілу, алкалоїдів, фосфатидів, багатьох вітамінів, гормонів та інших біологічно активних речовин. Всі ферменти, що каталізують процес обміну речовин в рослинах, – білкові речовини, тому недостатнє постачання рослинам азоту послаблює утворення білків. Це призводить до уповільнення процесів біосинтезу, обміну всіх груп хімічних сполук і різкого ослаблення інтенсивності фотосинтезу, що в кінцевому рахунку знижує врожайність до 30%.

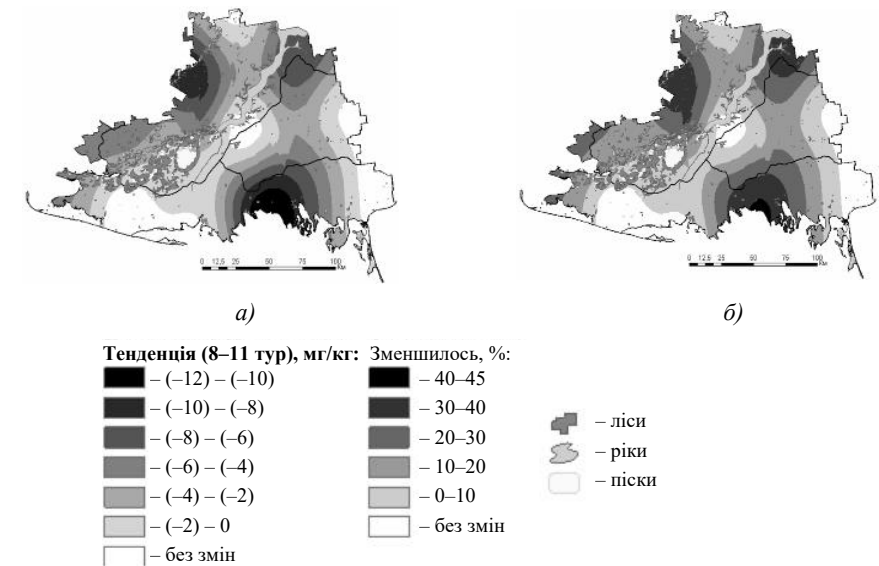
Основні джерела нітрифікаційного азоту – органічні і мінеральні добрива, органічні речовини ґрунту, біологічний азот, а також азот, що надходить з атмосферними опадами. За допомогою цього елемента можна регулювати розвиток рослин. Особливо важливий він в першій половині вегетації, при інтенсивному рості [13].

На баланс і доступність азоту рослинам в ґрунтах впливають такі процеси: фіксація атмосферного азоту бульбочковими бактеріями; перетворення азотовмісних сполук органічних залишків в гумусові кислоти; амоніфікація органічних азотовмісних сполук; процеси нітрифікації; денітрифікація і втрати азоту в атмосферу; фіксація іона  $\text{NH}_4^+$  глинистими мінералами; вимивання різних сполук азоту з внутрішньо ґрунтовим стоком [14].

Найбільше значення для поповнення доступного рослинам ґрунтового азоту мають процеси амоніфікації, при якій азот органічної речовини перетворюється в аміак, і нітрифікації, при якій аміак переходить в азотисту, а потім в азотну кислоту

і її солі. Розвитку цих процесів сприяють оптимальна температура  $20\text{--}30\text{ }^\circ\text{C}$  і вологість ґрунту  $60\text{--}70\%$  повної вологоємності), аерація ґрунту та сприятлива реакція середовища.

В результаті досліджень встановлено, що закономірності зміни вмісту нітрифікаційного азоту (рис. 3.2) в орному шарі (0 – 20 см) ґрунтів на території сільськогосподарських ґрунтів Херсонської області має негативне тренд-формування:  $\text{NO}_3 = -0,053t^2 + 0,0966t + 16,74$ ;  $R^2 = 0,24$ . Вміст азоту за період обстежень в ґрунтах зменшився в середньому на 26,9% (з 23,0 мг/кг до 19,0 мг/кг).



**Рис. 3.2. Просторово-часові зміни вмісту азоту (за нітрифікаційною здатністю) в ґрунтах Херсонської області (1970–2017 рр.):**

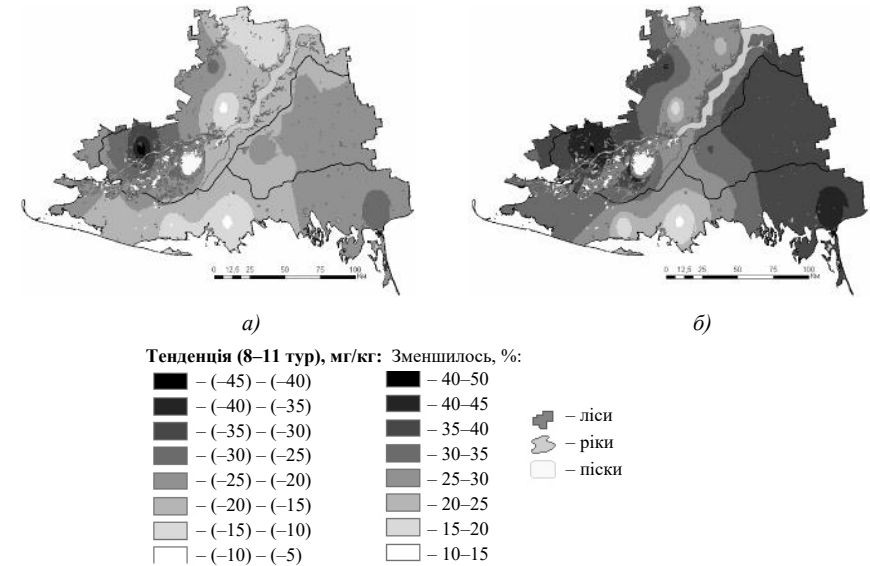
а – просторова тенденція, б – відносне зменшення, %.

Джерело: власні дослідження

Фосфор є одним з важливих елементів живлення рослин. Після органічної речовини і азоту, фосфор часто буває найдефіцитнішим елементом при вирощуванні сільськогосподарських культур. Він входить до складу нуклеопротеїдів, цукрофосфатів, фосфатидів і інших з'єднань, бере активну участь в процесах обміну речовин і синтезу білка, визначає енергетику клітини, впливає на ріст рослин. Значна частина доступного фосфору ґрунту присутня в органічній речовині. Коли органічна речовина вичерпується при інтенсивній обробці ґрунту, ерозії, а також з виносом врожаю – фосфорний дефіцит стає актуальною проблемою. Значна частина його міститься в ґрунтоутворюючій породі [15].

Фосфор міститься в ґрунті в різних формах: органічній та неорганічній, рухомій і нерухомій. Вміст рухомого фосфору в ґрунті – одна з найважливіших характеристик її родючості. Рухомими сполуками фосфору прийнято вважати сполуки, які доступні рослинам, тобто порівняно швидко можуть переходити в ґрунтовий розчин. Незначна частина фосфору надходить з атмосферними опадами, космічним та атмосферним пилом і техногенним шляхом, наприклад, в результаті застосування інсектицидів і фунгіцидів. Виснаження фосфору в ґрунті неможливо запобігти за рахунок застосування чистого пару, прийомів обробки, висіву бобових культур. Ефективним шляхом поповнення запасів ґрунтового фосфору та отримання високих врожаїв є додаткове внесення фосфоровмісних добрив в передпосівний період.

За результатами досліджень встановлена просторово-часова закономірність до зниження вмісту рухомого фосфору (рис. 3.3) в ґрунтах (шарі 0–20 см) області:  $T = -10,59 \cdot \ln(t) + 62,31$ ;  $R^2 = 0,98$ . Його вміст за 47 років зменшився в середньому на 34,8% (з 62,0 мг/кг до 40,4 мг/кг).



**Рис. 3.3. Просторово-часові зміни вмісту рухомого фосфору в ґрунтах Херсонської області (1970–2017 рр.):**

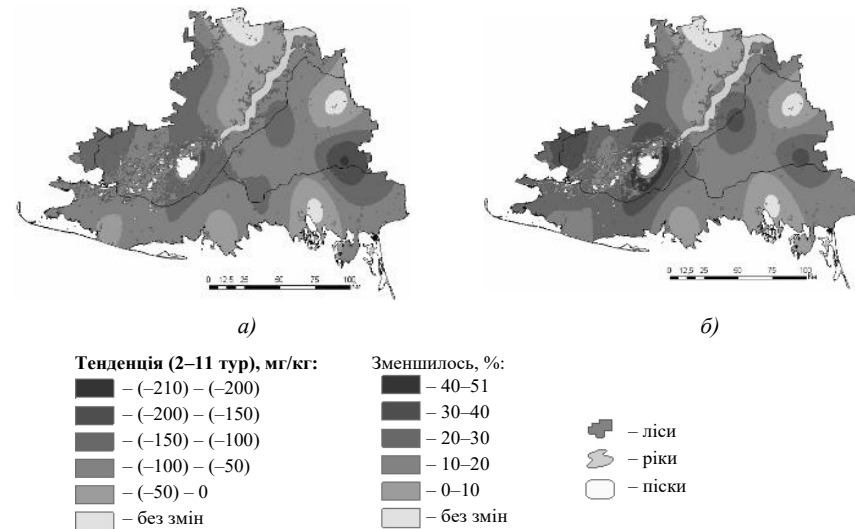
а – просторова тенденція, б – відносне зменшення, %

Джерело: власні дослідження

Калій відіграє важливу роль в життєдіяльності сільськогосподарських культур. Він опосередковано бере участь в азотному обміні, впливає на накопичення амінокислот і енергетичні процеси, регулює дихання. Наявність різних форм калію в ґрунтах пов'язане з первинними і вторинними мінералами, а також з особливостями їх перетворень. Валовий вміст калію в ґрунтах залежить в основному від вмісту фракції фізичної глини в гранулометричному складі ґрунту [16; 17]. За гранулометричним складом переважають ґрунти в області важкосуглинкові, (36,0% від площі сільськогосподарських земель), середньосуглинкові – 32,1%, легкосуглинкові – 21,4%.



Зміна вмісту обмінного калію (рис. 3.4) в ґрунтах (шарі 0–20 см) області визначається негативним його тренд-формуванням виду:  $T = -36,87 \cdot \ln(t) + 437,75$ ;  $R^2 = 0,97$ . За період спостережень його вміст зменшився в середньому на 25,5% (з 442,8 мг/кг до 359,8 мг/кг).



**Рис. 3.4. Зміна вмісту обмінного калію в ґрунтах Херсонської області (1970–2017 рр.):**

а) просторова тенденція, б) відносне зменшення, %

Джерело: власні дослідження

Просторова неоднорідність зниження калію від 50 мг/кг до 210 мг/кг (від 10% до 50%) в ґрунтах обумовлена відсутністю регулярного, рівномірного і необхідної кількості надходження мінеральних добрив, проявом водної ерозії, включаючи іригаційну, і дефляції ґрунтів, а також результатом тривалого зрошення.

Важливою характеристикою незрошуваних і зрошуваних земель є неоднорідність реакції ґрунтового розчину: по-перше –

окремим сільськогосподарським культурам для нормального розвитку необхідні відповідна градація розподілу  $pH$ ; по-друге – кислотність ґрунту значно впливає на розвиток ґрунтових мікроорганізмів; по-третє – зміна реакції ґрунту призводить до переходу поживних речовини з доступних до зв'язаних форм, що значно знижує їх доступність для рослин [18]. Реакція ґрунтового розчину вважається найважливішим фактором, який обумовлює рухливість мікроелементів в рослинах. Зміна  $pH$  ґрунтового розчину до рівня 6,0–6,5 забезпечує перехід більшості мікроелементів в малорозчинні сполуки, переважно карбонати, і сприяє утворенню комплексів цих елементів з органічними речовинами. Кислотність (або лужність) ґрунтів не тільки впливає на вміст рухомих сполук мікроелементів, але і визначає дію на ці процеси інших ґрунтових властивостей – гранулометричного складу, гумусності тощо. В межах 4,8–8,0 і вище водного  $pH$  відбувається закріплення твердою фазою і зниження накопичення в рослинах елементів, для яких властива підвищена рухливість в досить широкому інтервалі  $pH$  [19]. У дослідженнях В.А. Ковди представлені закономірності закріплення в ґрунті міді, цинку і кобальту в залежності від  $pH$  ґрунтового розчину [20] (табл. 3.1). З'єднання трьох мікроелементів відбувається із зміною  $pH$  в межах: для  $Cu$  максимум закріплення відзначено в інтервалі  $pH$  4,7–5,9;  $Zn$  – при  $pH$  5,9–7,2;  $Co$  – при  $pH$  7,2–8,0.

В залежності від впливу кислотності ґрунтового розчину на рухливість мікроелементів виділено дві групи ґрунтів на території Херсонської області. Перша – ґрунти з  $pH_{вод}$  6,5–7,2 – в цьому випадку знижується доступність рослинам мікроелементів, рухливість яких істотно залежить від  $pH$  середовища – заліза, міді, марганцю, цинку, що призводить до загрози прояву недоліку цих елементів у мінеральному живленні рослин.

Друга – ґрунти з  $pH_{вод}$  більше 7,2 – при цих умовах різко знижується рухливість більшості катіоногенних форм мікроелементів. Як наслідок – високий ризик прояву недоліку мікроелементів у мінеральному живленні рослин [21].



Таблиця 3.1

**Споживання мікроелементів як функція аніонів і рН (в %) від вихідної кількості**

Катіони	Аніони	рН							
		4,7	5,2	5,5	5,9	6,4	7,2	7,5	8,0
Cu	NO <sub>3</sub>	9	44	76	89	-	-	-	-
	Cl	17	55	75	90	-	-	-	-
Zn	NO <sub>3</sub>	-	-	-	11	19	61	-	-
	Cl	-	-	-	13	22	68	-	-
Co	NO <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	39	51	78
	Cl	-	-	-	-	-	39	54	78

Джерело: побудовано автором за даними [59]

На відміну від хімічних елементів, що складають основну масу живої матерії (так званих макроелементів – вуглець, кисень, водень, азот, сірка, кальцій, фосфор, натрій), елементи, вміст яких в організмах складає 1–3–10–12% є мікроелементами. До них відносять кадмій, марганець, мідь, цинк, кобальт, нікель, йод, фтор, молібден. Мікроелементи є необхідними складовими для повноцінного росту і розвитку рослин, вони знаходяться в рослинах в дуже низьких концентраціях. Мікроелементи задіяні у окисно-відновних реакціях, які є основою життєво важливих процесів у рослинному організмі (дихання і фотосинтез). Багато мікроелементів безпосередньо впливають на обмін речовин, стійкість рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища (висока і низька температура, неолік вологі), різних шкідників і хвороб [22].

У порівнянні з богарними землями на зрошуваних відбуваються істотні зміни іонно-солевого складу ґрунтового розчину, підсилюються процеси міграції, збільшується інтенсивність біологічного виносу елементів з ґрунту за рахунок збільшення фітомаси та урожайності сільськогосподарських культур.

Застосування оптимальної кількості мікроелементів на фоні високого рівня агротехніки є додатковим резервом підвищення

врожайності сільськогосподарських культур і якості продукції. Потреба рослин в мікродобривах залежить від наявності рухомих форм мікроелементів у ґрунтах. Збільшення або зменшення їх оптимальної концентрації в ґрунтового розчині може викликати пригнічення та загибель рослин. Захворювання рослин (бактеріоз льону, гниль сердечка буряків, сіра плямистість злаків, хлороз, і ін.) в більшій мірі обумовлені нестачею мікроелементів в ґрунті [23].

Марганець (*Mn*) відноситься до елементів з високою міграцією. Він прискорює розвиток і врожайність рослин. Відповідає за накопичення та вивільнення цукру із рослинного організму. Вміст рухомих форм марганцю в ґрунтах в Херсонській області знаходиться в межах 3,1–32,1 мг/кг. Розподіл марганцю залежить від окислювально-відновних процесів в ґрунті, повітряного і температурного режимів, реакції ґрунтового розчину. При рН ґрунту понад 6,5–7,0 доступність марганцю різко знижується. Підвищення кількості водорозчинного і обмінного марганцю може призвести до токсичних дій на рослини. Вміст рухомого марганцю в ґрунті визначається з метою диференціації застосування марганцевих добрив [24].

Мідь (*Cu*) підсилює зв'язування азоту у ґрунті з атмосфери, його засвоєння рослинами з ґрунту і добрив, підвищує накопичення білків, підвищує здатність рослин протистояти в'яненню, а також збільшує їх засухо, морозо- і жаростійкість. Дефіцит міді затримує ріст і цвітіння рослин, викликає хлороз листя і втрату тургору. Найбільш чутливі до міді злакові культури, трави, льон, коренеплоди, соняшник і буряк. Дефіцит міді може бути викликаний неоліком або надлишком органічної речовини в ґрунті, надлишком азоту, фосфору і цинку, а також надмірно високою вологістю ґрунту [25].

Цинк (*Zn*) регулює головну фотохімічну реакцію темної фази фотосинтезу і підсилює процеси дихання рослин. Завдяки цьому елементу стабілізується дихання рослин при зміні температурних умов – елемент підвищує жаро- і морозостійкість рослин, впливає на утилізацію фосфору в тканинах, активізує реакції утворення

попередників хлорофілу. При його недостатці у рослин зменшується вміст ауксинів, сахарози і крохмалю, підвищується вміст органічних кислот, порушується синтез білків. У рослинних тканинах накопичуються необхідні розчинні сполуки азоту (аміди та амінокислоти), які можуть порушувати хід технологічних процесів при переробці сировини. Чутливими до нестачі цинку є плодіві культури, гречка, кукурудза, буряк, картопля (для них характерно гальмування росту). Дефіцит цього елемента може проявлятися як на кислих так і на карбонатних ґрунтах. Підсилює ці процеси застосування високих доз фосфорних добрив. Застосування фосфорних добрив призводить до значного зниження в ґрунті доступного цинку. У ґрунтах, з відносно низьким вмістом доступного цинку, зростає вміст фосфорної кислоти, яка знаходиться у вигляді фосфат натрію. Нестача цинку негативно впливає на проходження процесів синтезу білка в рослинах, знижує і порушує біосинтез вітаміну В<sub>6</sub>, які мають велике значення в процесах відтворення триптофану, зменшується вміст аскорбінової кислоти. При істотному недоліку цього елемента знижується загальна продуктивність рослин і погіршується якість продукції [26].

Кобальт (Co) є потужним стимулятором росту рослин. Від його наявності залежить швидкість дозрівання зернових, накопичення жиру в насінні льону, вміст цукру і вітамінів в капусті і помідорах. У іонній формі кобальт бере участь у багатьох неспецифічних реакціях, де він може бути замінений на іон інших металів. Стимулююча дія кобальту на ріст, розвиток і азотфіксацію у бобових рослин з'являється переважно в умовах симбіозу з бульбочкових бактерій. Нестача кобальту в кормах призводить до порушення обміну речовин у тваринному організмі. Оптимальна концентрація кобальту в кормах – 1 мг/кг сухої речовини, а в рослинах – від 0,2 до 0,6 мг/кг [8].

Тенденція зміни мікроелементів у ґрунтах Херсонської області визначена за даними просторово-розподілених стаціонарних площадок IX–XI туру (рис. 3.5). За результатами просторово-часового моделювання в період 2003–2017 рр. (3.17) 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.

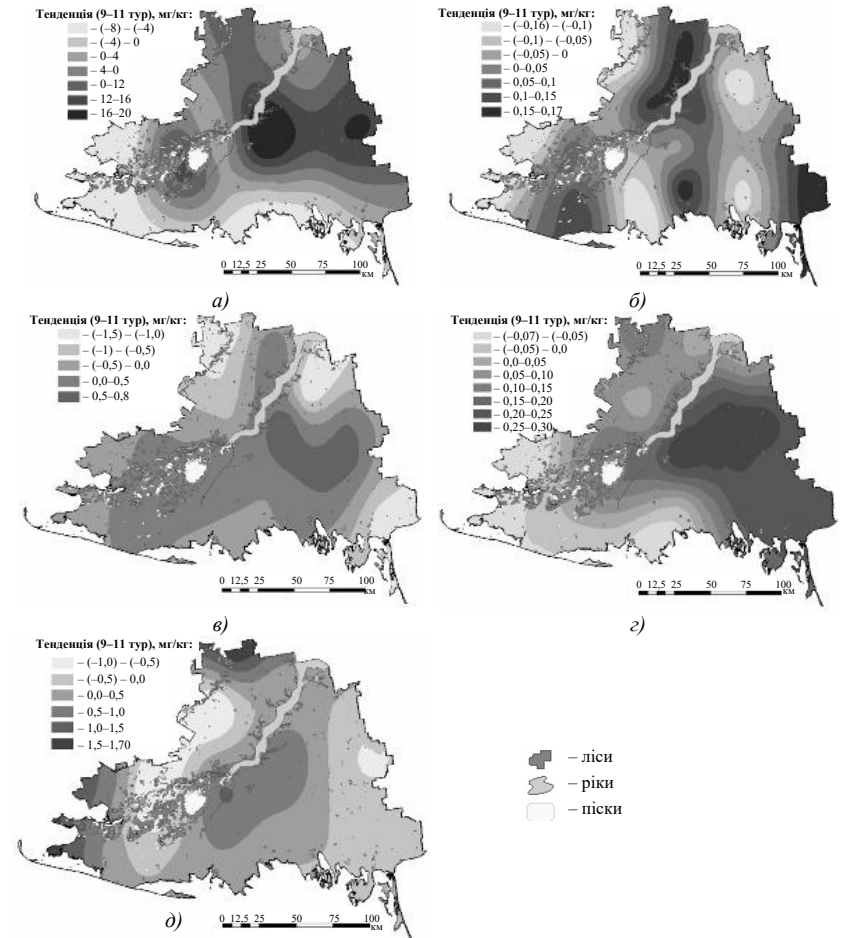


Рис. 3.5. Зміна вмісту рухомих форм мікроелементів і важких металів (мг/кг) в ґрунтах Херсонської області (2003–2017 рр.): а – марганець; б – мідь; в – цинк; г – кадмій; д – свинець  
Джерело: власна розробка

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.

### 3.3. Просторове моделювання стану ґрунтів 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 основані на стохастичних і детерміністичних моделях, використання яких розпочато ще в 30-х роках ХХ ст. Є.М. Гапоном [27]. Вчений запропонував термодинамічну модель опису катіонного обміну у ґрунтах, а також створив модель опису неоднорідності розподілу властивостей ґрунтів [28]. В.П. Гортіков [29] представив математичний опис впливу реакції ґрунтового розчину на його обмінну здатність. М.М. Веригін [30] вперше із застосуванням моделі описав фільтраційну дифузію у ґрунтах. А.С. Фрід [31] запропонував класифікацію моделей опису стану ґрунтів за типами.

Перший тип моделей – основані 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 [32]. 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 [33]. Значна кількість моделей мала рекомендаційний характер. В.А. Сіднеєв [34] 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 [35].

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 [32].

Четвертий тип моделей – характеризується різницею у подачі моделі, а саме, табличний вид, математичні формули, графічному або комп'ютерному забезпеченні [36].

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 сформувані ціни на ринках сільськогосподарської продукції [37].

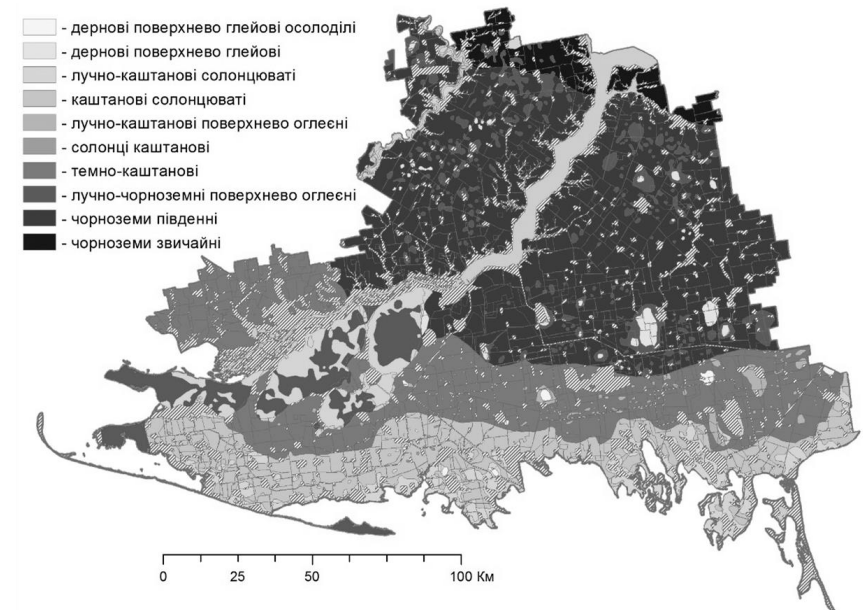
Зміна природної родючості ґрунтів в результаті антропогенного впливу потребує своєчасної та достовірної інформації про зміну їх властивостей. Тому важливим є здійснення моніторингу ретроспективних змін родючості ґрунтів та його прогнозування у короткостроковій та довгостроковій перспективах із застосуванням сучасних методів та програмних інструментів ГІС-технологій [38].

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 [39], 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. 3.6) є чорноземи південні, які займають 43,7% від усієї площі сільськогосподарських земель і темно-каштанові ґрунти (30,7%).

Графічні та статистичні характеристики просторової неоднорідності розподілу гумусу (рис. 3.7) 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. 3.7а).



**Рис. 3.6. Картограма типів ґрунтів Херсонської області**

*Джерело: власна розробка за даними Херсонської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України»*

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



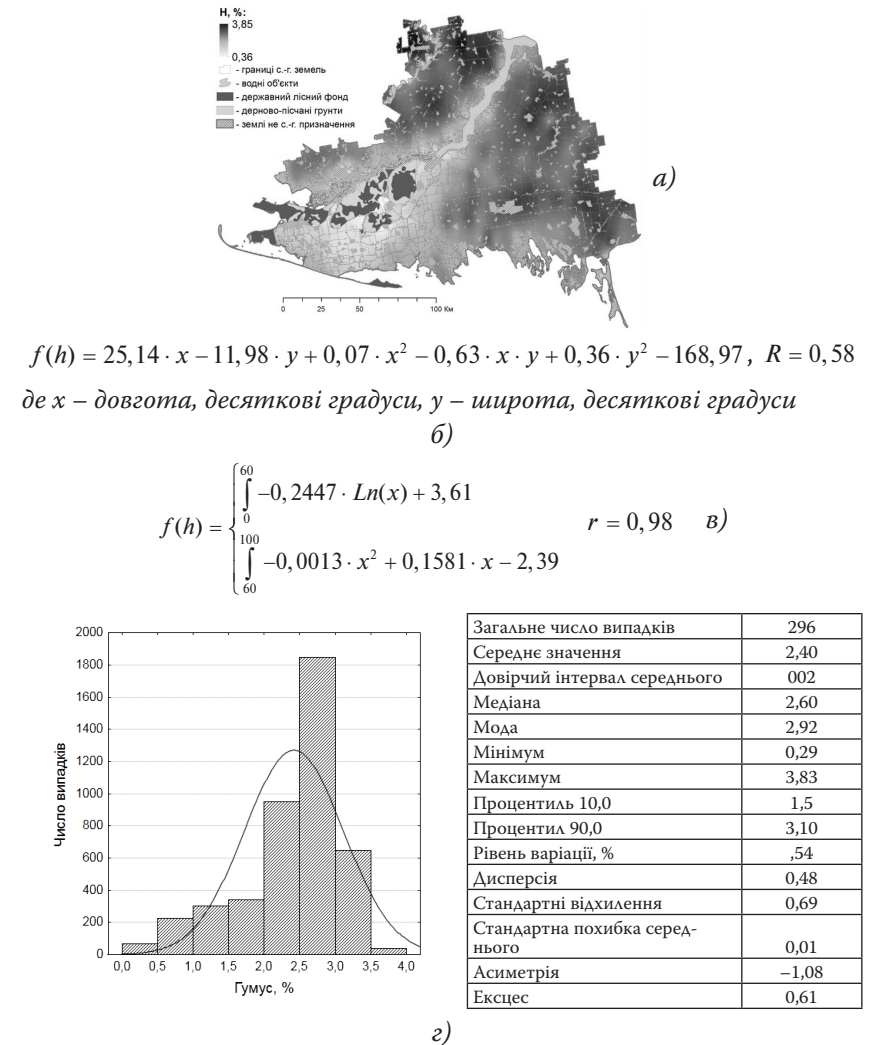
2,5 км (лаг 1) до 12,5 км (лаг 5). Незначний зв'язок між просторовими лагами вказує на значну варіабельність розподілу гумусу в межах різних типів (підтипів) ґрунтів. Функції просторового розподілу (рис. 3.7б) і забезпеченості ґрунтів гумусом (рис. 3.7в) дають можливість визначити його вміст у різних 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. 3.2), яке відповідає якісним градаціям середнього і підвищеного вмісту (> 2,1%), характеризує 72,5% площі сільськогосподарських земель.

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 [40; 41].

Графічні та статистичні характеристики просторової неоднорідності розподілу азоту представлені на рис. 3.8. 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.



**Рис. 3.7. 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

Джерело: власні дослідження

Таблиця 3.2

**Розподіл вмісту гумусу в ґрунтах сільськогосподарських земель області**

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

Джерело: власні дослідження

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.

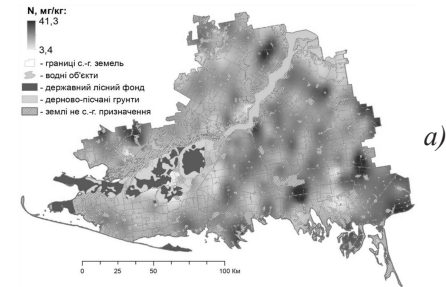
Вміст азоту в ґрунтах (табл. 3.3), яке відповідає якісним градаціям від середнього до підвищеного вмісту (> 21,0 мг/кг), характеризує 47,4% площі сільськогосподарських земель. Найбільшу питому вагу сільськогосподарських земель із середнім-підвищеним вмістом азоту з нітрифікаційною здатністю відзначено в центральній і східній частинах області.

Таблиця 3.3

**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

Джерело: власні дослідження



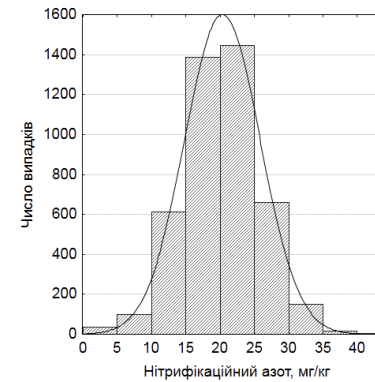
$$f(NO_3) = 155,52 \cdot x + 149,83 \cdot y + 1,07 \cdot x^2 - 4,83 \cdot x \cdot y + 0,13 \cdot y^2 - 6129,06, \\ R = 0,43$$

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

б)

$$f(NO_3) = 298,6 \cdot \sin(0,0219x + 1,888) + 306,2 \cdot \sin(0,0319x + 4,588) + \\ + 74,66 \cdot \sin(0,04581x + 7,087) \quad r = 0,988$$

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
Стандартн відхлення	5,47
Стандартна похибка середнього	0,08
Асиметрія	0,03
Екссес	0,44

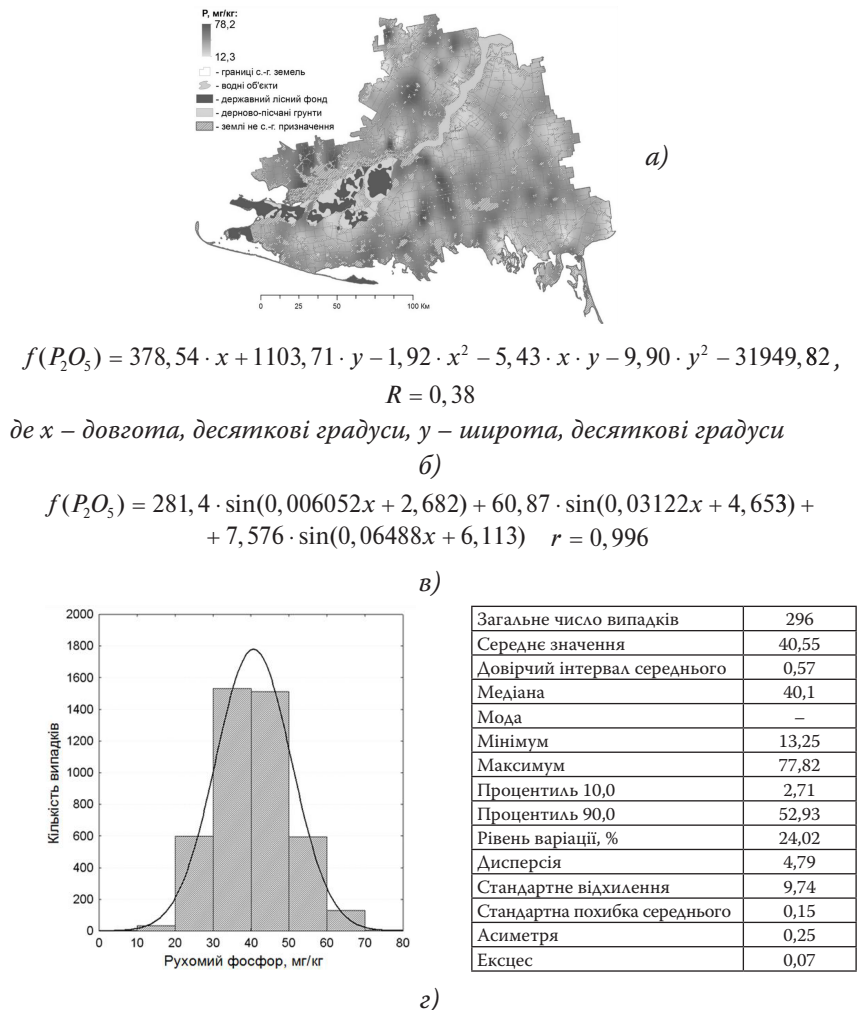
г)

**Рис. 3.8. Статистично-картографічні характеристики розподілу нітрифікаційного азоту в шарі 0–20 см ґрунту Херсонської області:**

а – картограма розподілу; б – функція просторового розподілу; в – функція забезпеченості ґрунтів гумусом; г – статистичні характеристики  
Джерело: власні дослідження

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 [42]. Зміна рухливості фосфорних сполук характеризується процесом, що є перетворенням важкорозчинних солей в розчинні з переходом у форму ґрунтового розчину. Визначальну роль в процесі мобілізації відіграє ґрунтова вода, яка здатна частково розчинити 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  $H_2PO_4^-$  [43].

Графічні та статистичні характеристики просторової неоднорідності розподілу азоту представлені на рис. 3.9. 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.



**Рис. 3.9. Статистично-картографічні характеристики розподілу рухомого фосфору в шарі 0–20 см ґрунту Херсонської області:**

а – картограма розподілу; б – функція просторового розподілу;  
в – функція забезпеченості ґрунтів гумусом; г – статистичні характеристики  
Джерело: власні дослідження

Таблиця 3.4

**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

Джерело: власні дослідження

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. 3.4), 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.

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 [44].

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).

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 [45].

Графічні та статистичні характеристики просторової неоднорідності розподілу обмінного калію на рис. 3.10. 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.

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. 3.5), яке відповідає якісним градаціям від середнього до дуже високого вмісту (> 200 мг/кг), характеризує 85,8% площі сільськогосподарських земель.

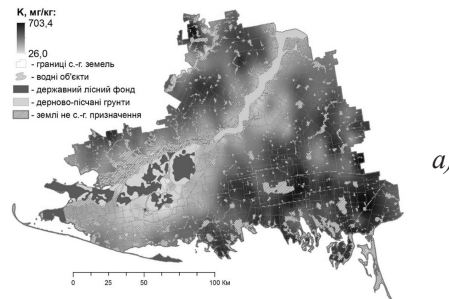
Таблиця 3.5

**Розподіл вмісту обмінного калію по ґрунтах 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

Джерело: власні дослідження

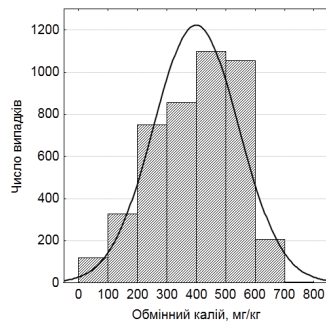




$$f(K_2O) = 9628,88 \cdot x - 3150,26 \cdot y + 11,05 \cdot x^2 - 220,27 \cdot x \cdot y + 112,49 \cdot y^2 - 88216,68, \quad R = 0,46$$

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

$$f(K_2O) = \begin{cases} \int_0^{30} -42,95 \cdot \ln(x) + 660,28 \\ \int_{30}^{100} -0,0504 \cdot x^2 + 1,0186 \cdot x + 495,29 \end{cases} \quad r = 0,98 \quad \text{в)}$$



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	–064

г)

**Рис. 3.10. Статистично-картографічні характеристики розподілу обмінного калію в шарі 0–20 см ґрунту Херсонської області:**

а – картограма розподілу; б – функція просторового розподілу; в – функція забезпеченості ґрунтів гумусом; г – статистичні характеристики

Джерело: власні дослідження

Засвоєння мікроелементів значною мірою залежить від кислотності ґрунту. Найкраще вони засвоюються у слабо кислому ґрунті або нейтральному (рН від 5,5 до 7,0) [46]. Показник кислотності або лужності ґрунтів здійснює значний вплив на розвиток коріння та живлення рослин через засвоєння поживних речовин. Реакція ґрунтового середовища (рН), 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 [47].

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 рН, 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 обробці 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 [48].

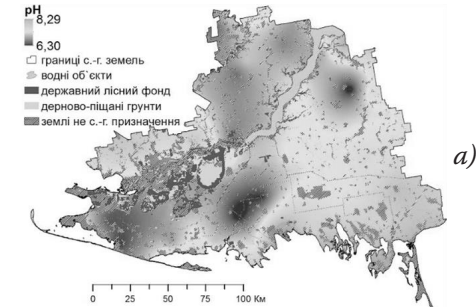
Графічні та статистичні характеристики просторової неоднорідності розподілу рН на рис. 3.11. В результаті автокореляційних аналізу просторової неоднорідності формування обмінного калію визначено мінімальний ( $r = 0,166$ ) і максимальний ( $r = 0,027$ ) радіус типовості умов формування обмінного калію, який складає від 2,5 км до 7,5 км. Найбільше значення рН 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% (табл. 3.6), 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 3.6

**Розподіл реакції ґрунтового розчину (рН) в ґрунтах сільськогосподарських земель області**

Реакція ґрунтового розчину рН		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

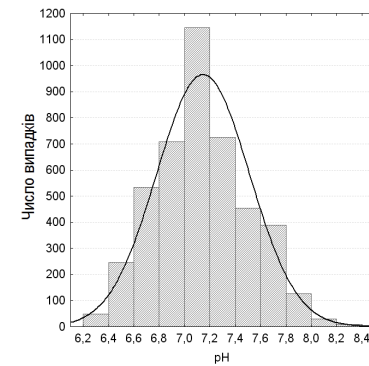
Джерело: власні дослідження



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

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

$$f(pH) = 44,02 \cdot \sin(0,02298x + 0,7929) + 37,11 \cdot \sin(0,02589x + 3,815) + \\ + 0,3998 \cdot \sin(0,06104x + 5,379) \quad r = 0,993$$



Загальне число випадків	96
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

**Рис. 3.11. Статистично-картографічні характеристики розподілу ґрунтів (у шарі 0–20 см) Херсонської області за кислотністю (рН):**

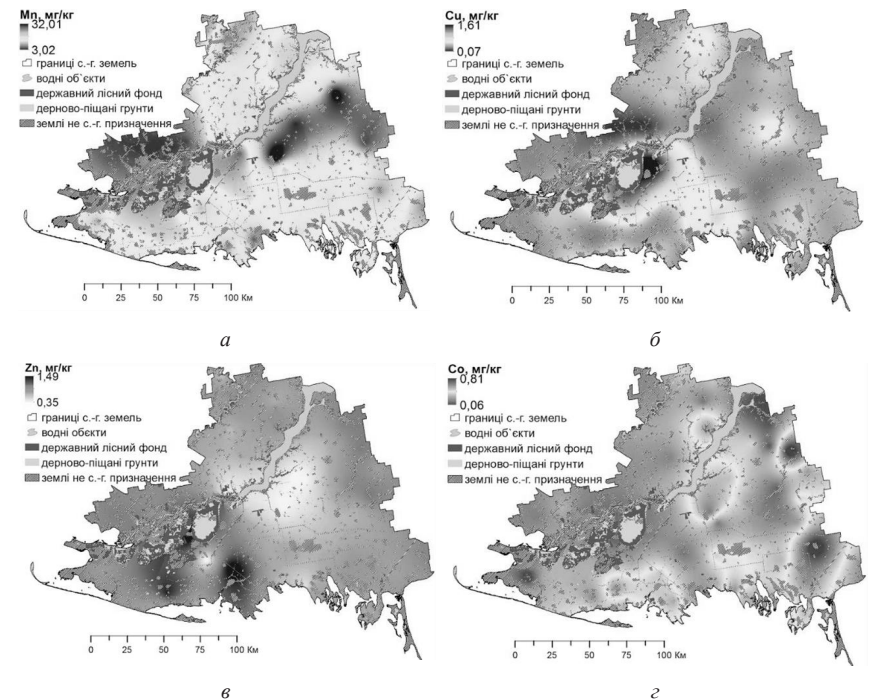
а – картограма розподілу; б – функція просторового розподілу; в – функція забезпеченості ґрунтів гумусом; г – статистичні характеристики

Джерело: власні дослідження

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 [49]. Вміст рухомих форм марганцю в ґрунтах Херсонської області знаходиться в межах 3,1–32,1 мг/кг (рис. 3.12а). 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. 3.7). Ґрунти із високим рівнем вмісту *Mn* розташовані у Нижньосірогозький та Горностаївський районах Херсонської області, із низьким рівень – Білозерському та Бериславському районах.

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 плодкових 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 [50].



**Рис. 3.12. Картограма просторового розподілу рухомих форм мікроелементів в ґрунтах Херсонської області:**  
а – марганець; б – мідь; в – цинк; г – кобальт

Джерело: власні дослідження

Таблиця 3.7

**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

Джерело: власні дослідження

Вміст рухомих форм міді в ґрунті на території області варіює в межах 0,03–1,6 мг/кг (рис. 3.12б). 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) [96]. Вміст рухомих форм цинку (*Zn*) в ґрунтах області визначено на низькому рівні, знаходиться в межах 0,3–1,5 мг/кг (рис. 3.12в). 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 [51]. Вміст рухомих форм кобальту (*Co*) в ґрунтах області знаходиться в межах 0,06–0,81 мг/кг (рис. 3.12г). Вміст *Co* у ґрунтах, яке відповідає якісним градаціям від середнього до високого вмісту (> 0,15 мг/кг) характеризує 98,7% площі сільськогосподарських земель (табл. 3.7). Найбільший вміст кобальту (> 0,6 мг/кг) у ґрунтах Нижньосірогозького та Генічеського районів, найменший (< 0,15 мг/кг) – в ґрунтах Верхньорогачицького та Голопристанського районів.

Функції просторового розподілу рухомих форм мікроелементів в ґрунтах Херсонської області представлені в табл. 3.8.



Таблиця 3.8

**Функції забезпеченості та просторового розподілу рухомих форм мікроелементів в ґрунтах Херсонської області**

Мікро-елементи	Функції	r
1	2	3
<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

Джерело: власні дослідження

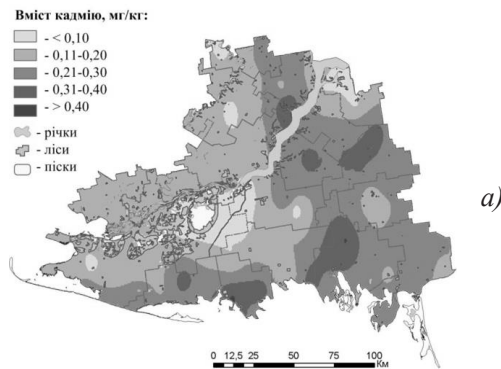
За даними XI тур агрохімічного обстеження сільськогосподарських земель області Херсонською філією ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» відібрано та проаналізовано на вміст міді

та цинку – 16 080 зразків, вміст свинцю та кадмію – 20 340 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 складала – 56 га. Перевищення вмісту цинку виявили у с. Федорівка Новотроїцького району ( $Zn$  – 24,3 мг/кг, ГДК – 23,0 мг/кг), площа забруднення складала – 342 га.

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 [52].

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 [53]. 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. 3.13. 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.

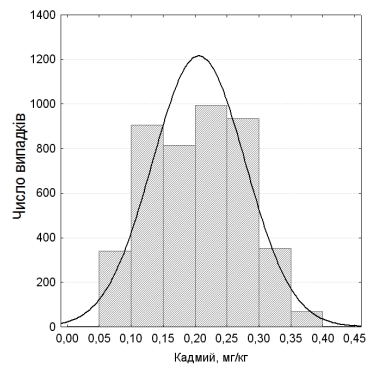


$$f(Cd) = -2,008 \cdot x - 5,318 \cdot y - 0,011 \cdot x^2 + 0,061 \cdot x \cdot y + 0,034 \cdot y^2 + 158,56,$$

$$R = 0,57$$

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

$$f(Cd) = 3,586 \cdot \sin(0,01261x + 2,418) + 2,397 \cdot \sin(0,0275x + 4,839) + 0,5174 \cdot \sin(0,04556x + 7,071) \quad r = 0,998$$



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
Екссес	–0,842

**Рис. 3.13. Статистично-картографічні характеристики розподілу кадмію в шарі 0–20 см ґрунту Херсонської області:**

а – картограма розподілу; б – функція просторового розподілу; в – функція забезпеченості ґрунтів гумусом; г – статистичні характеристики

Джерело: власні дослідження

Вміст  $Cd$ , яке відповідає значенням  $0,20 < Cd < 0,40$  мг/кг, характеризує 48,8% площі сільськогосподарських земель (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

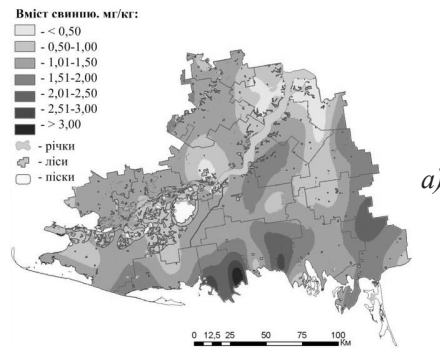
**Розподіл розподілу кадмію у ґрунтах Херсонської області**

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

Джерело: власні дослідження

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 [54]. Найбільш висока небезпека накопичення рухомих сполук свинцю спостерігається в сильно кислих ґрунтах з відновлювальним режимом, найменша – в нейтральних і слаболужних ґрунтах з окислювальним режимом.

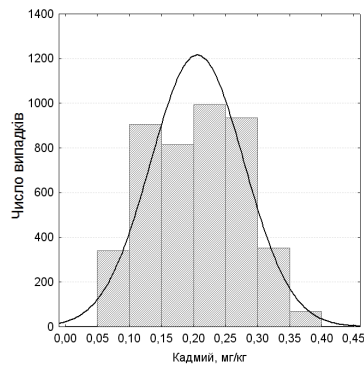
Адсорбція свинцю гумусом активізується в лужному середовищі. Свинець спричиняє появу важкорозчинних осадів основних карбонатів, фосфатів або гідроокисів, що впливають на живлення рослин. Токсичність ґрунтів для рослин зумовлює концентрація свинцю в межах 20–30 мг/кг [55]. В період досліджень значення 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. 3.14. 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.



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

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

$$f(Pb) = 28,13 \cdot \sin(0,02061x + 1,965) + 28,87 \cdot \sin(0,03053x + 4,623) + \\ + 7,213 \cdot \sin(0,0434x + 7,116) \quad r = 0,990$$



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

**Рис. 3.14. Статистично-картографічні характеристики розподілу свинцю в шарі 0–20 см ґрунту Херсонської області:**

а – картограма розподілу; б – функція просторового розподілу; в – функція забезпеченості ґрунтів гумусом; г – статистичні характеристики

Джерело: власні дослідження

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. 3.10).

Таблиця 3.10

**Розподіл 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

Джерело: власні дослідження

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 [56].

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 Ки/км<sup>2</sup>) та стронцію–90 ( $Sr-90$ , ГДК – 0,02 Ки/км<sup>2</sup>) в ґрунтах є стабільно низькими і не перевищують значення ГДК. Відсутнє також накопичення зазначених радіонуклідів за вимірами  $\gamma$ -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 [57].

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 [58].

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.

### 3.4. Прогнозування агроекологічного стану ґрунтів Херсонської області

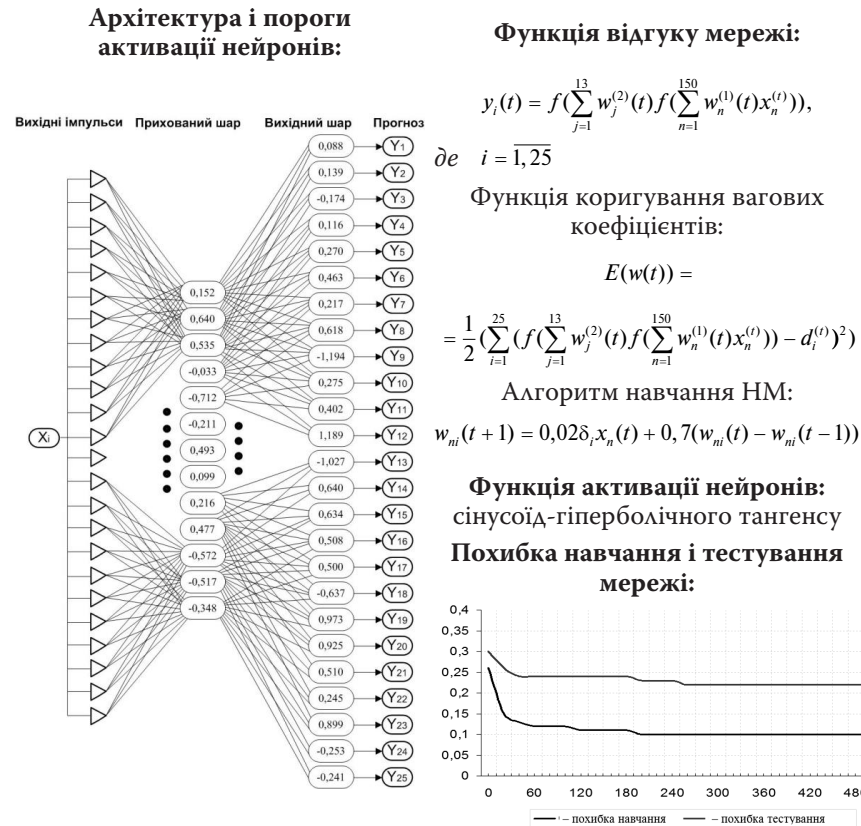
Прогнозування дає можливість встановити просторово-часових закономірностей змін агроекологічного стану ґрунтів за умов збереження традиційних агротехнологічних методів в землеробстві. Складність процесів прогнозування визначається багатофакторною та часовою обумовленістю деструкції природних властивостей родючості ґрунтів [59]. Використання традиційних статистичних методів для прогнозування відповідних складних стохастичних і динамічних процесів значно знижує достовірність отриманих результатів. Тому у науковій роботі використаний метод штучних нейронних мереж, який забезпечує можливість нелінійної інтерпретації великих масивів вхідних даних, інтерактивної адаптації створених моделей до нової інформації, з високою достовірністю інтерпретують ретроспективні масиви даних та високодостовірне прогнозування нелінійних процесів [121].

За допомогою модуля Statistics Neural Networks (SNN) створені нейромоделі архітектури тришарового перцептрон у для прогнозування стану родючості ґрунтів Херсонської області в шарі 0–20 см за основними агрохімічними показниками [60].

Для прогнозування апроксимовані нейронні моделі (НМ), зокрема:

– вмісту гумусу – НМ із тринадцятьма нейронами в прихованому шарі, метод навчання: зворотного розподілу (100 епох) і пов'язаних градієнтів (355 епох), матриця НМ включає 2275 вагових коефіцієнтів (рис. 3.15);





**Рис. 3.15. Математична реалізація НМ для прогнозування вмісту гумусу в ґрунтах Херсонської області**

Джерело: власна розробка

– вміст рухомого фосфору – НМ із одинадцятьма нейронами в прихованому шарі, метод навчання: зворотного розподілу (100 епох) і пов’язаних градієнтів (20 і 472 епохи), матриця НМ включає 1650 вагових коефіцієнтів (рис. 3.16);

– вміст обмінного калію – НМ із дванадцятьма нейронами в прихованому шарі, метод навчання: зворотного

розподілу (100 епох) і пов’язаних градієнтів (20 і 596 епох), матриця НМ включає 1800 вагових коефіцієнтів (рис. 3.17).

Багатошарові НМ забезпечили можливість коректно апроксимувати дані, які не використовувалися в процесі навчання і з високою достовірністю прогнозувати подальші зміни ґрунтової родючості [107]. Статистичні параметри достовірності реалізації НМ на навчальній і тестовій вибірці представлені у табл. 3.11.

Достовірність апроксимації моделей і прогнозування визначали на основі поділу часових рядів на два підмножини в співвідношенні 0,7 і 0,3: навчальне (70% – 28 років) і тестове (30% – 12 років). Достовірність моделей на тестових вибірках склала – 83–94%, що підтверджує високий рівень апроксимації моделі, відповідно, отримання достовірних результатів часової проєкції до 2025 р.

Таблиця 3.11

**Статистичні параметри навчання НМ для прогнозування зміни агрохімічних властивостей у ґрунтах Херсонської області**

Статистичні параметри	Навчальна вибірка	Тестова вибірка
1	2	3
<i>Вміст гумусу</i>		
Математичне очікування похибки	0,0009	0,02103
Стандартне відхилення похибки	0,0398	0,06521
Математичне очікування абсолютної похибки	0,0273	0,05521
Кореляція	0,988	0,95408
<i>Вміст рухомого фосфору</i>		
Математичне очікування похибки	0,2014	1,4581
Стандартне відхилення похибки	2,4651	4,0256
Математичне очікування абсолютної похибки	2,0142	3,9854
Кореляція	0,945	0,911

Закінчення таблиці 3.11

1	2	3
<i>Вміст обмінного калію</i>		
Математичне очікування похибки	0,1904	2,21884
Стандартне відхилення похибки	3,8366	4,26292
Математичне очікування абсолютної похибки	3,0439	4,03400
Кореляція	0,969	0,92887

Джерело: власна розробка

Встановлено, що за існуючих умов господарювання прогнозується: збереження тенденції дегуміфікації орних ґрунтів в шарі 0–20 см, на богарних землях її швидкість складатиме 0,01 % на рік, зрошуваних землях – 0,03 % на рік; зменшення вмісту нітрифікаційного азоту, на богарних землях – 0,04 мг на рік, зрошуваних – 0,06 мг на рік; зменшення вмісту рухомого фосфору, на богарних землях – 0,16 мг на рік, зрошуваних – 0,18 мг на рік; зменшення вмісту обмінного калію, на богарних землях – 1,9 мг на рік, зрошуваних – 3,1 мг на рік.

На основі даних ( $n = 256$ ) просторового розподілу нітрифікацій азоту і обмінного калію, встановлена між ними логарифмічний зв'язок. Це дозволило визначити тенденцію вмісту  $NO_3$  у ґрунтах області на основі  $P_2O_2$ . Прогнозується зменшення  $NO_3$  – на богарних землях – на 0,04 мг / рік, зрошуваних – на 0,06 мг/рік.

За умов збереження 15-річної (2003–2017рр.) тенденції прогнозується щорічне збільшення на богарних землях в середньому:  $Mn$  на 7,40 %,  $Cu$  – 0,04 %,  $Zn$  – 0,12 %,  $Cd$  – 1,40 %,  $Pb$  – 0,19%; на зрошуваних землях зниження рухомих мікроелементів в середньому:  $Mn$  на 1,50 %,  $Cu$  – 0,02 %,  $Zn$  – 0,15 % і збільшення важких металів в середньому:  $Cd$  на 0,18 %,  $Pb$  – 0,005 %.

В результаті просторово-часового моделювання агроекологічного стану ґрунтів Херсонської області, встановлено, що за умов збереження традиційного землеробства буде збережена тенденція

деградації родючого шару ґрунту на незрошуваних і зрошуваних сільськогосподарських землях. Це призведе до погіршення умов сільськогосподарської продукції та її якості.

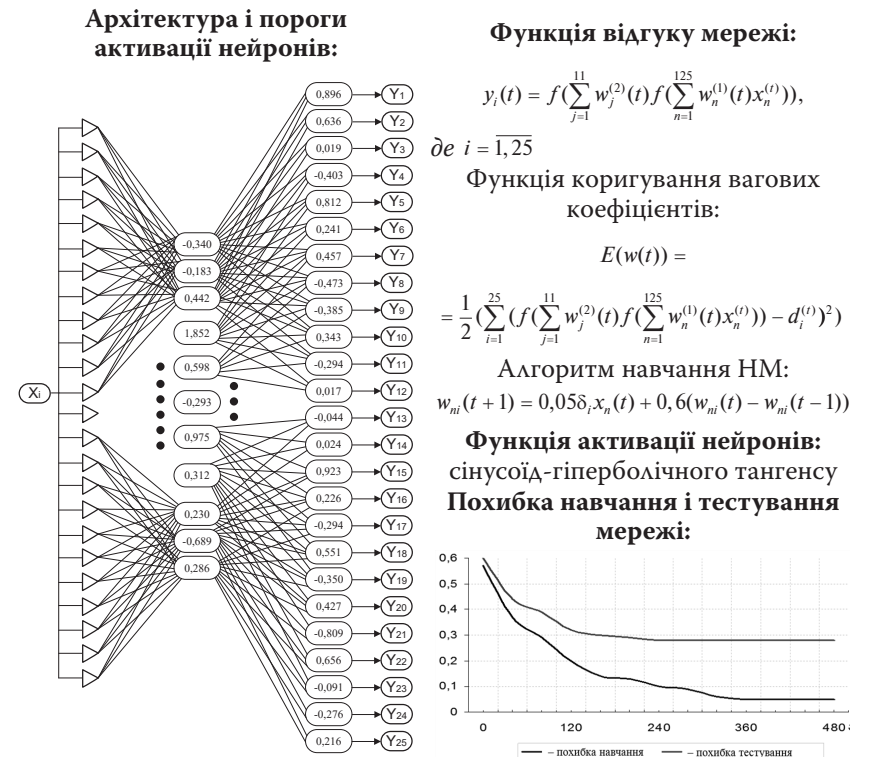
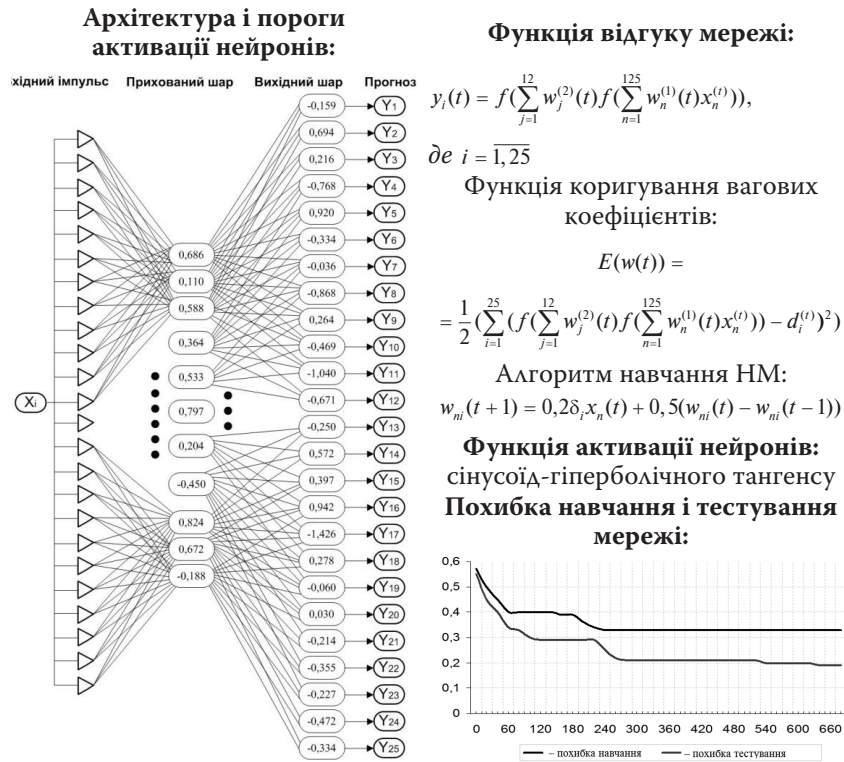


Рис. 3.16. Математична реалізація НМ для прогнозування вмісту рухомого фосфору в ґрунтах Херсонської області

Джерело: власна розробка



**Рис. 3.17. Математична реалізація НМ для прогнозування вмісту обмінного калію в ґрунтах Херсонської області**

Джерело: власна розробка

Тому впровадження органічного землеробства є одним із основних заходів збереження та підвищення родючості ґрунтів, отримання екологічно чистої і якісної продукції, збереження навколишнього середовища та здоров'я людей.

### Список використаних джерел до розділу 3

1. Лисенко І. Органічне землеробство на Херсонщині високо оцінене міжнародними експертами. 2017. URL: <http://khoda.gov.ua/organ%D1%96chne-zemlerobstvo-na-hersonshhin%D1%96-visokoc%D1%96nene-m%D1%96zhnarodnimi-ekspertami>
2. Подлевська О.М. Удосконалення механізму еколого-безпечного землекористування. *Екологічний менеджмент у загальній системі управління* : збірник тез доповідей Одинадцяті щорічної Всеукраїнської наук. конф., 20в21 квітня 2011 р., Суми, Ч. 2. ; відп. за вип. О.М. Теліженко. Суми : СумДУ, 2011. С. 67–71.
3. Сошнікова І. Органічне виробництво – «вікно» в Європу. 2016. URL: <http://www.kahzorya.org.ua/?p=9207>
4. Степанов Ю.А. Обеспечение информационной поддержки ведения горных работ с использованием ГИС-технологий. *Вестник КузГТУ*. 2014. № 4 (104). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-informatsionnoy-podderzhki-vedeniya-gornyh-rabot-s-ispolzovaniem-gis-tehnologiy>.
5. Балюк С.А. Концепція адаптивного управління родючістю зрошувальних земель. *Генеза, географія та екологія ґрунтів* : зб. наук. праць. Львів, 2003. С. 17–21.
6. Яцук І.П. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / за ред. Яцука І.П., Балюка С.А. К., 2013. 105 с.
7. Звіт про виконання проектно-технологічних та науково-дослідних робіт у 2010–2015 р. Херсонська філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів». Херсон, 2016. 109 с.
8. Пічуря В.І., Безніцька Н.В. Просторово-часова трансформація агрохімічного стану ґрунтів у зоні сухого степу. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. № 3 (67). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/8723>
9. Dudiak N.V., Potravka L. A., Stroganov A. A. Soil and Climatic Bonitation of Agricultural Lands of the Steppe Zone of Ukraine. *Indian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 46 (3). P. 534–540.
10. Жигаленко М.Ю., Дубровский А.В., Середович В.А. Использование ГИС для ведения мониторинга земель. *Интерэкспо*

*ГЕО-Сибирь*. 2006. № 2-2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-gis-dlya-vedeniya-monitoringa-zemel>

11. Кривов В.М. Адаптивно-ландшафтна система землеробства – основа екологобезпечного землекористування. *Землеви-рядний вісник*. 2010. № 1. С. 8–11.

12. Колесников В.А., Аветисян А.А. Оценка содержания тяжелых металлов (свинец и кадмий) в семенах перспективных кормовых растений. Биологические науки. *Вестник КрасГАУ*. 2015. № 4. С. 10–14.

13. Денисов Д.А. Теоретические основы геоинформационных систем и методика использования ГИС в экологическом образовании. *Вестник Минского университета*. 2015. № 2 (10). С. 26.

14. Краев Д.А. Экологический мониторинг и использование WEB-ГИС технологий. *ОНВ*. 2012. № 2–114. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskij-monitoring-i-ispolzovanie-web-gis-tehnologiy>

15. Кузьминов В.П. Бонитет ґрунтів України. *Агрехімія і ґрунтознавство*. 1970. Вип. 13. С. 125–148.

16. Иванова Л.С. Виробництво органічної продукції: світовий досвід та вітчизняні реалії. *Агросвіт*. 2015. № 18. С. 30–35.

17. Хромых В.В., Хромых О.В. Использование ГИС-технологий для изучения динамики долинных ландшафтов (на примере долины Нижней Томи). *Вестн. Том. гос. ун-та*. 2007. № 300-1. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-gis-tehnologiy-dlya-izucheniya-dinamiki-dolinyh-landshaftov-na-primere-doliny-nizhney-tomi>

18. Ковда В.А. Проблемы защиты почвенного покрова и биосферы планеты. Пушино ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1989. С. 40–102.

19. Ягодин Б.А., Ермолаев А.А. Микроэлементы в сбалансированном питании растений, животных и человека. *Химия в сельском хозяйстве*. 1995. № 2-3. С. 24–26.

20. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. М. : Наука, 1985. 263 с.

21. Ковда В.А., Васильевская В.Д., Гришина Л.А. и др. Почвоведение : учебник. Ч. 1. Почва и почвообразование : под ред. В.А. Ковды и Б.Г. Розанова. Москва : Изд-во Высшая школа, 1988. 400 с.

22. Adriano D.C., Gettier S.W., Shann S. Sources of trace element enrichment in soils. *Spurenelem.Symp.*, Jena, 14–17 Juli. 1986. С. 224–236.

23. Морозов В.В., Пічура В.І. Прогнозування кліматичних показників як фактора формування родючості ґрунтів. *Наукові основи землеробства у зв'язку з потеплінням клімату* : матер. міжнар. наук-практ. конф., 10–12 листопада 2010 р. м. Миколаїв. Миколаїв : МДАУ, 2010. С. 54–57.

24. Lisetskii F.N., Pichura V.I. Assessment and forecast of soil formation under irrigation in the steppe zone of Ukraine. *Russian Agricultural Sciences*. 2016. № 2. P. 154–158. DOI: 10.3103/S 1068 367416020075

25. Kristiansen P., Merfield C., Taji A., Reganold J. Overview of Organic Agriculture. *Organic Agriculture: A Global Perspective*. 2006. Collingwood, Australia : CSIRO.

26. IFOAM. Principles of Organic Agriculture. 2007. URL: [http://www.ifoam.org/about\\_ifoam/principles/index.html](http://www.ifoam.org/about_ifoam/principles/index.html)

27. Гапон Е.Н. К теории обменной адсорбации в почвах. *Журн. общей химии*. 1933. Т. 3. С. 144–152.

28. Гапон Е. Об уравнении изотермы обменной адсорбации. *Коллоид*. 1937. Т. 3. С. 859–862.

29. Гортиков В., Остапенко И. Знак заряда карбоната кальция в связи с условиями его образования и составом почвенного раствора. *Сб. рефератов научно-исследовательских работ ВИУА за 1932–1934 гг.* М., 1936. С. 425.

30. Веригин Н.Н. Некоторые вопросы химической гидродинамики, представляющие интерес для мелиорации и гидротехники. *Изв. АН СССР. ОТН*. 1953. № 10. С. 1369–1382.

31. Фрид А.С. Система моделей плодородия почв. Плодородие почв: проблемы, исследования, модели. М., 1985. С. 37–43.

32. 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.

33. Кравченко М.Л., Грекова Т.І. Моделирование экономических систем с применением нейронных сетей. *Вестник Томского государственного университета*. 2006. № 290. С. 169–172.



34. 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.

35. Прохорова З.А., Фрид А.С. Изучение и моделирование плодородия почв на базе длительного полевого опыта. М. : Наука, 1993. 189 с.

36. Гічка М.М. Наукове обґрунтування використання методів дистанційного зондування в моніторингу ґрунтів : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.03 / Гічка Максим Миколайович. Х., 2007. 191 с.

37. Немтинов В.А., Морозов В.В., Манаенков А.М. Виртуальное моделирование объектов культурно-исторического наследия с использованием ГИС-технологий. *Вестник ТГТУ*. 2011. № 3. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/virtualnoe-modelirovanie-obektov-kulturno-istoricheskogo-naslediya-s-ispolzovaniem-gis-tehnologiy>

38. Немтинов В.А., Литвинов А.А., Немтинова Ю.В. Использование ГИС-технологий при оценке качества подземных водных ресурсов промышленного узла. *Вестник ТГТУ*. 2005. № 3. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-gis-tehnologiy-pri-otsenke-kachestva-podzemnyh-vodnyh-resursov-promyshlennogo-uzla>

39. Лисецкий Ф.Н. Профильное распределение плодородия в почвах Степи Украины и его изменение под влиянием эрозионных процессов. *Почвоведение*. 1988. № 4. С. 68–76.

40. 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.

41. Ярошко М. Перетворення азоту у ґрунті і його значення для росту рослин. *Агроном*. 2013. URL: <https://agronom.com.ua/peretvorennya-azotu-u-grunti-i-jogo-zna/>

42. Довгань О.М., Мандибуря Я.В. Органічне виробництво: сутність, об'єктивна необхідність, ефективність. *Сталий розвиток економіки*. 2013. № 1. С. 200–206.

43. Гаврилюк Ф.Я. Бонитировка почв. Изд-во Ростовского уни-та, 1984. 228 с.

44. Зонн И.С. Орошаемое земледелие в странах мира. *Мелиорация и водное хозяйство*. 1989. № 11. С. 58–60.

45. Чайка Т.О. Перешкоди на шляху розвитку органічного сільськогосподарського виробництва. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2012. № 2. С. 126–131.

46. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. М. : Колос, 1996. 336 с.

47. 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.

48. Ярошко М. Перетворення азоту у ґрунті і його значення для росту рослин. *Агроном*. 2013. URL: <https://agronom.com.ua/peretvorennya-azotu-u-grunti-i-jogo-zna/>

49. Любич В.А., Курамшин М.Р. Оценка плодородия чернозёмов южных с использованием ГИС-технологий и современных технических средств. *Известия ОГАУ*. 2014. № 5(49). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-plodorodiya-chnozomyov-yuzhnyh-s-ispolzovaniem-gis-tehnologiy-i-sovremennyh-tehnicheskikh-sredstv>

50. Кисіль В.І. Біологічне землеробство в Україні: проблеми і перспективи. Харків : Штрих, 2000. 161 с.

51. Фурдичко О.І., Майстренко М.І. Наукові засади розвитку органічного виробництва в спеціальних сировинних зонах України. *Агроекологічний журнал*. 2013. № 2. С. 7–12.

52. 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.

53. Breus D., Dudyayeva 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, Is. 5.2. P. 691–698. DOI: 10.5593/sgem2018/5.2

54. Бубела Т., Воробець О. Нормативно-технічні аспекти контролю органічної продукції в Україні. *Стандартизація, сертифікація, якість*. 2012. № 1. С. 62–65.

55. 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, Is. 12. P. 1859–1875.

56. 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.

57. 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

58. Storie R.E. Storie index soil rating. *Division of agricultural sciences*. 1978. № 3203. P. 1–4.

59. Nesterenko V.P., Breus D.S. Geomodeling of the spatial distribution of climatic and economic energy consumption for soil formation in agricultural landscapes of the Crimean Peninsula. *Biogeosystem Technique*. 2016. Vol. 8. Is. 2. P. 160–174 DOI: 10.13187/bgt.2016.8.160

60. Lisetskii F.N., Pichura V.I., Breus D.S. Use of Geoinformation and Neurotechnology to Assess and to Forecast the Humus Content Variations in the Step Soils. *Russian Agricultural Sciences*. 2017. № 2 (43). P. 151–155. DOI: 10.3103/S1068367417020112

## РОЗДІЛ 4

# АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ВЕДЕННЯ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

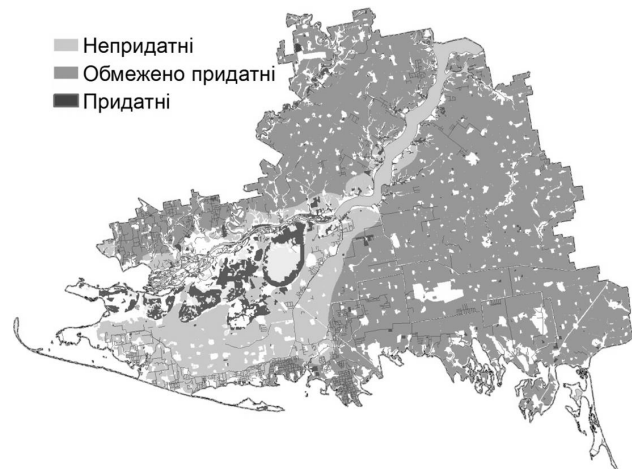
### 4.1. Оцінка придатності земель для органічного землеробства

За сучасними уявленнями термін «екологічний стан ґрунту» визначається як інтегральний показник його екологічної стійкості, рівня родючості та санітарно-гігієнічного стану [1].

Інформація відносно наявності забруднення ґрунтів важкими металами, пестицидами та радіонуклідами є обов'язковою складовою для визначення та обґрунтування передумов ведення органічного землеробства з метою вирощування екологічно безпечної продукції. Оцінка придатності земель для виробництва екологічно чистої продукції базується на принципах системних методів досліджень та аналізу. До переліку токсикантів, які визначаються в ґрунтах Херсонської області відносяться важкі метали (свинець, кадмій, ртуть), залишкові кількості пестицидів, наявності радіонуклідів: Cs-137, Sr-90. При цілком задовільній ситуації в області щодо наявності важких металів в ґрунтах, за період досліджень (1970–2017 рр.) періодично виявлялись незначне перевищення ГДК. Такі варіації спостерігаються, здебільшого, в ґрунтах, які прилягають до великих транспортних шляхів.

В результаті просторового моделювання за даними XI туру обстежень (2013–2017рр.) нами створені картограми неоднорідності розподілу ґрунтів за агрохімічними та еколого-токсикологічними

показниками, які стали основою для районування та визначення площ сільськогосподарських земель Херсонської області для сприятливості ведення органічного землеробства за класифікацією вчених Інституту агроекології і природокористування НААН України.



**Рис. 4.1. Картограма придатності земель Херсонської області для ведення органічного землеробства за вмістом гумусу**

Джерело: власні дослідження

Визначено, що за вмістом гумусу (рис. 4.1) 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 (табл. 4.1) 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. Райони, що мають найбільшу площу обмежено придатних земель: Іванівський – 95,1 тис. га, Великоолександрівський – 125,4 тис. га, Верхньорогачицький – 65,1 тис. га, Генічеський – 139,2 тис. га,

Нижньосірогоський – 108,8 тис. га, Нововоронцовський – 73,6 тис. га та Новотроїцький – 151 тис. га. Найбільші площі непридатних сільськогосподарських угідь для ведення органічного землеробства розміщені у районах: Голопристанському – 99,2 тис. га, Олешківському – 65,4 тис. га, Новій Каховці – 4,6 тис. га.

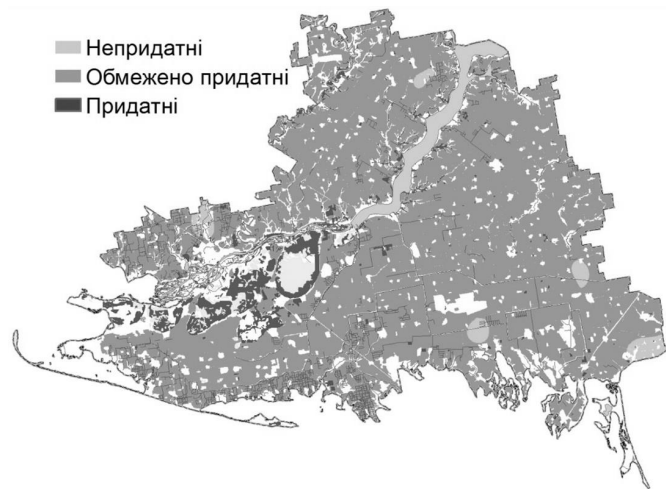
Таблиця 4.1

**Розподіл площ сільськогосподарських угідь за вмістом гумусу для сприятливості ведення органічного землеробства**

Район	Сільськогосподарські угіддя					
	Площа, га			% до загальної площі		
	Непридатні	Обмежено придатні	Придатні	Непридатні	Обмежено придатні	Придатні
Іванівський	–	95,081	–	–	100	–
Білозерський	21,973	77,225	–	22,1	77,9	–
Бериславський	25,167	98,081	–	20,4	79,6	–
Великолепетиський	0,105	81,005	–	0,13	99,87	–
Великоолександрівський	–	125,365	–	–	100	–
Верхньорогачицький	–	65,110	–	–	100	–
Високопільський	–	55,538	1094	–	98,1	1,0
Генічеський	–	139,199	–	–	100	–
Голопристанський	99,148	–	–	100	–	–
Горностаївський	6,051	79,546	–	7,1	92,9	–
Каланчацький	18,459	43,606	–	29,7	70,3	–
Каховський	22,824	94,313	–	19,5	80,5	–
Нижньосірогоський	–	108,784	–	–	100	–
Нова Каховка	4,645	–	–	100	–	–
Нововоронцовський	–	73,641	–	–	100	–
Новотроїцький	–	151,039	–	–	100	–
Скадовський	69,656	9,718	–	87,8	12,2	–
Херсон	4,211	12,177	–	25,7	74,3	–
Олешківський	65,353	2,077	–	96,9	3,1	–
Чаплинський	7,806	119,199	–	6,1	93,9	–
Всього:	345398	1430705	1094	19,4	80,5	0,1

Джерело: розраховано за даними ХФ ДУ «Інститут охорони ґрунтів»

За вмістом нітрифікаційного азоту (рис. 4.2) 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. Райони, що мають найбільшу площу земель із категорії «непридатні» для ведення органічного землеробства за вмістом нітрифікаційного азоту (Додаток Г.1): Генічеський – 13,33 тис. га (9,6%), Білозерський – 7,95 тис. га (8,0%), Нововоронцовський – 4,20 тис. га (5,7%), Новотроїцький – 7,02 тис. га (4,7%), Іванівський – 4,21 тис. га (4,4%).



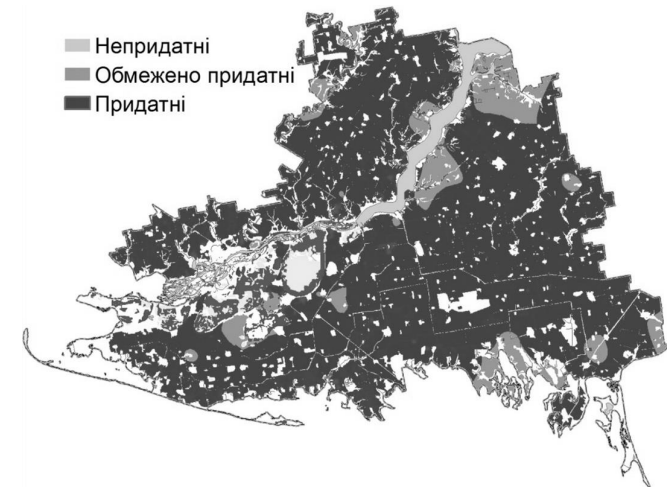
**Рис. 4.2. Картограма придатності земель Херсонської області для ведення органічного землеробства за вмістом нітрифікаційного азоту**

*Джерело: власні дослідження*

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. 4.3) в шарі ґрунту 0–20 см придатними є 90,2% площі сільськогосподарських угідь, обмежено придатними – 9,8% для ведення органічного землеробства. Райони, землі яких найбільш придатні для органічного землеробства за вмістом рухомого фосфору (Додаток Г.2): Каланчацький – 62,1 тис. га, міста Херсон та Нова Каховка 16,4 тис. га та 4,6 тис. га, відповідно. Найбільші площі «обмежено придатних» сільськогосподарських угідь для ведення органічного землеробства розташовані у Верхньорогачицькому – 23,1 тис. га і Горностаївському районах – 59,7 тис. га.

За вмістом обмінного калію (рис. 4.4) в шарі ґрунту 0–20 см придатними є 76,3% сільськогосподарських угідь, обмежено придатними – 17,6%, непридатними – 6,2% для ведення органічного землеробства.



**Рис. 4.3. Картограма придатності земель Херсонської області для ведення органічного землеробства за вмістом рухомого фосфору**

*Джерело: власні дослідження*

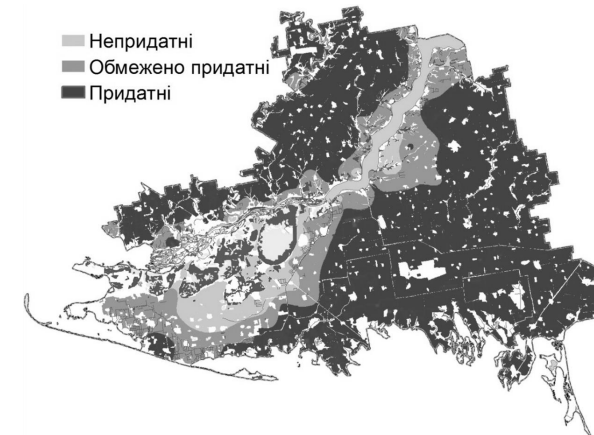


Райони, землі яких придатні для ведення органічного землеробства за вмістом обмінного калію (Додаток Г.3): Нижньосірогозького – 108,8 тис. га, та Новотроїцького 151 тис. га районів. «Обмежено придатні» землі для ведення органічного землеробства розташовані у Голопристанському – 58,4 тис. га (58,9%) та Скадовському районах – 33,7 тис. га (42,5%) районах. Площа обстежених сільськогосподарських земель, що відноситься до категорії «не придатні» знаходиться в Олешківському районі 43,5 тис. га (64,5%).

За реакцією ґрунтового розчину (рис. 4.5) в шарі ґрунту 0–20 см придатними є 59,4% сільськогосподарських угідь, обмежено придатними – 40,6% для ведення органічного землеробства. На основі проведених досліджень рН було визначено райони, які мають найбільшу площу земель із категорії «придатні» для органічного землеробства (Додаток Г.4): Голопристанський – 98,4 тис. га (99,3%), Великоолександрівський – 123,7 тис. га (98,7%), Нововоронцовський – 70,1 тис. га (95,2%) та Олешківський – 55,7 тис. га (82,7%).

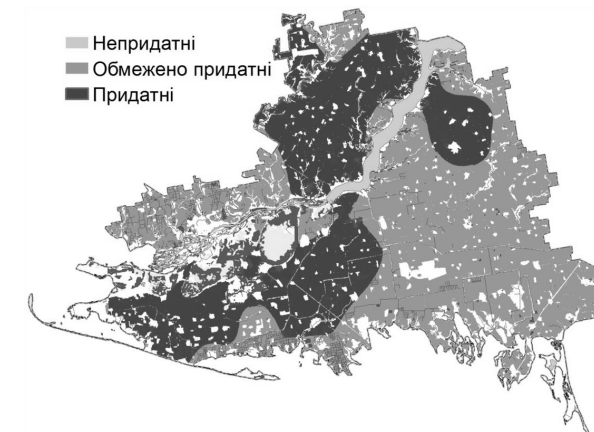
Найбільші території «обмежено придатних» земель для ведення органічного землеробства за показником рН знаходяться в Іванівському – 95,1 тис. га, Білозерському 99,2 тис. га, Генічеському – 139,2 тис. га, Новотроїцькому – 151 тис. га районах та приміській та міській території Херсону – 16,4 тис. га.

Значна неоднорідність просторового розподілу вміст рухомих форм мікроелементів в ґрунтах Херсонської області визначає високу варіабельність придатності земель для органічного землеробства, зокрема, за вмістом цинку всі сільськогосподарські землі відносяться до непридатних (рис. 4.6, Додаток Г.5). 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.



**Рис. 4.4. Картограма придатності земель Херсонської області для ведення органічного землеробства за вмістом обмінного калію**

*Джерело: власні дослідження*

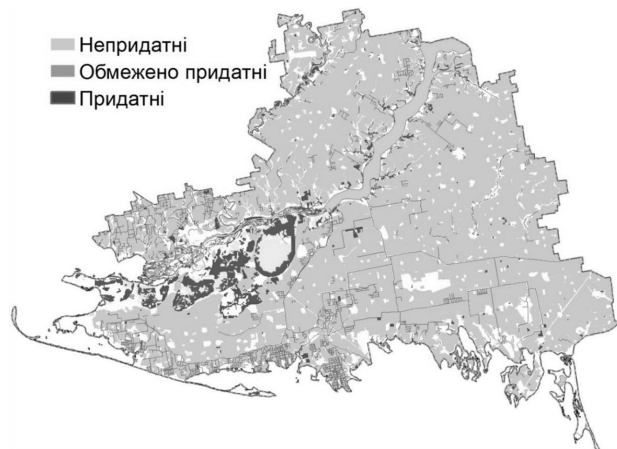


**Рис. 4.5. Картограма придатності земель Херсонської області для ведення органічного землеробства за реакцією ґрунтового розчину (рН)**

*Джерело: власні дослідження*

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.

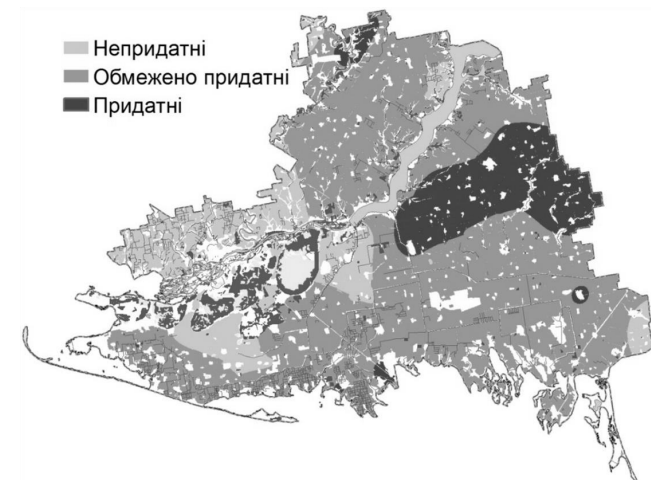
За вмістом рухомих форм марганцю (рис. 4.7) в шарі ґрунту 0–20 см придатними є 15,3% сільськогосподарських угідь, обмежено придатними – 68,3%, непридатними – 16,4% для ведення органічного землеробства. Райони, що мають найбільшу площу земель із категорії «придатні»: Нижньосірогозький – 94,5 тис. га (86,9%), Горностаївський – 68,3 тис. га (79,7%), та Великолепестиський – 31,3 тис. га (38,6%) (Додаток Г.6).



**Рис. 4.6. Картограма придатності земель Херсонської області для ведення органічного землеробства за вмістом рухомих форм цинку**

Джерело: власні дослідження

Найбільші території «обмежено придатних» земель для ведення органічного землеробства за вмістом рухомих форм марганцю знаходяться в Чаплинському – 121 тис. га (95,3%), Новотроїцькому – 151 тис. га, Великоолександрівському – 116,8 тис. га (93,2%), Каланчацькому 57,6 тис. га (92,7%) районах. Площі непридатних земель для ведення органічного землеробства за показником вмісту марганцю розташовані в Білозерському районі – 99,2 тис. га, в Херсоні – 16,4 тис. га, Новій Каховці – 4,4 тис. га (95,2%).

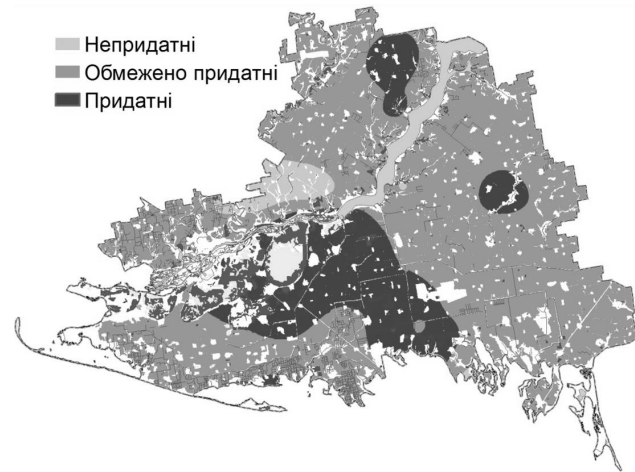


**Рис. 4.7. Картограма придатності земель Херсонської області для ведення органічного землеробства за вмістом рухомих форм марганцю**

Джерело: власні дослідження

За вмістом рухомих форм міді (рис. 4.8) в шарі ґрунту 0–20 см придатними є 19,2% сільськогосподарських угідь, обмежено придатними – 77,8%, непридатними – 3,1% для ведення органічного землеробства. Райони, що мають найбільшу площу

земель за вмістом рухомих форм міді із категорії «придатні» для органічного землеробства за вмістом міді (Додаток Г.7): Нова Каховка – 4,6 тис. га, Олешківський – 63,6 тис. га (94,4%), та Чаплинський – 105,2 (82,8%).



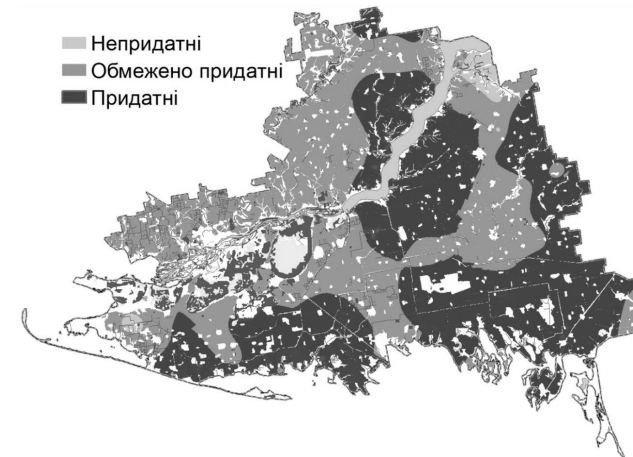
**Рис. 4.8. Картограма придатності земель Херсонської області для ведення органічного землеробства за вмістом рухомих форм міді**

*Джерело: власні дослідження*

Найбільші території «обмежено придатних» земель за вмістом рухомих форм міді для ведення органічного землеробства знаходяться в Великолепетиському – 81,1 тис. га, Генічеському – 139,2 тис. га, Іванівському – 94,9 тис. га, та Горностаївському – 84,7 тис. га районах. Найбільша площа непридатних земель знаходиться в Бериславському районі – 39,8 тис. га (32,3%).

За вмістом рухомих форм кобальту (рис. 4.9) в шарі ґрунту 0–20 см придатними є 51,6% сільськогосподарських угідь, обмежено придатними – 47,0%, непридатними – 1,4% для ведення органічного землеробства. Найбільша площа, у відсотковому

співвідношенні до загальної площі земель району за вмістом рухомих форм кобальту категорією «придатні» (Додаток Г.8) для ведення органічного землеробства за вмістом кобальту характерна для Горностаївського – 80,5 тис. га (94%), Каланчацького – 58,2 тис. га (93,8%), та Генічеського – 127,9 тис. га (91,9%) районів.



**Рис. 4.9. Розподіл площ земель сільськогосподарського призначення по категоріям придатності за вмістом у ґрунті кобальту**

*Джерело: власні дослідження*

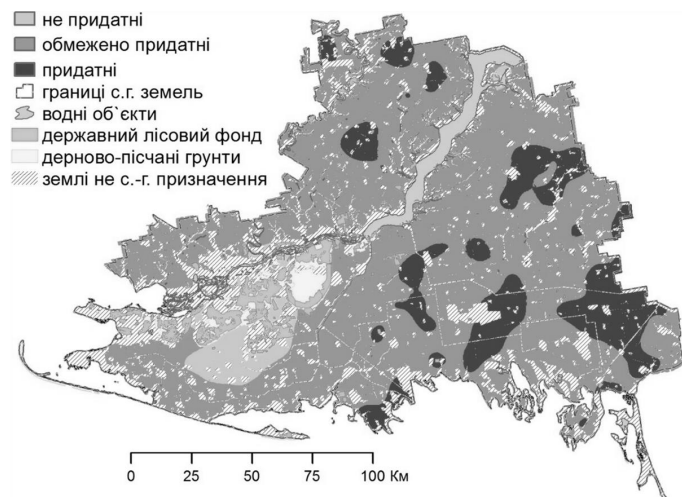
Обмежено придатними землі для ведення органічного сільського господарства знаходяться в м. Херсон – 16,4 тис. га і Білозерському районі – 99,2 тис. га (100%). Найбільші площі непридатних земель знаходиться в Верхньорогачицькому районі – 19,8 тис. га (30,4%), і в Голопристанському районі – 5,4 тис. га (95,2%).

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. 4.10). 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.



**Рис. 4.10. Інтегральна карта просторового розподілу ґрунтів за показником придатності для ведення органічного землеробства**

Джерело: власні дослідження

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 раза. 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.

#### 4.2. Заходом щодо покращення агроекологічного стану ґрунтів Херсонської області

Поглиблення негативних явищ, таких як ерозія, дефляція, дегуміфікація ґрунтів Херсонської області територій є результатом екстенсивного ведення та хімічної інтенсифікації землеробства, що направлено на отримання максимального прибутку та мінімізації основних витрат. В результаті ретроспективного аналізу, 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 органічного 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 [2]. За перехідного періоду додатково необхідно розробляти та реалізовувати адаптивні агротехнологічні заходи з покращення агроекологічних 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.

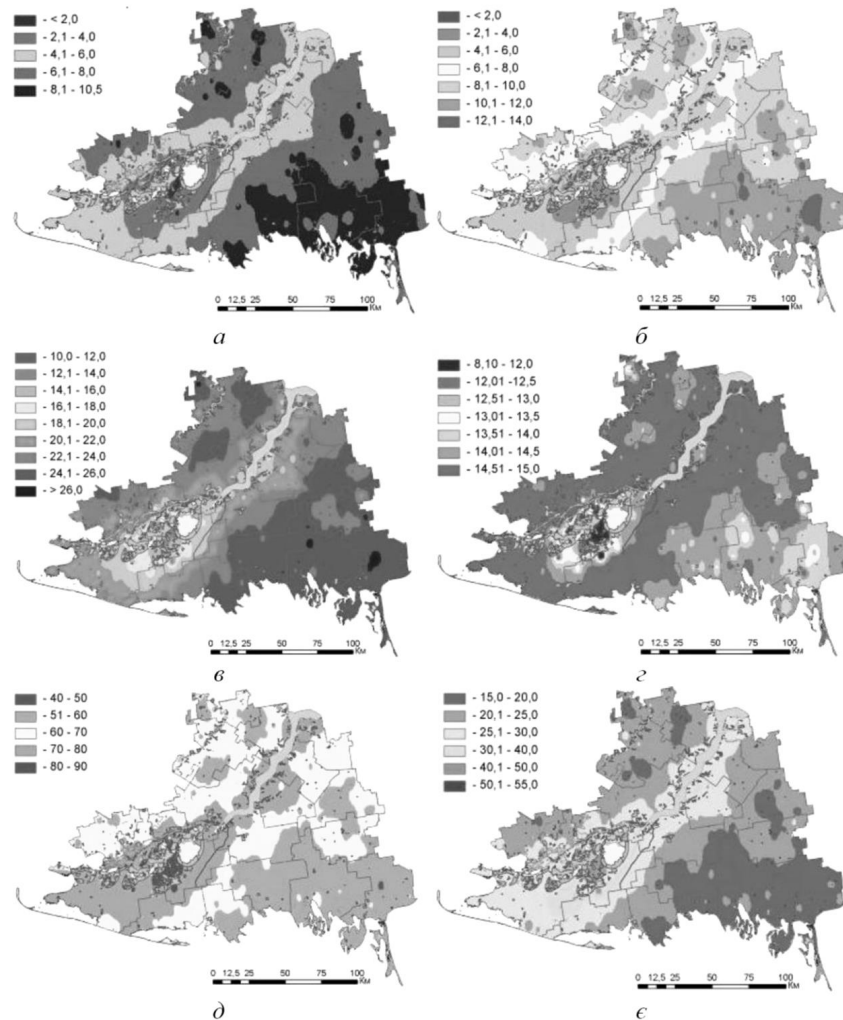
Іншим важливим заходом є поліпшення водного режиму ґрунту. Водний режим ґрунту являє собою сукупність явищ, пов'язаних з надходженням, витратами, переміщенням і зміною стану вологи в ґрунті [3]. Водний режим ґрунту залежить від кліматичних та погодних умов, властивостей і умов залягання ґрунту, характеру 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 [4].

Нагромадження і утримання води ґрунтом залежить і від його фізичних та водних властивостей. Основними ґрунтово-гідрологічними константами є: максимальна гігроскопічність, вологість в'янення, вологість розриву капілярів, найменша вологоємність, повна вологоємність. Ґрунтово-гідрологічні константи широко використовуються в агрономічній і меліоративній практиці, характеризуючи запаси води в ґрунті і забезпеченість рослин вологою. Створення сприятливого рівня водного режиму ґрунту є одним з основних завдань землеробства. Враховуючи особливості водного режиму ґрунту, застосовують відповідні заходи щодо його поліпшення і регулювання [5].

Результати просторового моделювання гідрологічних властивостей ґрунтів області представлені на рис. 4.11. Максимальна гігроскопічність (*МГ*, малюнок 4.11а) – характеризує гранично-можливу кількість пароутворної води, яку ґрунт може поглинути із повітря. Максимальна гігроскопічність ґрунтів є важливою постійною ґрунтово-гідрологічної величиною, за якою розраховують коефіцієнт зав'ядання рослин, що визначає нижню межу фізіологічно доступної для рослин води. У ґрунтах Херсонської області значення *МГ* варіює в межах 1,9–10,3%.

Вологість стійкого в'янення, або вологість зав'ядання (*ВЗ*, рис. 4.11б) – вологість, при якій рослини проявляють ознаки стійкого в'янення, тобто зав'ядання, коли його ознаки не зникають навіть після переміщення рослини в сприятливі умови. Вологість зав'ядання визначається властивостями ґрунтів і характером рослин. У глинистих ґрунтах вона завжди вище, ніж в піщаних. Помітно вона зростає в засоленних ґрунтах і ґрунтах, які містять велику кількість органічних речовин. Так, в глинах значення *ВЗ* складає – 20–30%, суглинках – 10–2, в пісках – 1–3, торфі – до 60–80%. У ґрунтах Херсонської області значення *ВЗ* варіює в межах 1,8–14,0%.

Найменша вологоємність (*НВ*, рис. 4.11в) – найбільша кількість капілярно-підвішеної вологи, яке може утримати ґрунт після стікання надлишку вологи при глибокому заляганні ґрунтових вод. Терміну найменша вологоємність відповідають терміни польова вологоємність (*ПВ*), загальна вологоємність (*ЗВ*) і гранична польова вологоємність (*ГПВ*). Найменша вологоємність залежить головним чином від гранулометричного складу ґрунтів, від їх структури і щільності (складання). У добре оструктурених ґрунтах важких за гранулометричним складом, *НВ* ґрунту становить 30–35%, в ґрунтах піщаних вона не перевищує 10–15%. Найменша вологоємність ґрунтів є дуже важливою гідрологічної їх характеристикою. З нею пов'язано поняття дефіциту вологи в ґрунті [6]. У ґрунтах Херсонської області значення *НВ* варіює в межах 10–27% (рис. 4.11в).



**Рис. 4.11. Картограми просторового розподілу гідрологічних властивостей ґрунтів (у%) Херсонської області:**  
 а – максимальна гігроскопічність; б – вологість зав'ядання; в – найменша вологемність; г – діапазон активної вологи; е – пористість аерації

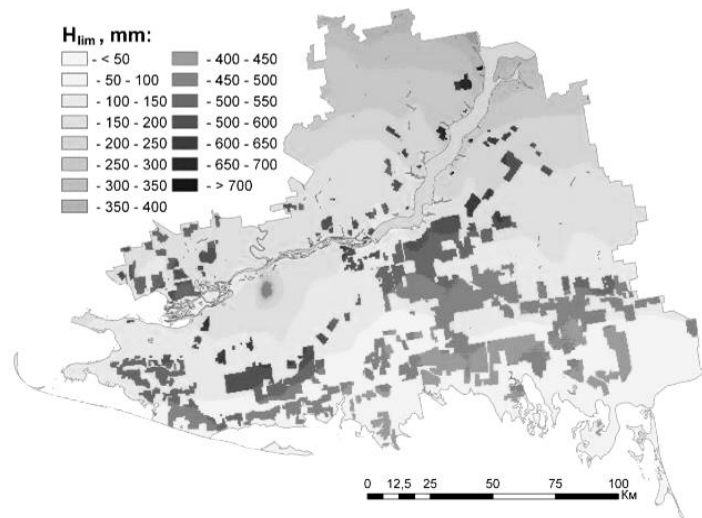
Джерело: власна розробка

При вивченні гідрологічних властивостей ґрунтів варто також враховувати просторові закономірності неоднорідності розподілу діапазону активної вологи (ДАВ), який визначається як різниця між *НВ* і *ВЗ*, а також відносної доступності ґрунтової вологи (ВДГВ), яка визначається співвідношенням ДАВ і *НВ* [8]. Результати просторових розрахунків розподілу ДАВ і ВДГВ у ґрунтах Херсонської області представлені на рис. 4.11з-д.

Щільності складення орного шару ґрунтів області варіює в межах 1,35–1,68 г/см<sup>3</sup>, щільність твердої фази знаходиться в межах 2,45–2,60 г/см<sup>3</sup>. Загальна пористість ґрунтів становить 52–69%, обсяг пір зайнятих водою становить – 16,8–36,2%. В результаті якісної оцінки загальної пористості суглинних і глинистих за гранулометричним складом ґрунтів за шкалою Н.А. Качинського [7], територію області у вегетаційний період можна вважати задовільною і відмінною для орного шару. Дані просторового розподілу обсягів пір, які зайняті водою, дають можливість визначити зону аерації (рис. 4.11е). В агрономічному відношенні цей показник є важливим для зволоження ґрунту до гранично-польової вологемності пористість аерації, яка повинна складати не менше 15%. Щодо верхньої межі оптимальних значень пористості аерації єдиної точки зору немає. В якості орієнтовних для ґрунтів визначені значення пористості аерації на рівні 20–25% від обсягу ґрунту, в умовах зрошення – 30% [Пористість почв. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://studopedia.ru/1\\_105423\\_poristost-pochvi.html](http://studopedia.ru/1_105423_poristost-pochvi.html)].

Важливим фактором впливу на якість ґрунту є поживний режим ґрунту. Явище поглинання рослинами мінеральних елементів, являє собою процес обмінного вбирання іонів активною частиною кореня. Рослини, вбираючи з ґрунту  $K^+$ ; чи  $Al$ , виділяють у ґрунтовий розчин еквівалентну кількість аналогічних іонів. Основний запас поживних речовин ґрунту знаходиться у вигляді органічних і важкорозчинних мінеральних сполук. Так, у гумусовому горизонті (рис. 4.12) більше 90% усього

азоту, 80% сірки, 60% фосфору, а також значна частина калію, мікроелементів перебуває у формі органічних речовин. Потужність гумусового горизонту ґрунтів ( $H_{lim}$ , мм) розрахований за методикою Ф.М. Лисецького, О.А. Чепелева, В.І. Пічури [9; 10] в залежності від просторового розподілу енергетичних витрат клімату на ґрунтоутворення ( $Q$ , МД /м<sup>2</sup>) і вмісту фізичної глини в ґрунтоутворюючих породах ( $PC$ , %; <0,01 мм).



**Рис. 4.12.** Картограма просторової неоднорідності розподілу граничної потужності гумусового горизонту ґрунтів ( $H_{lim}$ ) за вегетаційний період на території Херсонської області

Джерело: власна розробка

У північній частині поширення чорноземів звичайних і південних малогумусних величина  $H_{lim}$  складає на незрошуваних землях 250–430 мм, зрошуваних – 630–800 мм; в зоні південних чорноземів – відповідно 110–250 мм і 480–630 мм, в зоні темно-каштанових ґрунтів – 100–160 мм і 430–550 мм. Південну частину області

характеризують каштанові і лучно-каштанові солонцюваті ґрунти з розрахунковою величиною  $H_{lim}$  – 410–550 мм. Найбільш сприятливі умови для реалізації ґрунтотворного процесу створюються в зоні звичайних і південних чорноземів із вмістом гумусу 2,0–3,9%. Інтенсивний розвиток іригації у 1970–1989 роки призвів до вимивання гумусу в нижні горизонти і зменшення його вмісту в шарі 0–20 см з 2,56 до 2,20%.

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 змиву і вимивання, збереженням сівозміни, оптимізацією водного і повітряного режимів ґрунту, що активує його мікробіологічну активність і, покращує доступність мінеральних елементів тощо [12].

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. Основними завданнями відповідного комплексу повинні стати:

- реконструкція і модернізація зрошувальних систем з метою поліпшення еколого-меліоративного стану. У відповідності даних Проекту постанови Кабінету Міністрів України від 29.03.2017 № 205 «Про затвердження порядку використання коштів, передбачених у державному бюджеті для розвитку та поліпшення екологічного стану зрошуваних та осушених систем» [12] мінімально необхідна площа зрошення в Україні становить 1,5–1,7 млн га, в т. ч. 27% розміщені в Херсонській області. За умов наявності такої площі зрошувальних земель

має бути додатково отримано 3,5–4,0 млн т зернових, близько 5,0 млн т овочів, 3,0–3,5 млн т фруктів та винограду;

- переведення зрошувального землеробства на адаптивно-ландшафтні, екологічно безпечні (компенсаційні) системи землеробства, які розробляються із врахуванням особливостей природних ландшафтів, еколого-меліоративним станом зрошувальних земель, спрямованістю ґрунтових процесів і відповідних режимів. Технологічною основою таких заходів має бути точне землеробство, яке є диференціацією агротехніки в межах поля за компонентами структури ґрунтового покриву та еколого-меліоративного стану зрошувальних земель;

- оптимізація структури посівних площ та сівозмін, з обов'язковим включенням у сівозміни багаторічних бобових трав не менше 25% у структурі сівозміни;

- біологізація меліорації зрошувальних та прилеглих до них земель, при необхідності доочистка поливних вод;

- розробка та впровадження комплексу інженерних, агро-меліоративних та профілактичних заходів, адаптованих до локальних умов агроекологічного та гідрогеолого-меліоративного стану ґрунтів;

- відновлення у ґрунті органічної речовини за рахунок мульчування, внесення органічних добрив, використання сівозмін з багаторічними бобовими травами;

- застосування різних способів поливу (дощування, краплинне зрошування, поверхневе) зокрема для зрошення різних сільськогосподарських культур залежно від ґрунтово-кліматичних умов вирощування, наявності, конструкції та технічного стану мережі зрошувальних систем;

- заходи з детоксикації зрошувальних ґрунтів, які забруднені важкими металами, що включають промивки ґрунту, внесення адсорбентів, фітомеліорацію, підбір культур;

- використання сучасних моделей управління системою меліорації земель, посилення відповідальності та створення умов для інвесторів;

- організація та ведення еколого-меліоративного моніторингу зрошувальних земель із застосування сучасних методів геоінформаційних систем і технологій дистанційного зондування Землі.

Для наукового та нормативно-методичного забезпечення комплексу заходів із збереження та відновлення родючості ґрунтів Херсонської області, згідно із «Законом про охорону земель», необхідно дотримуватись «Концепції екологічного нормування припустимих антропогенних навантажень на ґрунтовий покрив» та «Принципів адаптивного управління родючістю зрошувальних земель» [13].

Метою екологічного нормування допустимого антропогенного навантаження на землі та ґрунти є встановлення обов'язкових нормативів, правил, регламентів, вимог, щодо їхнього використання та охорони, дотримання вимог екологічної і санітарно-гігієнічної безпеки. Завдяки екологічному нормуванню область буде підтримувати вектор з охорони ґрунтів.

Управління родючістю ґрунтів області на основі визнання ступеню впливу ґрунтово-екологічних факторів, встановлені закономірностей, обґрунтуванні спрямованості та інтенсивності ґрунтових процесів і режимів, дослідження динаміки та прогнозування агрогенно обумовленої еволюції ґрунтів, встановлення рівня ресурсного забезпечення та розвитку землеробства. Заходи щодо управління родючістю ґрунтів Херсонської області повинно базуватись на адаптивних принципах, насамперед:

- адаптивно-ландшафтному принципі управління впливу на ґрунт, його родючість й адаптацію до просторово-часових змін агрокліматичних ресурсів та соціально-економічних факторів, враховує особливості природних ландшафтів, еколого-меліоративний стан земель, структурно-функціональну ієрархію агроландшафтів. Впровадження цих принципів можливе за умови детального ґрунтово-екологічного районування земель, що враховує специфіку вирощування культур агроекологічну класифікацію земель;



- принципі системи закономірностей ґрунтових процесів та режимів, поетапної еволюції ґрунтів;
- принципі диференційно-просторової адаптації меліоративних та агротехнічних заходів, які направлені на збереження та підвищення родючості ґрунтів у відповідності до генетичних властивостей ґрунтів;
- принципі мінімізації негативного антропогенного впливу на ґрунти шляхом дотримання екологічних вимог визначених Постановою Верховної ради України від 05.03.1998 р. № 188/98 «Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» [14; 15];
- формування оптимальної структури сільськогосподарських ландшафтів, відновлення біорізноманіття, що пов'язано з науково-обґрунтованим співвідношенням зрошувальних і богарних сільськогосподарських угідь, що здійснюється з метою формування високопродуктивних, екологічно-стійких агроєкосистем і агроландшафтів;
- підбір культур на основі їх адаптивних можливостей до ґрунтово-меліоративного стану земель з метою максимізації використання їх біокліматичного потенціалу;
- впровадження енерго- і ресурсозберігаючих технологій управління родючістю ґрунтів й вирощування сільськогосподарських культур, які забезпечують баланс гумусу, стійку оптимізацію базових агрофізичних, фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунтів. Вони включають ресурсозберігаючі технології використання мінеральних і органічних добрив, найбільш ефективні способи їх внесення;
- планування режимів зрошення сільськогосподарських культур на компенсаційному та адаптивному принципах. Слід впроваджувати такі норми поливів, які виключають (мінімізують) витрати поливної води на інфільтраційні процеси та підтоплення сільськогосподарських земель [16].

### 4.3. Модель структури геоінформаційно-аналітичної системи органічного землеробства

В сучасних умовах господарювання традиційне землеробство характеризується високими показниками ефективності, але за останні 100 років його здійснення результатами є зниження родючості ґрунтів у 3,4 раза та погіршення екологічного стану довкілля, що пов'язано, в першу чергу, з використанням пестицидів та агрохімікатів. Також не надається належного значення біологічним характеристикам якості готової продукції, яка має оцінюватися у відповідності з її впливовістю на стан здоров'я людини. Тому проблеми екологізації сільського господарства та посилення вимог до екологічності отриманої продукції на сьогоднішній день є одним із головних пріоритетів еколого-економічної безпеки України. Їх вирішення може бути здійснено шляхом стабілізації і поліпшення екологічного стану території держави, охорони, раціонального використання й відтворення земельних ресурсів. Зарубіжний досвід доводить важливість виробництва органічної продукції, що стимулює всебічну його підтримку в передових країнах світу.

Ринок органічної продукції в Україні знаходиться на етапі становлення і потребує об'єктивної інформації про змін та сучасний стан родючості ґрунтів, як основної передумови ведення та розвитку органічного землеробства. Це завдання неможливо реалізувати без єдиної геоінформаційно-аналітичної системи із застосування сучасних, потужних інструментів та методів обробки даних для супроводу агровиробників в перехідному періоді та постійної підтримки їх розвитку. Управління інформацією та її синтезу пропонуємо здійснювати на основі системного використання багатомірної статистики для детального аналізу ретроспективних даних; нейротехнологій для нелінійного прогнозування зміни стану родючості ґрунтів; геоінформаційних систем та технологій дистанційного зондування Землі

для просторового моделювання і встановлення неоднорідності розподілу родючості ґрунтів.

У дисертаційній роботі використанні дані еколого-агрохімічного обстеження ґрунтів Херсонської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» за XI тур обстеження (2013–2017 рр.) на території Інститут рису НААН України для шару ґрунту 0–20 см. Для створення геоінформаційно-аналітичної системи (ГІАС) органічного землеробства використано ліцензійні програмні продукти: MS Access – для розробки і підтримки системи управління базами даних, ArcGIS – для створення картографічних баз геоданих та просторового моделювання, STATISTICA та робочий модуль Neural Networks – для багатомірного аналізу даних та нелінійного прогнозування із застосуванням штучних нейротехнологій. Для просторового моделювання неоднорідності розподілу родючості ґрунтів використаний детермістичний метод радіально-базисної функції модуля Geostatistical Analyst програми ArcGis10.1. Нев'язка просторових моделей визначена за допомогою розподілу стандартної похибки обчислень, яка складала за еколого-агрохімічними показниками в межах 8,0–15,9%.

На різних рівнях державного управління необхідно централизовано розробляти єдині системи реквізитів для обов'язкових документів: державні стандарти документообігу, форми документів, системи кодування статистичної, облікової, фінансової звітності та іншої документації. На агропідприємствах, в свою чергу, необхідно адаптувати індивідуальну структуру показників та відповідних реквізитів з метою їх подальшого використання в ГІАС.

Державна структура ГІАС органічного землеробства (рис. 4.13) має представляти собою ієрархічну трирівневу структуру, що включає локальний (підприємство), регіональний та національний (державний) рівні або відповідно оперативний, тактичний та стратегічний рівні управління [17].

На кожному рівні управління використовуються адаптивні системи обробки даних, які поділяються на підсистеми забезпечення та функціонування органічного землеробства. Складовими підсистемами забезпечення ГІАС є інформаційне, технічне, програмне, математичне, організаційне і правове забезпечення. Підсистема функціонування враховує індивідуальну специфіку аграрного виробництва та управлінські принципи взаємодії структурних підрозділів аграрного підприємства.

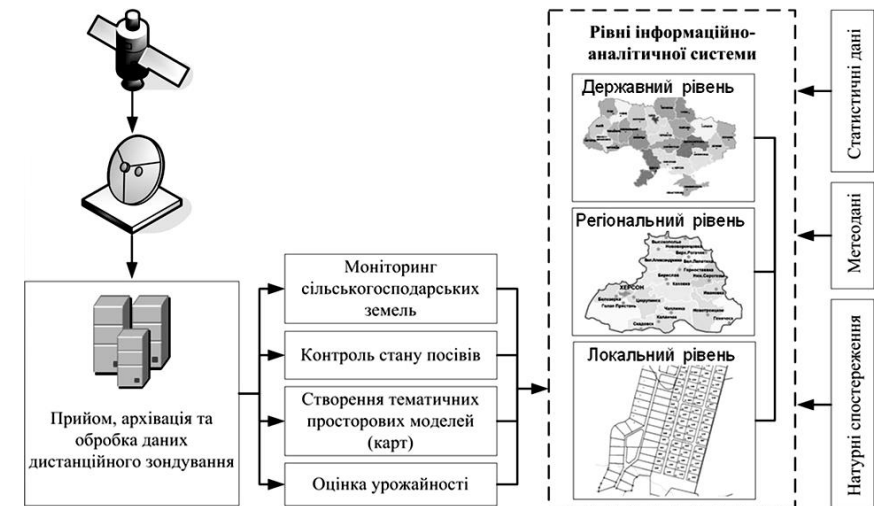


Рис. 4.13. Структура національної ГІАС органічного землеробства

Джерело: власна розробка

Нами виділено наступні передумови необхідності створення ГІАС органічного землеробства, зокрема:

1. Геоінформаційне забезпечення розробки нових систем господарювання і землеробства із врахуванням локальних природних умов, організаційних, фінансових і агротехнологічних можливості окремих підприємств для ведення органічного

землеробства. Основою для її реалізації є використання просторово-часової інформації умов діяльності агропідприємств із застосування відповідних систем управління базами даних, базами знань, геоінформаційних систем, технологій дистанційного зондування Землі, нейротехнологій.

2. За умов значної просторової неоднорідності родючості ґрунтів і урожаю сільськогосподарських культур агротехнологічні прийоми потребують диференційного застосування та безперервних процесів контролю їх впливу на динаміку отримання органічної продукції. Тому необхідним є створення ГІАС для постійного і оперативного моніторингу стану агрофітоценозів, адаптації і застосування агротехнологій у відповідності до локальних агроекологічних та кліматичних умов кожного поля.

3. Багатофакторність процесів агровиробництва, що потребує оперативного високоточного просторово-часового встановлення тренду змін їх властивостей на основі польових та безконтактних досліджень із застосування сучасних ГІС-технологій, аеро- та космознімків високої роздільної здатності до 0,5 м.

4. Цифрове ведення громіздких технологічних карт, що враховують просторові закономірності процесів і операцій для вирощування сільськогосподарських культур, рекомендований перелік машин і знарядь з описом технологічних налаштувань, умов їх обслуговування і ремонту.

5. Прогнозування складних динамічних процесів в органічному землеробстві слід здійснювати із застосуванням адаптивних математичних методів та нейротехнологій для одержання високодостовірної ситуаційної інформації щодо можливих змін у діяльність аграрного підприємства з метою розробки сценаріїв розвитку органічного землеробства.

6. Диференціація органічних товаровиробників потребує створення зручних у використанні аналітичних систем із різним ступенем деталізації інформації за обсягами і структурою

виробництва сільськогосподарської продукції, забезпеченістю ресурсами, рівнем кваліфікації спеціалістів, можливістю оперативного доступу до нових розробок тощо. ГІАС повинні мати розширені функціональні можливості, які базуватимуться на інтеграції сучасних аналітичних модулів та систем розповсюдження інформації.

7. Система агрознань та інновацій має значний обсяг міждисциплінарних та складноформалізованих систем знань і просторово-часових даних для синтезу яких необхідно застосування потужних ГІАС із відповідними методологічним апаратом.

8. Інформаційне забезпечення ведення та розвитку органічного землеробства із врахуванням стану родючості ґрунтів, тенденція змін їх властивостей, історії господарювання, відповідності характеристикам органічного землеробства конкретній фізико-географічній зоні тощо.

9. Визначення оптимального напрямку розвитку органічного землеробства із врахуванням результатів екологічного аудиту та розробка науково-практичних засад виробництва органічної продукції для конкретних ґрунтово-кліматичних умов.

10. Розробка технологічного проекту із еколого-економічного обґрунтування витрат на перехідний період, інформаційна підтримка його реалізації та періодичний аудит агроекологічного стану ґрунтів у відповідності до вимог ведення органічного землеробства.

11. Інформаційний супровід сертифікації сільськогосподарської продукції із використанням попередніх результатів екологічного аудиту та якості продукції у відповідності до вимог Постанови Ради (ЄС) № 834/2007, Регламенту Комісії (ЄС) № 889/2008.

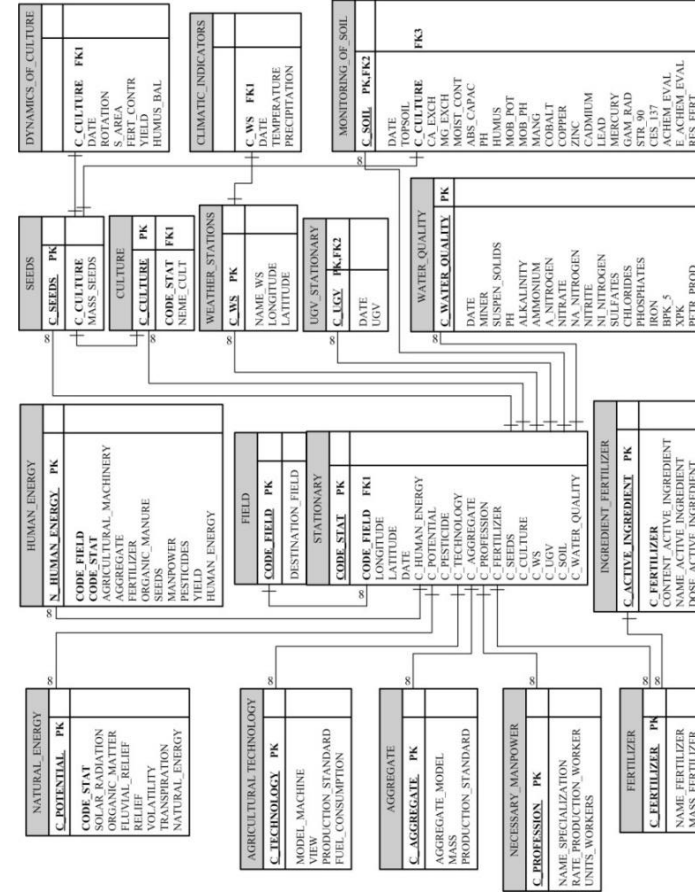
Основою інформаційного забезпечення ГІАС є локальний рівень досліджень за рахунок накопичення та систематизації польових даних досліджень та даних дистанційного зондування Землі. Створення універсальної інтегрованої ГІАС управління

органічним землеробством на локальному рівні включає шість основних етапів. Апробація моделі архітектури ГІАС органічного землеробства здійснена на прикладі земель Інституту рису НААН (близько 2,5 тис. га, Антонівська селищна рада, Скадовський район, Херсонська область).

На першому етапі за результатами семантичного моделювання створюється проект системи управління базами даних. Діаграм «сутність-зв'язок» (ER – Entity-Relationship) структури бази даних і фрагмент системи управління базою даних представлена на рис. 4.14.

База даних включає атрибутивні дані природних і антропогенних енергетичних умов території та виробництва конкретного аграрного підприємства. Природний енергопотенціал визначається за показниками сонячної радіації, енергією клімату (температурою повітря, кількістю атмосферних опадів), енергією рельєфу, енергією органічної речовини у ґрунті, енергією транспірації і випаровування.

Антропогенний енергетичний потенціал визначається за показниками наявної робочої сили, сільськогосподарської техніки, сівозмін, сорту і врожайності сільськогосподарських культур, використанням мінеральні та органічних добрива. База даних включає ретроспективні та прогнозні дані зімни властивостей родючості ґрунтів за агрохімічним і еколого-токсикологічними показниками, типи і підтипи ґрунтів, гідрохімічний режим зрошувальної води, динаміки рівнів ґрунтових вод, засолення та осолонцювання ґрунтів [157].

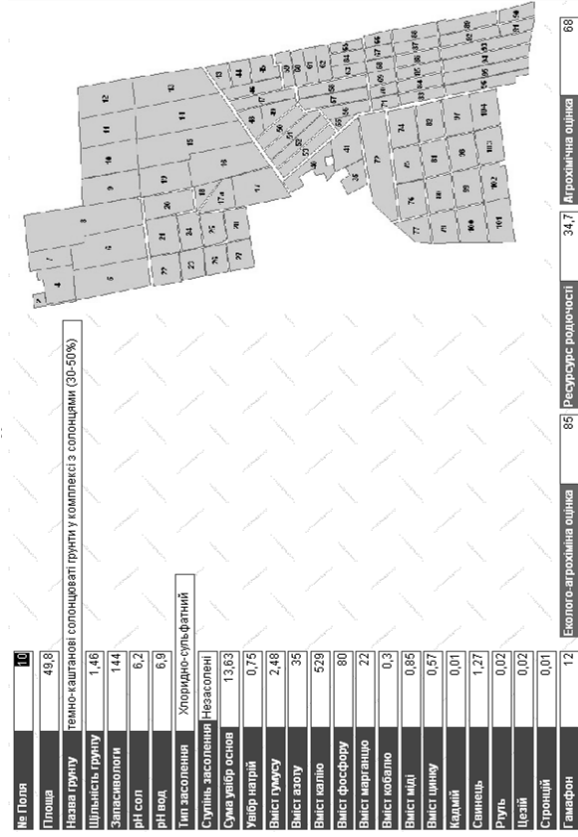


a

Рис. 4.14. Система управління базами даних ГІАС органічного землеробства: а – ER-діаграма, б – фрагмент СУБА

Ажерело: власна розробка





б

Рис. 4.14. (продовження) Система управління базами даних ГІАС органічного землеробства: а – ER-Diagrama, б – фрагмент СУБД

Ажерело: власна розробка

Структура СУБД ГІАС органічного землеробства включає наступні основні таблиці зв'язків: «FIELD» – таблиця опису полів аграрного підприємства включає ідентифікаційний код та призначення поля; «STATIONARY» – таблиця опису стаціонарів включає: координати розміщення стаціонарів, період досліджень; «HUMAN\_ENERGY» – таблиця для опису антропогенної енергії включає: значення енергопотенціалу сільськогосподарської техніки, агрегату, добрива, посівного матеріалу, робочої сили, урожаю, сумарне значення антропогенної енергії; «NATURAL\_ENERGY» – таблиця для опису природного енергопотенціалу території включає: розподіл балансу сонячної радіації, енергопотенціалу органічної речовини в ґрунті, енергії у змитій частині ґрунту, енергії рельєфу, енергії випаровування, енергії транспірації, сумарний природний енергопотенціал; «AGRICULTURAL TECHNOLOGY» – таблиця для опису сільськогосподарської техніки включає: марку машини, вид машини, норми виробітку, витрати палива; «AGGREGATE» – таблиця для опису агрегатів включає: марку агрегату, масу агрегату, норму виробітку; «NECESSARY\_MANPOWER» – таблиця для визначення необхідної робочої сили включає: спеціалізацію працівника, норму виробітку робітника, кількість працівників спеціалізації; «FERTILIZER» – таблиця переліку добрив включає: найменування добрива, кількість внесеного добрива; «INGREDIENT\_FERTILIZER» – таблиця, що описує діючі речовини добрив включає: вміст діючої речовини у добриві, найменування діючої речовини, доля діючої речовини; «SEEDS» – таблиця для визначення кількості посівного матеріалу включає: код сорту та гібриду насіння, кількість насіння; «CULTURE» – таблиця опису сільськогосподарських культур включає: код та найменування сільськогосподарської культури, що вирощується; «DYNAMICS\_OF\_CULTURE» – таблиця опису динаміки посіву сільськогосподарських культур включає: дата спостереження за посівом, вид сівозміни, площу посіву, кількість внесених добрив, врожайність,

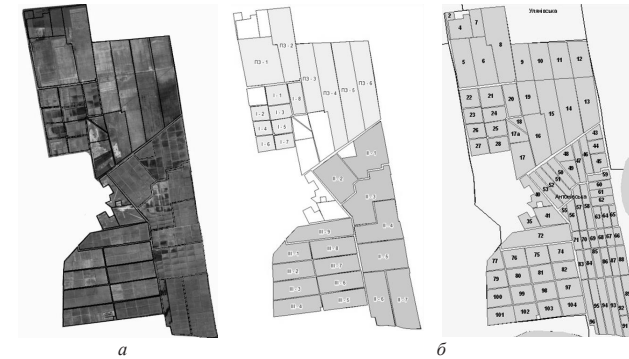
баланс макро– та мікроелементів; «WEATHER STATIONS» – таблиця опису метеостанцій включає: код і назву метеостанцій, координати їх розміщення; «CLIMATIC\_INDICATORS» – таблиця опису кліматичних показників включає: код метеостанції, дату спостереження, температуру повітря, кількість атмосферних опадів; «UGV STATIONARY» – таблиця динаміки рівнів ґрунтових вод включає: код свердловини; дату спостережень, рівень ґрунтових вод; «MONITORING OF SOIL» – таблиця опису показників агроекологічного стану ґрунтів включає: код типу та підтипу ґрунту, дата досліджень і шар ґрунту, глибина механічного обробітку ґрунту, код сільськогосподарської культури, стан ґрунту за агрохімічними і еколого-токсикологічними властивостями; «WATER\_QUALITY» – таблиця опису якості зрошувальної води включає: код джерела зрошення, дату спостереження, гідрохімічний стан води.

Система управління базою даних використовується для комплексної оцінки діяльності (моделювання процесів виробництва) та отримання інформації (просторово-часове моделювання та прогнозування) для ефективного ведення органічного землеробства.

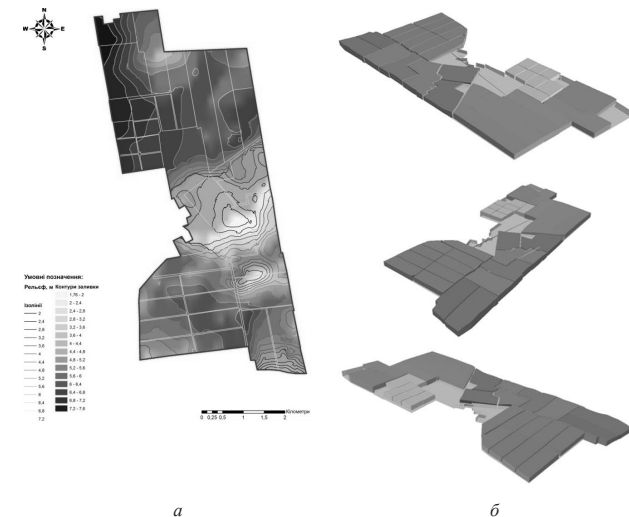
На другому етапі створюється картографічна основа розподілу сільськогосподарських земель і кожному полю присвоюється унікальний ідентифікатор у відповідності до номенклатури Держгеокадастру та внутрішньогосподарської типізації полів за їх призначенням.

Топооснова створюється на основі даних геодезичних зйомок, аерофотознімків та космічних знімків супутникового апарату Landsat-7, Landsat-8 із просторовим дозволом до 15 метрів. Приклад розподілу сільськогосподарських земель Інституту рису НААН України представлений на рис. 4.15.

На цьому етапі також створюється цифрова модель рельєфу, як одного із факторів впливу на перерозподіл енергії клімату (рис. 4.16).



**Рис. 4.15. Карта розподілу земель Інституту рису НААН України:**  
а – космічний знімок; б – векторні (цифрові) моделі  
Джерело: власна розробка



**Рис. 4.16. Рельєф території земель сільськогосподарського призначення Інституту рису НААН України:**  
а – 2D рельєф, б – 3D рельєф  
Джерело: власна розробка

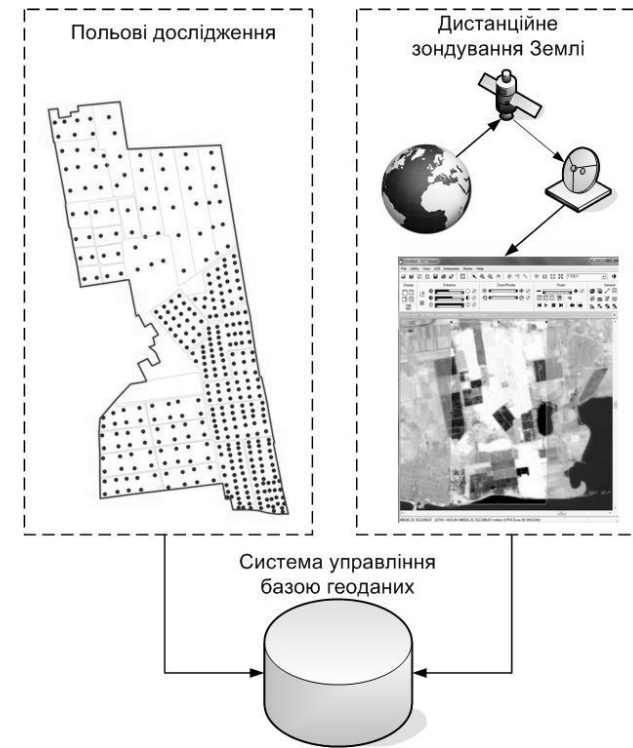
На третьому етапі здійснюється прив'язка бази даних за ключовим полем (універсальним кодом) до конкретних земельних ділянок або стаціонарів. Після цього здійснюється збір необхідних ретроспективних і сучасних даних шляхом використання попередніх статистичних звітностей, польових досліджень та джерел наземного моніторингу (технологій дистанційного зондування Землі) для всієї території агропідприємства (рис. 4.17).

На четвертому етапі здійснюється ідентифікація та експлуатація нейронних мереж для часового аналізу та прогнозування можливих змін агрокліматичних умов агропідприємства. Для створення нейронних мереж використовується програмний інструмент STATISTICA Neural Networks (SNN). Створення нейронних мереж для прогнозування відбувається у відповідній послідовності:

4.1. Визначення вхідних і цільових (вихідних) емпіричних даних, на яких буде навчатися нейронна мережа (НМ), навчання відбувається з «учителем», тобто вхідний і вихідний сигнал є ідентичним.

4.2. Формування навчальної, контрольної та тестової вибірки. Дослідженнями визначено, що найкраща якість прогнозу багатошарової нейронної мережі досягається при співвідношенні обсягів вибірок: навчальна – 70%, тестова – 30% від часового ряду досліджень. Точність вірного рішення істотно залежить від репрезентативності навчальної вибірки.

4.3. Вибір архітектури нейромережі і функції активації нейронів. Багатошаровий перцептрон (БШП) має деяку перевагу перед іншими типами нейронних мереж, воно полягає в тому, що БШП визначає природу розвитку досліджуваних об'єктів і систем на порівняно невеликих навчальних вибірках з досить високою достовірністю. При створенні багатошарової нейронної мережі для прогнозування агрокліматичних умов слід використовувати функції активації нейронів – сигмоїдальна і синусоїд-гіперболічного тангенсу.



**Рис. 4.17. Дослідження території агропідприємства та інтеграція даних в систему управління базою геоданих**

*Джерело: власна розробка*

4.4. Вибір методу оцінки, інтерпретатора відповідей, методу оптимізації та визначення їх параметрів. Після визначення архітектури НМ задаються, випадковим чином рівномірно в інтервалі  $[-0,01; 0,01]$ , вагові коефіцієнти адаптивних суматорів нейронів, далі визначається метод навчання НМ. Його завдання полягає в пошуку вірного вектора вихідних сигналів. Найбільш поширений алгоритм навчання для прогнозування часових рядів є алгоритм зворотного розподілу похибки.

4.5. Визначення умов зупинки навчання мережі. Зупинка процесу навчання відбувається при виконанні однієї з умов: похибка мережі на навчальній вибірці, отримана за допомогою обраного методу оцінки, не перевищує заданий користувачем рівень, зменшення похибки мережі не перевищує заданого значення. Нейромережа вважається навченою після досягнення заданого (малого) значення функції оцінки тобто при виконанні першої умови зупинки.

Нашими дослідженнями визначено, що застосування одного методу навчання нейромережі може привести до локальних екстремумів (помилки), які часто не забезпечують необхідної якості навчання. Тому для забезпечення знаходження глобального мінімуму використовують три підходи:

- системне застосування методів навчання *НМ*, наприклад: на першому етапі *НМ* навчається за допомогою алгоритму зворотного розподілу похибки, а на другому коригується методом пов'язаних градієнтів;

- збільшення коефіцієнта інерції навчання – процедура «удар». У разі припинення зменшення похибки мережі в процесі навчання проводиться додавання рівномірно розподіленої випадкової величини до вагових коефіцієнтів зв'язків мережі (інерції) і навчання продовжується. Якщо в результаті використання найбільшої за величиною інерції похибка мережі не зменшилася, процес навчання мережі даної структури припиняється;

- використання гаусового розподілу – додавання шуму допомагає «вирватися» з локального мінімуму (вихід з мінімуму тим імовірніше, чим менше розміри його області притягання), і підвищити ймовірність знаходження глобального мінімуму цільової функції *НМ*.

4.6. Навчання нейромережі. Відбувається безпосереднє навчання нейромережі за раніше заданими параметрами.

4.7. Визначення критеріїв вибору кращої нейромережі. Здійснюють якісну оцінку створених нейромоделей шляхом

аналізу можливості узагальнення результатів досліджень, рівня чутливості *НМ*, порівняння емпіричних і апроксимуючих даних за статистичними критеріями. Здатність узагальнення *НМ* вхідних даних дає можливість отримувати обґрунтований результат на підставі нових даних, які не використовувалися в процесі навчання *НМ*.

Підсумкова статистика результатів навчання *НМ* для прогнозування агрокліматичних показників визначається за наступними критеріями: математичне очікування похибки, стандартне відхилення похибки, математичне очікування абсолютної похибки, значення кореляції вхідних (фактичних) даних із розрахунковими у навчальній і тестовій вибірці. На основі вищевказаних статистичних критеріїв здійснюється відбір кращої нейронної мережі.

4.8. Апаратна реалізація (ідентифікація) і використання моделі нейромережі для прогнозування. Здійснюється прогнозування агрокліматичних показників та формування бази даних (фактичні і прогнозні дані) за окремими стаціонарами моніторингових площадок, яка надалі імпортується в ГІС-додаток для створення тематичних карт.

На п'ятому етапі здійснюється просторове моделювання змін властивостей агрокліматичних показників за допомогою інструментів і методів ГІС-технологій, що включає:

5.1. Створення за допомогою ГІС-програми (ArcGIS) просторово-координованих векторних моделей стаціонарів моніторингових площадок (тип об'єктів «точковий») в межах сільськогосподарських полів (тип об'єктів «полігон») на основі топографічних зйомок. Географічна система координат – WGS 1984. Векторна інформація зберігається в окремому шарі, тип файлу – «\*.shp».

5.2. Присвоєння атрибутивних даних (фактичні і прогнозні дані) за агрокліматичними показниками території агропідприємства системі стаціонарів моніторингових площадок в Attribute Table shp-файла.



5.3. Створення тематичних цифрових моделей (візуалізація) із застосуванням геостатистичних методів робочого модуля Geostatistical Analyst of ArcGis – глобального та локального полінома, радіальні базисної функції, кригінгу, кокрігінгу.

Створення інтерполяційної моделі включає три основних етапи:

- дослідження даних, що являє собою набір інструментів і статистичних методів, які дозволяють визначити оптимальний метод для побудови інтерполяційної поверхні просторового моделювання змін властивостей агрокліматичних показників. На даному етапі аналізується просторовий розподіл емпіричних даних із використанням графічних методів варіограм і коваріацій, тренду та автокореляції;

- підбір моделі для побудови інтерполяційної поверхні: на даному етапі здійснюється підбір кращого методу і настройка його параметрів для побудови інтерполяційної поверхні з урахуванням просторових закономірностей формування агрокліматичних умов;

- діагностика просторових моделей – здійснюється перехресна перевірка, яка дає можливість прийняти остаточне рішення про те, яка з моделей найбільш точно інтерполіє просторово розподілені значення. Для моделі, що виконує точну інтерполяцію, середня похибка повинна бути близька 0, середньоквадратична нормована похибка повинна бути близька до 1, середньоквадратична похибка обчислень повинна мати мінімальні значення.

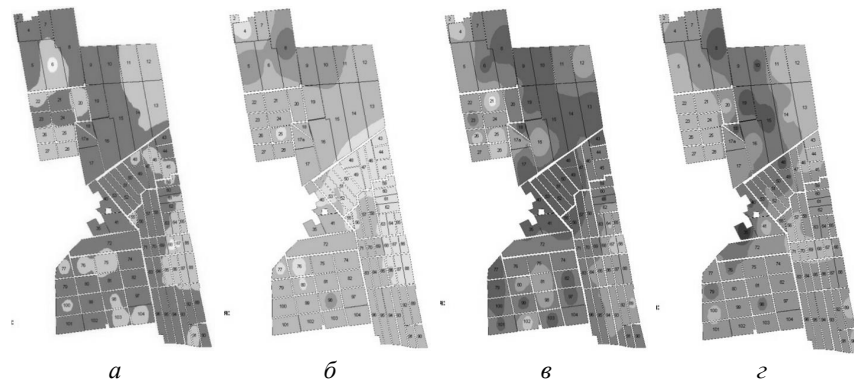
5.4. Побудова тематичних карт – визначається шкала тематичного відображення властивостей агрокліматичних показників території сільськогосподарських земель і відображається просторова зміна розрахункової ознаки досліджуваної території для просторово-часової оцінки її неоднорідності.

Шостий етап направлений на створення необхідних експертних систем для прийняття управлінських рішень в управлінні органічним землеробством.

Сьомий етап направлений на створення експертних систем на основі передового досвіду ведення органічного землеробства.

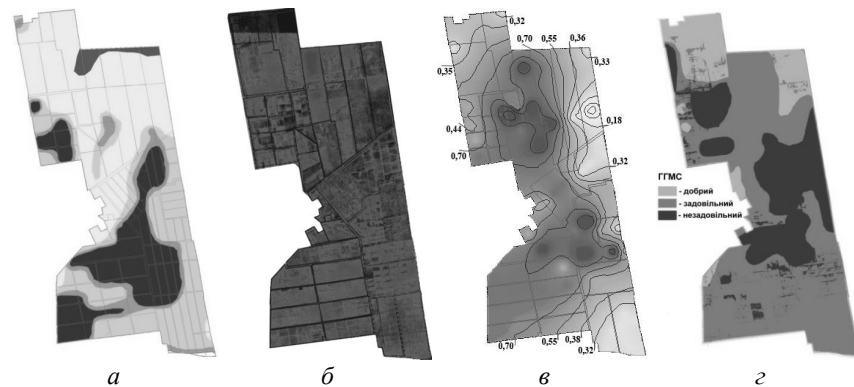
Восьмий етап включає налагодження системи управління та впровадження розробки у виробничий процес органічного землеробства.

Впровадження ГІАС органічного землеробства дозволить фахівцям та керівникам аграрного підприємства отримувати повну і достовірну інформацію про структуру угідь та сівозмін (їх площа, цільове використання, якісний стан тощо); отримувати інформацію про місцезнаходження будь-якого об'єкта господарства та відстань між ними з похибкою не більше 1,0–2,0 м (наприклад, визначати довжину гону за цифровою картою); визначати обсяг і площу виконаних робіт з метою розрахунку оплати праці, використовуючи супутникові навігаційні приймачі та цифрові карти; контролювати витрати палива при здійсненні польових робіт; оперативно враховувати внесення органічних добрив; здійснювати постійний контроль обсягів витрат насіння в період висіву та збору урожаю; коригувати структуру сівозмін із врахуванням рельєфу, схилів і їх експозицій на будь-якій ділянці ріллі; визначати вологозабезпеченість ґрунтів для управління зрошенням; оптимізувати механізовану обробку ґрунтів; вести електронні книги історії полів сівозмін у цифровій карті; проводити коригування агрономічних заходів на полях і окремих ділянках угідь за рахунок наявності інтегрованих в цифрову карту даних агрохімічних обстежень ґрунтів (рис. 4.18); здійснювати заходи щодо покращення еколого-меліоративного стану сільськогосподарських земель (рис. 4.19); оцінювати енергетичний потенціал зовнішніх факторів на ефективність діяльності органічного землеробства; моделювати та прогнозувати стан діяльності органічного землеробства із застосуванням штучних нейронних мереж, геоінформаційних систем та технологій дистанційного зондування Землі.



**Рис. 4.18. Приклад картограм розподілу мікроелементів у ґрунтах Інституту рису НААН України (шар 0–20 см):**  
 а – гумус; б – нітрифікаційний азот; в – рухомий фосфор;  
 г – обмінний калій

Джерело: власна розробка



**Рис. 4.19. Приклад картограм еколого-меліоративного стану ґрунтів Інституту рису НААН України:**

а – рівень ґрунтових вод; б – землі із ознаками засолення за даними космічного знімку; в – ступінь засолення земель;  
 г – еколого-меліоративний стан

Джерело: власна розробка

На дев'ятому (кінцевому) етапі здійснюється навчання фахівців агропідприємства і технічний супровід геоінформаційно-аналітичної системи органічного землеробства (збір, систематизація, обробка, аналіз, оцінка, моделювання, прогнозування, представлення результатів досліджень, розробка заходів і прийняття управлінських рішень).

Для інформаційного забезпечення перехідного періоду та підтримки ведення органічного агровиробництва розроблена модель структури ПІАС органічного землеробства на державному рівні та запропоновані основні етапи її реалізації на рівні окремих агропідприємств, які включають: проектування і створення бази геоданих, розробку картографічної основи, їх інформаційне насичення польовими даними досліджень та просторовими даними дистанційного зондування Землі, створення експертних систем на основі передового досвіду ведення органічного землеробства. ПІАС повинна включати такі складові як інформаційне, технічне, програмне, математичне, організаційне і правове забезпечення. Необхідним є подальше практичне впровадження моделі структури геоінформаційно-аналітичної системи органічного землеробства на локальному та регіональному рівнях для активізації і постійної підтримки інформаційно-консультаційної роботи із питань впровадження та підтримки системи органічного землеробства.

#### 4.4. Ефективність застосування біологічних багатофункціональних рістрегулюючих препаратів для вирощування зернових культур

##### 4.4.1. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов та програма наукових досліджень в зоні Степу України

Характерною особливістю зони Степу є невелика кількість схилених 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 перезвожуються, що негативно впливає на ґрунтоутворюючі процеси [18].

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-суглинкові та легкоглинні (86,1%), середньо (10,4%) і легкосуглинкові (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 [19].

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 цілих ґрунтах, які не зазнали впливу агрокультури. Гумус міцно зв'язаний з мінеральною частиною. В глинистих і важкосуглинкових каштанових ґрунтах кримського сухого Степу його міститься 1,7–3,0, а в легкосуглинкових 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 слабо-змитий. 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 середньозабезпечені легкокорозчинними 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 середньобогаторічному циклі становить 30–35%, а 45–55% – ще більш посушливих і лише 10–15% підвищено зволених. 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 [18].

Клімат Південного Степу України помірно-континентальний з м'якою малосніжною зимою та жарким літом. Щорічне надходження сумарної радіації становить 115–116 ккал/см<sup>2</sup>, з яких

94–95 ккал/см<sup>2</sup> надходить впродовж вегетаційного періоду. Прихід фотосинтетичної активної радіації за період вегетації становить 45–50 ккал/см<sup>2</sup>. Абсолютний максимум температур (+37) – (+42) °С, абсолютний мінімум (–29) – (–35) °С. 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 °С, за кількістю днів близький до безморозного, за цей період накопичується 3200–3500 °С 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 °С і 15 °С, коротка, не більше двох місяців, з різким наростанням тепла. Перехід температури повітря відбувається через 0 °С на початку березня, а в кінці березня середньодобова температура досягає 5 °С. Перехід температури через 10 °С спостерігається у кінці другої – на початку третьої декади квітня, а вдень вона підвищується до 20–25 °С, ґрунт на глибині 10 см прогрівається до 8–10 °С.

Літо продовжується в межах середньодобових температур вище 15 °С, 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 °С позитивних температур, що дозволяє при зрошенні вирощувати повторні посіви зернових і кормових культур. Літом протягом 25–30 днів температура повітря підвищується до 30 °С 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 °С і 0 °С. 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 °С 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) [20].

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, Хелатит 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 25 м<sup>2</sup>. 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. [21] та за допомогою програм «Statistica», «Microsoft Excel» та «Agrostat».

#### **4.4.2. Вплив біологічних багатофункціональних 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 [22], 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 [23].

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 урожайності 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 [24; 25].

Впровадження високоінтенсивних технологій вирощування виправдано лише за умови відповідності біокліматичного ресурсу середовища і потенціалу вирощуваного сорту рівню створеного агрофону [26; 27]. 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 [28; 29], 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 різномірних, 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 [30].

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 [31–33].

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 [34; 35].

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 [36].

**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 [37].

Проведені польові дослідження свідчать, що рістрегулюючі препарати за позакореневого підживлення рослин у міжфазний період куціння – початок виходу в трубку істотно впливали на розвиток кореневої системи пшениці озимої (сорт Асканійська), її масу і глибину проникнення (табл. 4.2).

Слід відзначити, що у варіанті без обробки загальна кількість коренів за оптимального строку сівби складала 47,3 г/0,1 м<sup>2</sup>, при цьому вони проникали не глибше 110 см, а за пізнього строку сівби їх маса складала 35,4 г/0,1 м<sup>2</sup> при проникненні на глибину ґрунту до 90 см.

Як видно із таблиці 4.2 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/0,1 м<sup>2</sup> (Фітомаре), 72,8 г/0,1 м<sup>2</sup> (Вуксал Мікроплант) до 80,5 г/0,1 м<sup>2</sup> (Хелафіт Комбі), відповідно за пізнього строку 52,6; 59,4 та 67,4 г/0,1 м<sup>2</sup>.

Таблиця 4.2

**Маса абсолютно сухих коренів пшениці озимої залежно від рістрегулюючих препаратів, г/0,1 м<sup>2</sup> (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

Джерело: власна розробка

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/0,1 м<sup>2</sup>, 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/0,1 м<sup>2</sup>, 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/0,1 м<sup>2</sup> всієї маси кореневої системи, при пізньому – 29,1 г/0,1 м<sup>2</sup>. 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/0,1 м<sup>2</sup> до 61,3 г/0,1 м<sup>2</sup>, відповідно за пізнього строку сівби – 41,2–51,1 г/0,1 м<sup>2</sup> (табл. 4.2).

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% [38]. В роки сильних епіфітотій хвороб ці показники значно зростають. В Україні врожай пшениці кожного четвертого гектара, посіяного хліборобом, «з'їдається» збудниками шкодочинних хвороб [39].

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 [40–42].

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 направлено впливу на рослину з успіхом можуть використовуватись рістрегулюючі препарати [43; 44].

У наших дослідженнях застосування рістрегулюючих препаратів за різних умов вирощування пшениці озимої значно

зменшували ступінь ураження найбільш шкодочинними хворобами (бура іржа, борошниста роса) (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

**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 сіви	Бура іржа, %				Борошниста роса, %			
		без обробки	Фітомаре	Вуксал Мікроплант	Хеллафіт Комбі	без обробки	Фітомаре	Вуксал Мікроплант	Хеллафіт 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

Джерело: власна розробка

Як видно з даних таблиці 4.3 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 росою 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 Хелафіт Комбі. У більшості випадків вони знижували ступінь ураження рослин пшениці озимої на 40–50% і більше.

**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-тіліття 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 [45].

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 гривень [46; 47].

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 багатофункціональних рістрегулюючих препаратів (табл. 4.4).

Як видно із даних таблиці 4.4, всі застосовані регулятори росту позитивно вплинули на підвищення продуктивного стеблостою різних сортів пшениці озимої. Спостерігалась тенденція збільшення його за більш пізніх строків сівби.

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. 4.5).

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

вищого прояву істотну ефективність на збільшення показника маси 1000 зерен.

Таблиця 4.4

**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	Хелафіг Комбі	без обробки	Фітомаре	Вуксал Мікроплант	Хелафіг 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
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
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

Джерело: власна розробка

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

Таблиця 4.5

**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	Хелафіг Комбі	без обробки	Фітомаре	Вуксал Мікроплант	Хелафіг 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

Джерело: власна розробка

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 [48–50]. 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 [51]. 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. 4.6).

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.

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.

Таблиця 4.6

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

Сорт (A)	Строк сівби (B)	Пункт досліджень (C)							
		ХДАЕУ				ФГ «Світлана»			
		стимулятор росту (D)							
		без обробки	Вуксал Мікропланг	Фігомаре	Хелафіт Комбі	без обробки	Вуксал Мікропланг	Фігомаре	Хелафіт 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

НІР<sub>05</sub>, т/га: A – 0,07–0,14; B – 0,04–0,11; C – 0,05–0,08; D – 0,05–0,11;  
 AB – 0,13–0,28; AC – 0,09–0,19; AD – 0,13–0,28; BC – 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

Джерело: власна розробка



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. 4.7).

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 4.7

**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	
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

#### Список використаних джерел до розділу 4

1. Медведєв В.В. Відтворення екологівідворних і продуктивних функцій ґрунтів як найважливіший етап реалізації концепції сталого розвитку України. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 9. С. 16–20.
2. Сокол А.М., Стефановська Т.Р., Підліснюк В.В. Екологічне (органічне) землеробство – складова сталого сільського господарства. *Екологічна безпека*. 2008. № 3-4. С. 102–109.
3. Никитина З.В. Экологизация производства сельскохозяйственных предприятий. *Аграрная наука*. 2005. № 6. С. 14–15.
4. Гнатенко О.Ф., Капштик М.В., Петренко Л.Р., Вітвицький С.В. Ґрунтознавство з основами геології : навч. посіб. К. : Оранта, 2005. 648 с.
5. Принципи органічного сільського господарства. *International Federation of Organic Agriculture Movements*. URL: [http://www.ifoam.org/about\\_ifoam](http://www.ifoam.org/about_ifoam)
6. Каштанов А.Н., Лисецкий Ф.Н., Швєбс Г.И. Основы ландшафтно-экологического земледелия. М. : Колос, 1994. 127 с.
7. Качинский Н.А. Физика почвы. Часть 1. М. : Высшая школа, 1965. 324 с. Качинский Н.А. Физика почвы. Часть 2. М. : Высшая школа, 1970. 359 с.
8. Пористость почв. URL: [http://studopedia.ru/1\\_105423\\_poristost-pochvi.html](http://studopedia.ru/1_105423_poristost-pochvi.html)
9. Lisetskii F., Chepelev O. Quantitative substantiation of pedogenesis model key components. *Advances in Environmental Biology*. 2014. V. 8(4). P. 996–1000.
10. Lisetskii F.N., Pichura V.I. Assessment and forecast of soil formation under irrigation in the steppe zone of Ukraine. *Russian Agricultural Sciences*. 2016. № 2. P. 154–158. DOI: 10.3103/S 1068367416020075.
11. Nieder H. 1987: Uposzechnienietzw. Zintegrowanej uprawy roślin w REN. Rolnictwo na Świecie, nr 9.
12. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку використання коштів, передбачених у державному бюджеті для розвитку та поліпшення екологічного стану зрошуваних та осушених систем». URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/pras/249869566>
13. Закон України «Про охорону земель». URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15>
14. Воропаєва Т.В. Методологические особенности проектирования экологического каркаса территории. *Ученые записки ЗабГГПУ*. 2011. № 1(36). С. 49–55.
15. Постанова Верховної ради України «Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки». URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/188/98-%D0%B2%D1%80>
16. Медведєв В.В. Земельні ресурси України / за ред. В.В. Медведєва, Т.М. Лактіонової. К. : Аграрна наука, 1998. 150 с.
17. 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). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/9101>
18. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / редкол. М.В. Зубець та ін. К. : Аграрна наука, 2010. С. 14–40.
19. Домарацький Є.О. Оптимізація елементів технології вирощування різних сортів пшениці озимої в умовах Степу України : дис. ... канд. с.-г. наук. Херсон, 2013. 173 с.
20. Жуйков О.Г. Агробіологічне обґрунтування комплексу технологічних прийомів вирощування видів гірчиці в умовах Південного Степу України : дис. ... докт. с.-г. наук. Херсон, 2015. 434 с.
21. 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.
22. Литвиненко М. А. Теоретичні основи та методи селекції озимої м'якої пшениці на підвищення адаптивного потенціалу для умов Степу України : автореф. докт. дис. К., 2001. 46 с.
23. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). Кишенев : Штиинца, 2001. С. 785–1489.
24. Martin J. M., Meybeck M. Elemental mass-balance of material carried by major world rivers. *Marine chemistry*. 1979. T. 7. № 3. P. 173–206.
25. Георгиевский А. Б. Преадаптация и ее роль в прогрессивной эволюции. *Журнал общей биологии*. 1971. T. 32. № 5. С. 573–583.

26. Лопатина Л.М., Кравцов А.М. Методы математического обеспечения мониторинговых исследований. *Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края*. Краснодар, 1997. С. 14–20.

27. Сандухадзе Б. И. Селекция озимой пшеницы важнейший фактор повышения урожайности и качества. *Достижения науки и техники АПК*. 2010. № 11. С. 45–49.

28. 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.

29. 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.

30. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.

31. Булыгин С.Ю. и др. Микроэлементы в сельском хозяйстве. Дніпропетровськ : Січ, 2007. С. 3., «Эко-согласие – центр по проблемам окружающей среды и устойчивого развития». 2011. URL: <http://www.ecoaccord.org/pop/2003/0105.html>

32. Бабаянц О.В., Бабаянц А.Г. Основы селекции и методология оценок устойчивости пшеницы к возбудителям болезней. Одесса : ВМВ, 2014. 401 с.

33. Трибель С.О., Стригун О.О. Захист рослин – реальний напрям збільшення виробництва рослинницької продукції. *Захист і карантин рослин*. 2013. № 59. С. 324–336.

34. Корчинська О.А., Корчинська С.Г. Еколого-економічні аспекти використання засобів хімізації в сільському господарстві. *Економіка АПК*. 2015. № 7. С. 46–51.

35. Ретьман С.В., Шевчук О.В. Абіотичні чинники та розвиток септоріозу листя. *Карантин і захист рослин*. 2009. № 1 2. С. 2–3.

36. 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.

37. 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.

38. Цандур М.О. та ін. Зайняті пари як базовий елемент органічного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 9. С. 5–9.

39. Анішин Л., Анішин С. Вплив біостимуляторів на врожай і якість озимої пшениці. *Новини захисту рослин*. 1999. № 7–8. С. 29–30.

40. Пономаренко С.П., Іутинська Г.О. Регулятори росту. Екологічні аспекти застосування. *Захист рослин*. 1999. №. 12. С. 15–18.

41. Боровая В.П. Система применения биосредств и технологий биозащиты при возделывании озимой пшеницы. *Аграрный вестник Урала РАСН*. 2009. № 6. С. 26–28.

42. Пономаренко С.П. Технологии применения стимуляторов роста растений в земледелии : метод. пособие / ответ. за выпуск С.П. Пономаренко. К. : Институт биоорганической химии и нефтехимии АН. Украины. 2003. 46 с.

43. 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.

44. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М. : Изд. ВНИИА, 2005. 302 с.

45. Куперман Ф.М. Биология развития культурных растений. М. : Высшая школа, 1982. 343 с.

46. Орлюк А.П., Базалій В.В. Принципы трансгрессивной селекции пшеницы. Херсон : Наддніпряньська правда, 1988. 274 с.

47. Уразалиев Р.А. Моделирование сортов пшеницы методами генотип – средовых взаимодействий. *Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана*. 1987. № 5. С. 29–35.

48. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология. М. : Изд. иностранной литературы, 1959. 259 с.

49. Куперман Ф.М., Ремесло В.В., Кришевич Н.А. Морфофизиологический анализ потенциальной продуктивности Мироновских озимых пшениц. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1975. № 9. С. 8–11.

50. 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.

51. 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.

У монографії здійснено агроекологічне обґрунтування ведення органічного землеробства на основі екологічно безпечного агро-виробництва та геосистемних принципів, розроблені просторово-часові моделі ступеню родючості ґрунтів та визначені передумови подальшого розвитку органічного виробництва на прикладі Херсонській області. На основі результатів досліджень і їх аналітичного узагальнення зроблені наступні висновки:

1. Позитивний досвід країн Європейського Союзу щодо ведення органічного сільського господарства становить науково-практичний інтерес з метою його запровадження в Україну з урахуванням вимог перехідного періоду (3–5 років) та особливостей розвитку аграрного сектору економіки. 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%. За умов збереження тенденції господарювання прогнозується: збереження тенденції дегуміфікації орних ґрунтів, її швидкість складатиме в межах 0,01–0,03% на рік, зменшення вмісту нітрифікаційного азоту від 0,04 мг до 0,06 мг на рік, вмісту рухомого фосфору на 0,16–0,18 мг на рік, вмісту обмінного калію на 1,9–3,1 мг на рік.

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. Прогнозується збільшення на богарних землях мікроелементів в середньому: *Mn* на 7,40%, *Cu* – 0,04%, *Zn* – 0,12%, *Cd* – 1,40%, *Pb* – 0,19%; на зрошуваних землях зниження рухомих мікроелементів в середньому: *Mn* на 1,50%, *Cu* – 0,02%, *Zn* – 0,15% і збільшення важких металів в середньому: *Cd* на 0,18%, *Pb* – 0,005%. 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. Для інформаційного забезпечення перехідного періоду та підтримки ведення органічного сільгоспвиробництва,

розроблена модель структури геоінформаційно-аналітичної системи (ГІАС) органічного землеробства на державному рівні та запропоновані основні етапи її реалізації на рівні окремих агропідприємств, які включають: проектування і створення бази геоданих, розробку картографічної основи, їх інформаційне насичення польовими даними досліджень та просторовими даними дистанційного зондування Землі, створення експертних систем на основі передового досвіду ведення органічного землеробства. ГІАС повинна включати складові: інформаційне, технічне, програмне, математичне, організаційне і правове забезпечення.

7. 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 бурюю іржею і борошнистою росюю 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.

# ДОДАТКИ

## Додаток А

Таблиця – SWOT-аналіз розвитку органічного виробництва в Україні

Сильні сторони	Слабкі сторони
1	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>– сприятливі природно-кліматичні умови для ведення органічного виробництва;</li> <li>– вітчизняний та зарубіжний досвід ведення органічного виробництва;</li> <li>– висока рентабельність виробництва органічних продуктів;</li> <li>– захист і забезпечення відтворення ґрунтів;</li> <li>– збереження екології навколишнього середовища внаслідок відсутності шкідливих викидів і випаровувань;</li> <li>– підвищення зайнятості та розвитку сільських територій;</li> <li>– існуючий попит на екологічно чисті продукти харчування;</li> <li>– позитивний вплив органічної сільськогосподарської продукції на здоров'я населення</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– неадекватно високі витрати на закупівлю добрив та низький рівень державної підтримки розвитку сільського господарства;</li> <li>– відсутність урядової стратегії та програми підтримки і розвитку органічного сільськогосподарського виробництва;</li> <li>– незадовільний фінансовий стан аграрних підприємств як потенційних суб'єктів розвитку органічного виробництва;</li> <li>– відсутність пільгового кредитування виробників органічної продукції;</li> <li>– низький рівень державної підтримки науково-технічних досліджень в органічному виробництві;</li> <li>– нерозвиненість системи менеджменту та маркетингу в аграрних підприємствах;</li> <li>– відсутність розвиненої інфраструктури зберігання та переробки органічної продукції</li> </ul>

Можливості	Загрози
1	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>– державна підтримка розвитку товаровиробників органічної продукції,</li> <li>– вихід на внутрішні та міжнародні експортні ринки сертифікованої органічної продукції;</li> <li>– створення іміджу України як виробника та експортера високоякісної корисної органічної продукції;</li> <li>– диверсифікація виробництва у сільському господарстві;</li> <li>– зростання інвестиційної привабливості аграрного сектора економіки;</li> <li>– підвищення ефективності та прибутковості сільськогосподарського виробництва;</li> <li>– впровадження сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур та розведення тварин;</li> <li>– поступовий розвиток безвідходного виробництва;</li> <li>– економія паливо-мастильних матеріалів;</li> <li>– розвиток переробної галузі щодо виробленої органічної продукції;</li> <li>– участь у міжнародних і вітчизняних виставках органічної продукції;</li> <li>– зменшення міграції сільського населення до мегаполісів;</li> <li>– поліпшення загального добробуту громадян держави</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– нестабільна політична ситуація;</li> <li>– відсутність державної підтримки ведення органічного виробництва, що стримує його розвиток;</li> <li>– неспроможність аграрних підприємств ведення органічного виробництва та впровадження інноваційних технологій через нестачу фінансових ресурсів;</li> <li>– інтенсифікація сільського господарства;</li> <li>– зниження родючості та поширення ерозії ґрунтів;</li> <li>– зростання впливу природних факторів (посухи, підтоплення),</li> <li>– широкий асортимент сільськогосподарської продукції, яка вирощена за традиційною системою;</li> <li>– неадекватно поінформованість населення про переваги органічної продукції особливо для здоров'я;</li> <li>– наявність сильної конкуренції з боку експортних органічних продуктів;</li> <li>– уповільнення темпу зростання ринку через зниження рівня життя населення;</li> <li>– демографічна та соціальна криза сільських територій</li> </ul>

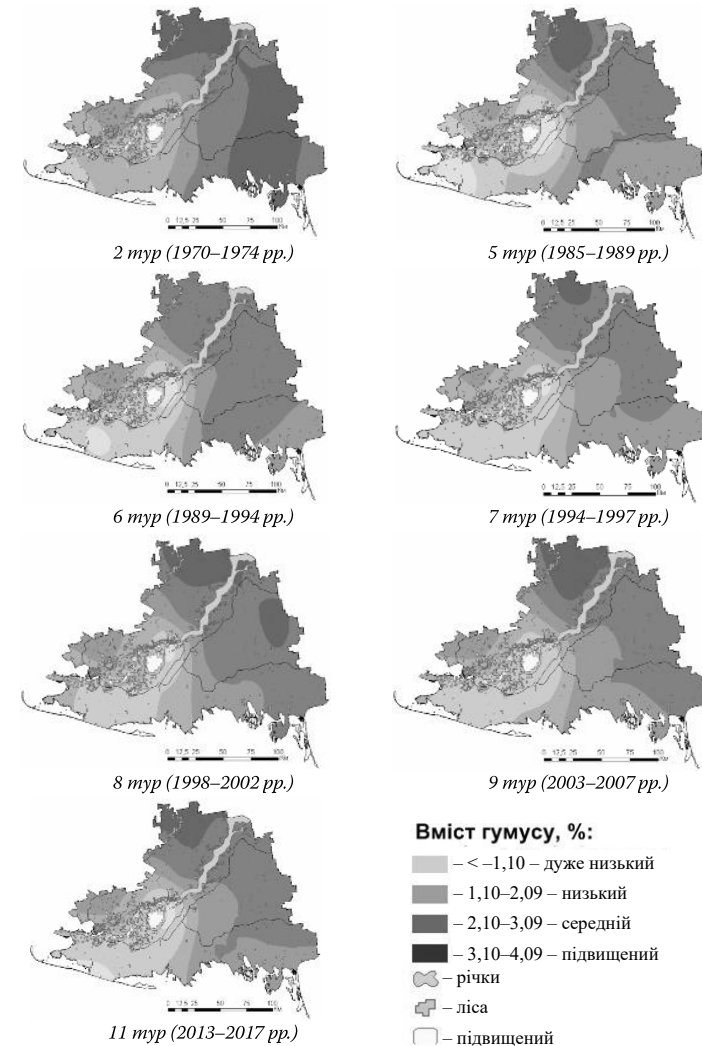
Закінчення додатку А

**Додаток Б**

**Критерії та нормативні показники придатності ґрунтів для ведення органічного землеробства**

Назва критерію	Нормативи за ступенем придатності		
	придатні	обмежено придатні	непридатні
<b>Показники санітарно-гігієнічного стану ґрунту</b>			
Щільність забруднення радіонуклідами, $K_1/км^2$ :			
Cs-137	< 1	1–5	> 5
Sr-90	< 0,02	0,05–0,02	> 0,05
Вміст рухомих форм важких металів, відносно ГДК	< 1,0		≥ 1,0
Вміст залишків пестицидів, відносно ГДК	< 1,0		≥ 1,0
<b>Показники екологічної стійкості ґрунту</b>			
Вміст гумусу в орному шарі, %:	> 4,0	4,0–2,0	< 2,0
Реакція ґрунтового розчину, одиниць ( $pH_{\text{сольовий}}$ )	> 5,5	5,5–4,6	< 4,6
<b>Агрохімічні показники ґрунтової родючості</b>			
Вміст рухомого азоту, мг/кг ґрунту	> 15	15–8	< 8
Вміст рухомого фосфору, мг/кг ґрунту за методом Мачигіна	> 30	30–15	< 15
Вміст обмінного калію, мг/кг ґрунту за методом Мачигіна	> 200	200–100	< 100
<b>Рухомі форми мікроелементів, мг/кг ґрунту за методом Крупського – Александрової</b>			
цинк	> 5,0	5,0–2,0	< 2,0
марганець	> 20	20–10	< 10
мідь	> 0,5	0,5–0,2	< 0,2
кобальт	> 0,3	0,3–0,15	< 0,15

**Додаток В**



**Рис. Просторово-часова динаміка вмісту гумусу в ґрунтах Херсонської області в період 1970–2017 рр.**

**Додаток Г.1**

**Розподіл площ сільськогосподарських угідь за вмістом нітрифікаційного азоту для сприятливості ведення органічного землеробства**

Район	Сільськогосподарські угіддя			% до загальної площі		
	Непри- датні	Обмежено придатні	Придатні	Непри- датні	Обмежено придатні	Придатні
Іванівський	4,214	90,867	-	4,4	95,6	-
Білозерський	7,948	91,250	-	8,0	92,0	-
Бериславський	-	123,248	-	-	100	-
Великолетиський	0,133	80,977	-	0,2	99,8	-
Великоолександрівський	-	125,365	-	-	100	-
Верхньорогачицький	-	65,110	-	-	100	-
Високопільський	-	56,631	-	-	100	-
Генічеський	13,331	124,300	1,586	9,6	90,3	0,1
Голопристанський	-	99,148	-	-	100	-
Горностаївський	-	85,597	-	-	100	-
Каланчацький	1,084	60,980	-	1,7	98,3	-
Каховський	0,482	116,655	-	0,4	99,6	-
Нижньосірогоський	-	108,784	-	-	100	-
Нова Каховка	-	4,645	-	-	100	-
Нововоронцовський	4,195	69,446	-	5,7	94,3	-
Новотроїцький	7,023	144,016	-	4,7	95,3	-
Скадовський	-	79,374	-	-	100	-
Херсон	0,411	15,977	-	2,5	97,5	-
Олешківський	-	67,431	-	-	100	-
Чаплинський	-	127,006	-	-	100	-
Всього:	38,822	1,738,374	-	2,2	97,7	0,1

Джерело: розраховано за даними ХФ ДУ «Інститут охорони ґрунтів»

**Додаток Г.2**

**Розподіл площ сільськогосподарських угідь за вмістом рухомого фосфору для сприятливості ведення органічного землеробства**

Район	Рухомий фосфор			% до загальної площі		
	Непри- датні	Обмежено придатні	Придатні	Непри- датні	Обмежено придатні	Придатні
Іванівський	-	0,119	94,962	-	0,1	99,9
Білозерський	-	0,738	98,461	-	0,7	99,3
Бериславський	-	3,747	119,501	-	3	97
Великолетиський	-	11,332	69,777	-	13	87
Великоолександрівський	-	8,780	116,585	-	7	93
Верхньорогачицький	-	41,977	23,132	-	64,5	35,5
Високопільський	-	3,178	53,453	-	5,6	94,4
Генічеський	-	19,056	120,143	-	13,7	86,3
Голопристанський	-	11,308	87,840	-	11,4	88,6
Горностаївський	-	25,913	59,684	-	30,3	69,7
Каланчацький	-	-	62,065	-	-	100
Каховський	-	0,861	116,275	-	0,7	99,3
Нижньосірогоський	-	3,997	104,787	-	3,7	96,3
Нова Каховка	-	-	4,645	-	-	100
Нововоронцовський	-	6,986	66,656	-	9,5	90,5
Новотроїцький	-	22,984	128,055	-	15,2	84,8
Скадовський	-	1,355	78,019	-	1,7	98,3
Херсон	-	-	16,388	-	-	100
Олешківський	-	9,202	58,228	-	13,6	86,4
Чаплинський	-	2,064	124,942	-	1,6	98,4
Всього:	-	173,596	1,603,600	-	9,77	90,23

Джерело: Розраховано за даними ХФ ДУ «Інститут охорони ґрунтів»



## Додаток Г.3

**Розподіл площ сільськогосподарських угідь за вмістом обмінного калію для сприятливості ведення органічного землеробства**

Район	Обмінний калій					
	Площа, тис. га			% до загальної площі		
	Непри- датні	Обмежено придатні	Придатні	Непри- датні	Обмежено придатні	Придатні
Іванівський	–	0,008	95,073	–	0,009	99,991
Білозерський	1,443	16,017	81,739	1,46	16,1	82,4
Бериславський	1,296	35,136	86,816	1,1	28,5	70,4
Великопетитський	0,174	22,730	58,206	0,2	28	71,8
Великоолександрівський	–	4,050	121,315	–	3,2	96,8
Верхньорогачицький	–	20,162	44,948	–	31	69
Високопільський	–	–	56,631	–	–	100
Генічеський	–	–	139,199	–	–	100
Голопристанський	31,216	58,396	9,535	31,5	58,9	9,6
Горностаївський	12,895	44,512	28,189	15,1	52	32,9
Каланчацький	–	5,909	56,156	–	9,5	90,5
Каховський	0,885	23,886	92,366	0,8	20,4	78,8
Нижньосірогозький	–	–	108,784	–	–	100
Нова Каховка	2,958	1,687	–	63,7	36,3	–
Нововоронцовський	–	16,434	57,207	–	22,3	77,7
Новотроїцький	–	–	151,039	–	–	100
Скадовський	15,398	33,749	30,227	19,4	42,5	38,1
Херсон	–	2,512	13,876	–	15,3	84,7
Олешківський	43,502	20,201	3,727	64,5	30	5,5
Чаплинський	–	6,859	120,146	–	5,4	94,6
Всього:	109,767	312,250	1,355,179	6,18	17,57	76,25

Джерело: Розраховано за даними ХФ ДУ «Інститут охорони ґрунтів»

## Додаток Г.4

**Розподіл площ сільськогосподарських угідь за кислотністю ґрунту (рН) для сприятливості ведення органічного землеробства**

Район	рН					
	Площа, тис. га			% до загальної площі		
	Непри- датні	Обмежено придатні	Придатні	Непри- датні	Обмежено придатні	Придатні
Іванівський	–	95,081	–	–	100	–
Білозерський	–	99,199	–	–	100	–
Бериславський	–	32,382	90,866	–	26,3	73,7
Великопетитський	–	19,844	61,265	–	24,5	75,5
Великоолександрівський	–	1,619	123,746	–	1,3	98,7
Верхньорогачицький	–	45,808	19,302	–	70,4	29,6
Високопільський	–	28,389	28,242	–	50,1	49,9
Генічеський	–	139,199	–	–	100	–
Голопристанський	–	0,727	98,421	–	0,7	99,3
Горностаївський	–	83,125	2,471	–	97,1	2,9
Каланчацький	–	32,835	29,230	–	52,9	47,1
Каховський	–	77,914	39,223	–	66,5	33,5
Нижньосірогозький	–	98,418	10,366	–	90,5	9,5
Нова Каховка	–	4,196	0,449	–	90,3	9,7
Нововоронцовський	–	3,555	70,086	–	4,8	95,2
Новотроїцький	–	151,039	–	–	100	–
Скадовський	–	36,193	43,181	–	45,6	54,4
Херсон	–	16,388	–	–	100	–
Олешківський	–	11,684	55,747	–	17,3	82,7
Чаплинський	–	77,689	49,317	–	61,2	38,8
Всього:	–	721,912	1,055,284	–	40,6	59,4

Джерело: Розраховано за даними ХФ ДУ «Інститут охорони ґрунтів»

## Додаток Г.5

## Розподіл площ сільськогосподарських угідь за вмістом рухомих форм цинку для сприятливості ведення органічного землеробства

Район	Цинк					
	Площа, тис. га			% до загальної площі		
	Непри- датні	Обмежено придатні	Придатні	Непри- датні	Обмежено придатні	Придатні
Іванівський	95,081	-	-	100	-	-
Білозерський	99,199	-	-	100	-	-
Бериславський	123,248	-	-	100	-	-
Великопететиський	81,110	-	-	100	-	-
Великоолександрівський	125,365	-	-	100	-	-
Верхньорогачицький	65,110	-	-	100	-	-
Високопільський	56,631	-	-	100	-	-
Генічеський	139,199	-	-	100	-	-
Голопристанський	99,148	-	-	100	-	-
Горностаївський	85,597	-	-	100	-	-
Каланчацький	62,065	-	-	100	-	-
Каховський	117,137	-	-	100	-	-
Нижньосірогоський	108,784	-	-	100	-	-
Нова Каховка	4,645	-	-	100	-	-
Нововоронцовський	73,641	-	-	100	-	-
Новотроїцький	151,039	-	-	100	-	-
Скадовський	79,374	-	-	100	-	-
Херсон	16,388	-	-	100	-	-
Олешківський	67,431	-	-	100	-	-
Чаплинський	127,006	-	-	100	-	-
Всього:	1,777,197	-	-	100	-	-

Джерело: Розраховано за даними ХФ ДУ «Інститут охорони ґрунтів»

## Додаток Г.6

## Розподіл площ сільськогосподарських угідь за вмістом рухомих форм марганцю для сприятливості ведення органічного землеробства

Район	Марганець					
	Площа, тис. га			% до загальної площі		
	Непри- датні	Обмежено придатні	Придатні	Непри- датні	Обмежено придатні	Придатні
Іванівський	-	77,570	17,511	-	81,6	18,4
Білозерський	99,199	-	-	100	-	-
Бериславський	21,155	102,092	-	17,2	82,8	-
Великопететиський	-	49,781	31,328	-	61,4	38,6
Великоолександрівський	7,641	116,818	0,906	6,1	93,2	0,7
Верхньорогачицький	0,041	54,431	10,638	0,06	83,6	16,34
Високопільський	6,789	35,186	14,656	12	62,1	25,9
Генічеський	16,803	118,812	3,584	12,1	85,4	2,5
Голопристанський	32,874	66,060	0,214	33,2	66,6	0,2
Горностаївський	-	17,340	68,257	-	20,3	79,7
Каланчацький	-	57,553	4,511	-	92,7	7,3
Каховський	19,879	71,091	26,167	17	60,7	22,3
Нижньосірогоський	-	14,259	94,525	-	13,1	86,9
Нова Каховка	4,422	0,223	-	95,2	4,8	-
Нововоронцовський	12,919	60,723	-	17,5	82,5	-
Новотроїцький	-	151,039	-	-	100	-
Скадовський	19,914	59,460	-	25,1	74,9	-
Херсон	16,388	-	-	100	-	-
Олешківський	27,879	39,552	-	41,3	58,7	-
Чаплинський	6,012	120,993	-	4,7	95,3	-
Всього:	291,915	1,212,983	272,299	16,4	68,3	15,3

Джерело: Розраховано за даними ХФ ДУ «Інститут охорони ґрунтів»

## Додаток Г.7

## Розподіл площ сільськогосподарських угідь за вмістом рухомих форм міді для сприяєтливості ведення органічного землеробства

Район	Мідь					
	Площа, тис. га			% до загальної площі		
	Непри- дагні	Обмежено придагні	Придагні	Непри- дагні	Обмежено придагні	Придагні
Іванівський	–	94,913	0,168	–	99,8	0,2
Білозерський	10,175	88,503	0,520	10,3	89,2	0,5
Бериславський	39,820	81,088	2,339	32,3	65,8	1,9
Великолепетиський	–	81,110	–	–	100	–
Великоолександрівський	2	123,136	2,227	0,002	98,2	1,8
Верхньорогачицький	–	65,110	–	–	100	–
Високопільський	–	45,929	10,702	–	81,1	18,9
Генічеський	–	139,199	–	–	100	–
Голопристанський	–	94,309	4,839	–	95,1	4,9
Горностаївський	0,868	84,660	0,069	1,02	98,9	0,08
Каланчацький	–	57,150	4,915	–	92,1	7,9
Каховський	–	61,844	55,293	–	52,8	47,2
Нижньосірогозький	–	80,541	28,243	–	74	26
Нова Каховка	–	–	4,645	–	–	100
Нововоронцовський	–	34,039	39,602	–	46,2	53,8
Новотроїцький	0,951	141,157	8,931	0,6	93,5	5,9
Скадовський	–	70,139	9,235	–	88,4	11,6
Херсон	2,562	13,826	–	15,6	84,4	–
Олешківський	0,203	3,593	63,635	0,3	5,3	94,4
Чаплинський	–	21,828	105,178	–	17,2	82,8
Всього:	54,582	1382,073	340,542	3,1	77,8	19,2

Ажерело: Розраховано за даними ХФ ДУ «Інститут охорони ґрунтів»

## Додаток Г.8

## Розподіл площ сільськогосподарських угідь за вмістом рухомих форм кобальту для сприяєтливості ведення органічного землеробства

Район	Кобальт					
	Площа, тис. га			% до загальної площі		
	Непри- дагні	Обмежено придагні	Придагні	Непри- дагні	Обмежено придагні	Придагні
Іванівський	–	50 259	44822	–	52,9	47,1
Білозерський	–	99 199	–	–	100	–
Бериславський	–	89 030	34 218	–	72,2	27,8
Великолепетиський	537	35 834	44 739	0,7	44,2	55,1
Великоолександрівський	–	102 230	23 135	–	81,5	18,5
Верхньорогачицький	19 753	30 685	14 673	30,4	47,1	22,5
Високопільський	–	43 409	13 222	–	76,7	23,3
Генічеський	–	11 310	127 889	–	8,1	91,9
Голопристанський	5409	58 779	34 960	5,5	59,3	35,2
Горностаївський	–	5120	80 477	–	6	94
Каганчацький	–	3819	58 246	–	6,2	93,8
Каховський	–	48 866	68 271	–	41,7	58,3
Нижньосірогозький	–	44 647	64 136	–	41	59
Нова Каховка	–	4642	3	–	99,93	0,07
Нововоронцовський	–	38 245	35 396	–	52	48
Новотроїцький	–	26 301	124 738	–	17,4	82,6
Скадовський	–	12 777	66 597	–	16,1	83,9
Херсон	–	16 388	–	–	100	–
Олешківський	–	51 116	16 314	–	75,8	24,2
Чаплинський	–	61 519	65 486	–	48,4	51,6
Всього:	25 699	834 175	917 323	1,44	46,94	51,62

Ажерело: Розраховано за даними ХФ ДУ «Інститут охорони ґрунтів»

*Наукове видання*

# АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВЕДЕННЯ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Монографія

Дизайн обкладинки А. Юдашкіна  
Верстка Ю. Семенченко



Підписано до друку \_\_\_\_\_ р.  
Формат 60×84/16. Папір офсетний.  
Цифровий друк. Гарнітура Warnock Pro.  
Ум. друк. арк. 12,90.  
Наклад 300. Замовлення № 0322-032.

Видавництво та друк: Олді+  
73034, Україна, м. Херсон, вул. Паровозна, 46а  
Свідоцтво ДК № 7546 від 13.12.2021 р.

Тел.: +38 (098) 559-45-45,  
+38 (095) 559-45-45, +38 (093) 559-45-45  
Для листування: а/с 20, м. Херсон, Україна, 73021  
E-mail: office@oldiplus.ua

