

SECTION 4. GENERAL AGRICULTURE

10.46299/ISG.2022.MONO.AGRO.2.4.1

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

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

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

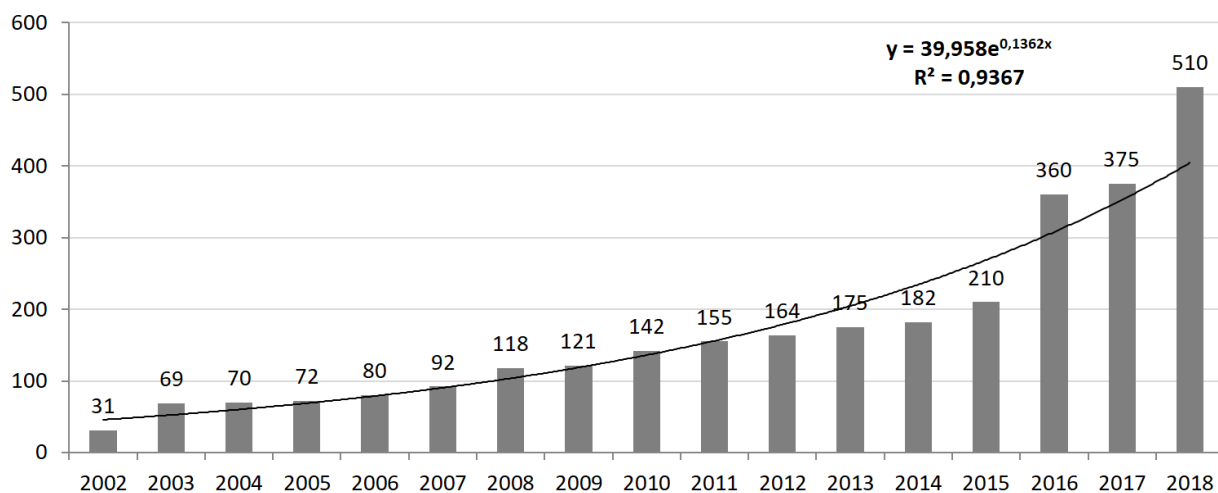


Рисунок 1. Динаміка кількості сертифікованих органічних господарств на території України [47]

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

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

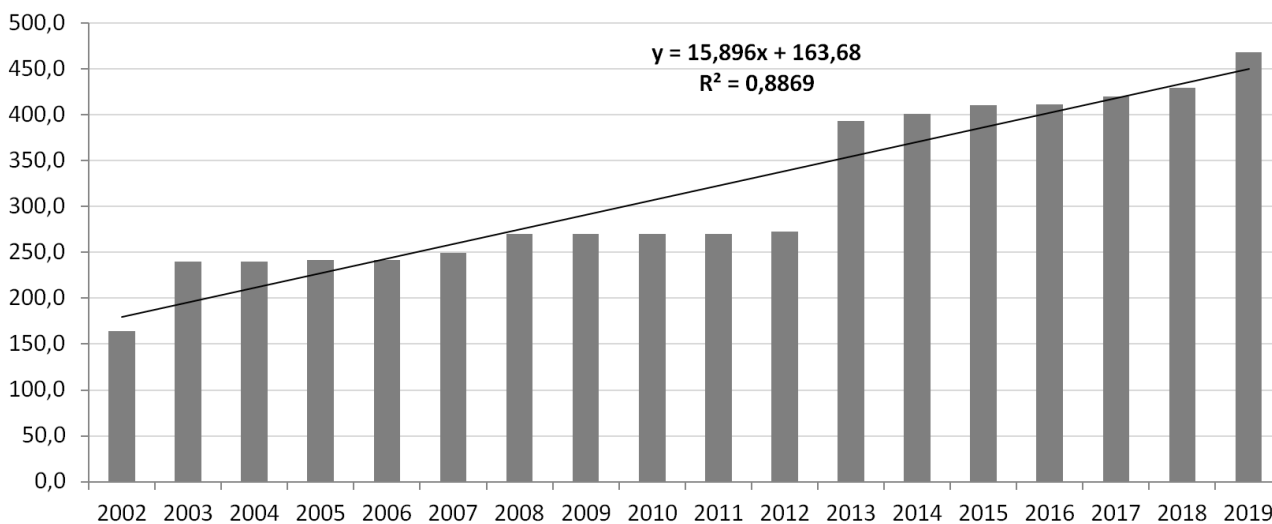


Рисунок 2. Динаміка площі сільськогосподарських угідь (тис.га), зайнятих під органічним землеробством в Україні (2002-2019рр.) [47]

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

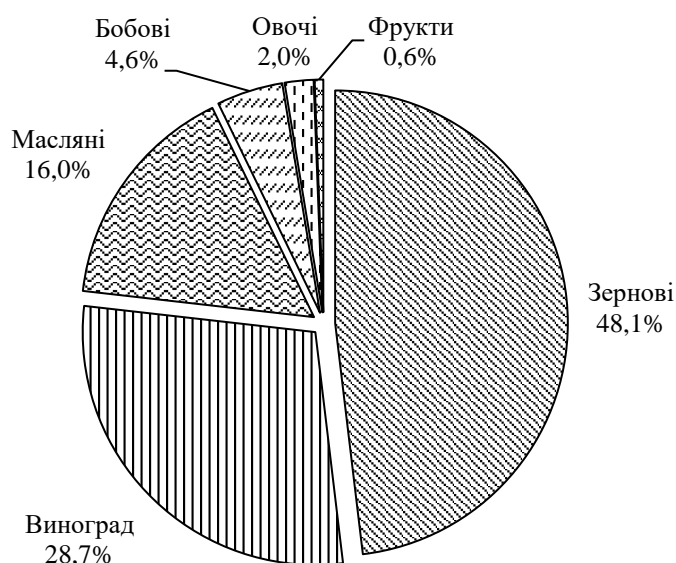


Рисунок 3. Розподіл площі сільськогосподарських земель з веденням органічного землеробства в Україні, 2018 рік, % [50]

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

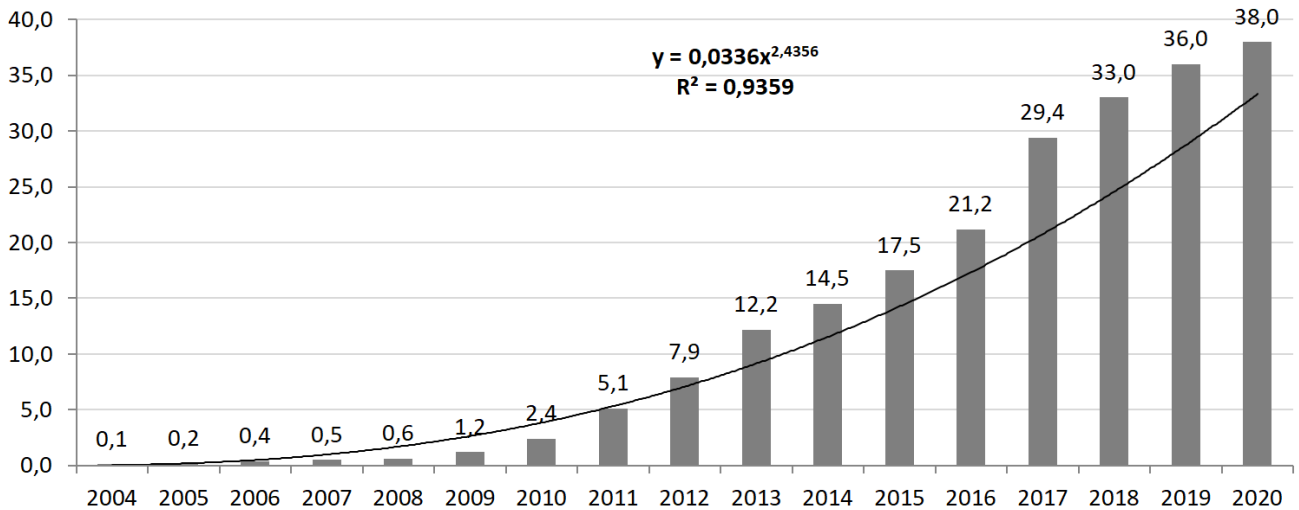


Рисунок 4. Динаміка обсягу споживчого ринку органічної продукції (млн грн) в Україні (2004-2020рр.) [47]

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблиця 1. Фактори впливу на розвиток органічного землеробства в Україні

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

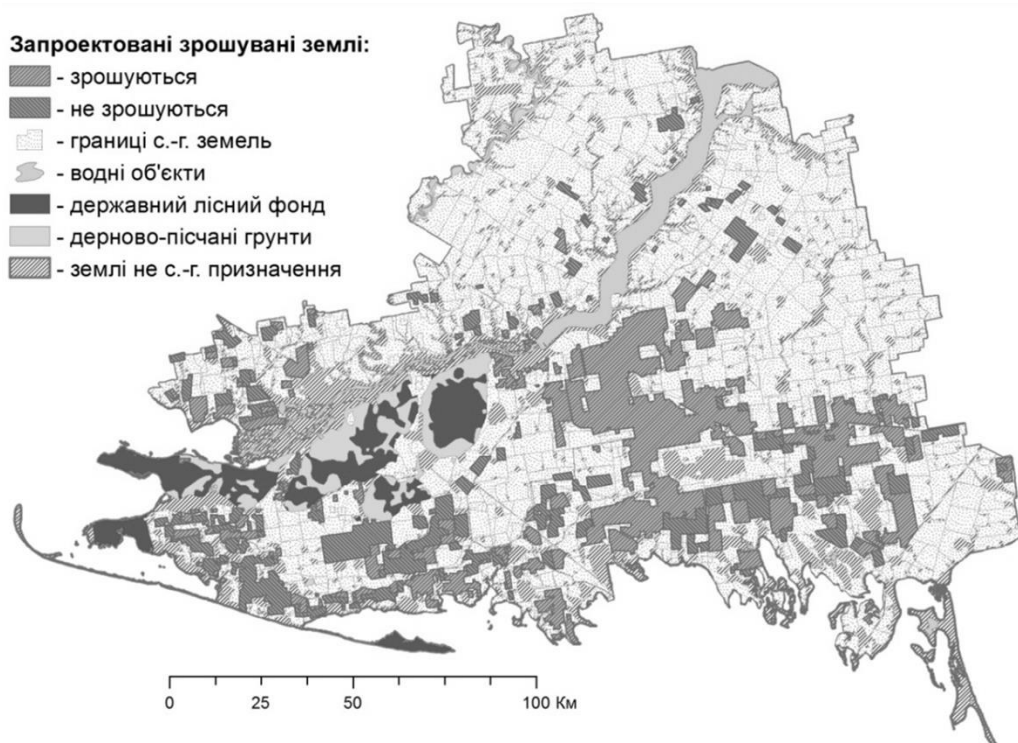


Рисунок 5. Карта розподілу сільськогосподарських земель на території Херсонської області

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

Сучасний стан органічного землеробства в Херсонській області.

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

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

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

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

В Херсонській області активно розвиваються підприємства, що займаються органічним виробництвом. Зокрема у 2012 році була 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 17000 га. Компанія має досвід експорту органічної сільськогосподарської продукції в Нідерланди, Австрію, Німеччину та Чехію. Експортується переважно фрезерна пшениця, кормові зернові, кукурудза, горох, ріпак, насіння соняшнику.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

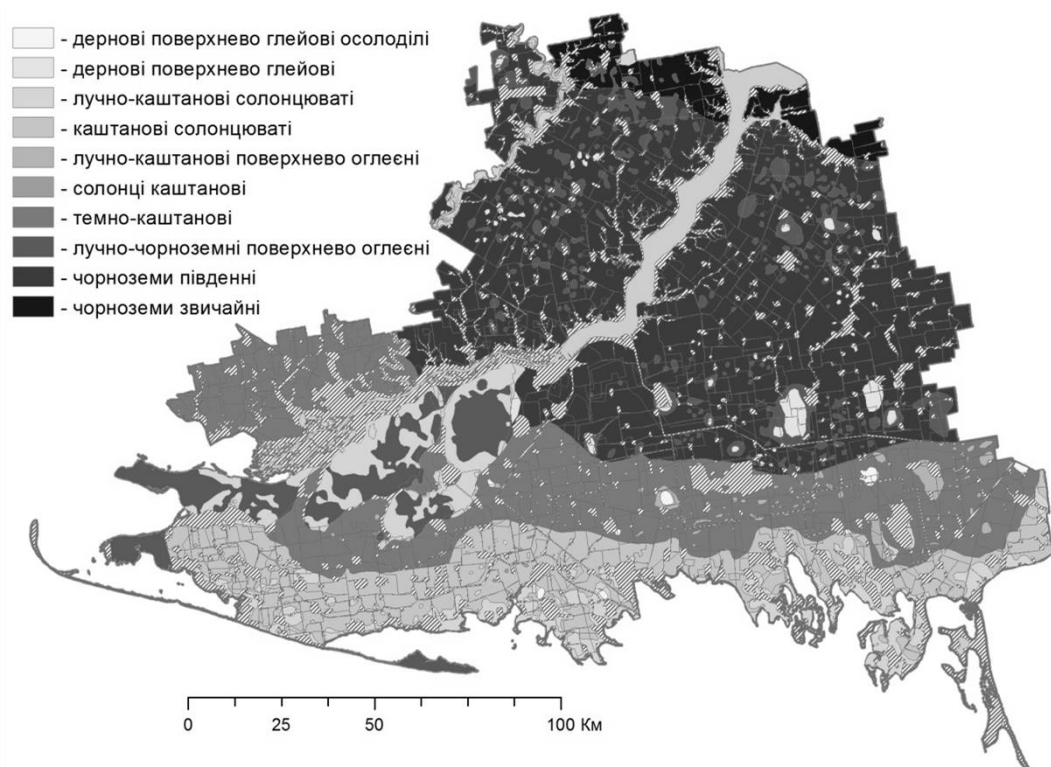
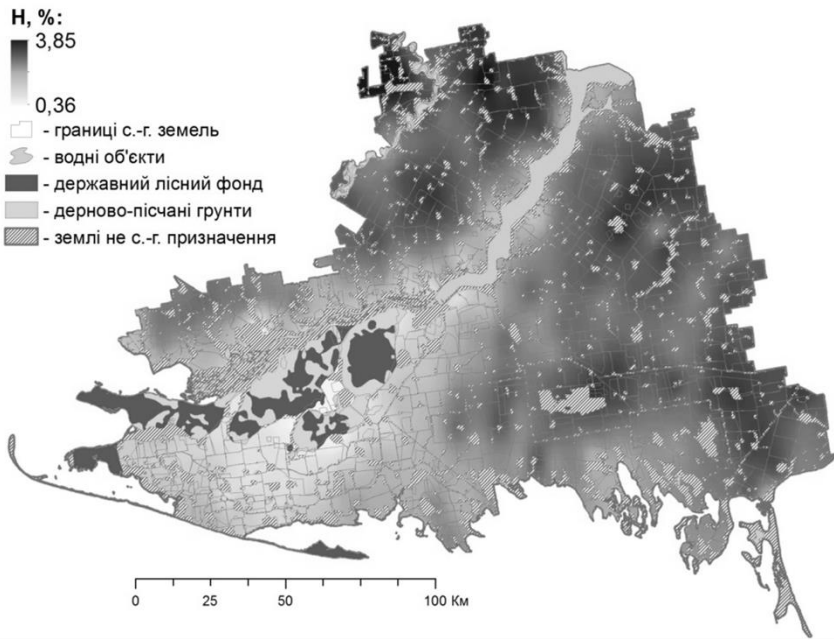


Рисунок 6. Картограма типів ґрунтів Херсонської області

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

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



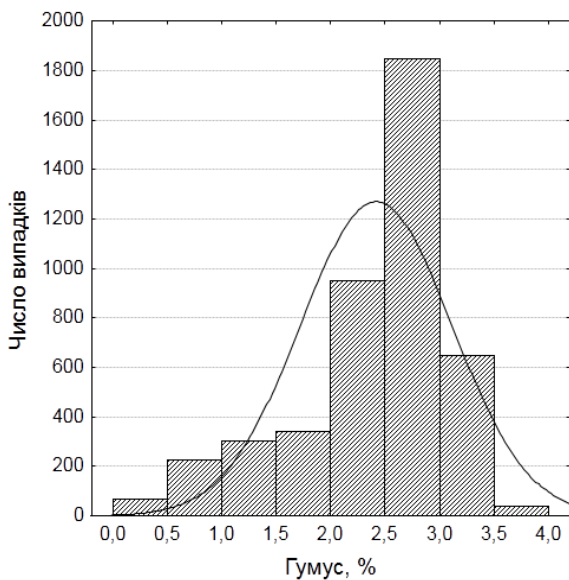
a

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

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

b

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



в

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

г

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

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

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

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

Таблиця 2. Розподіл вмісту гумусу в ґрунтах сільськогосподарських земель області

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

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

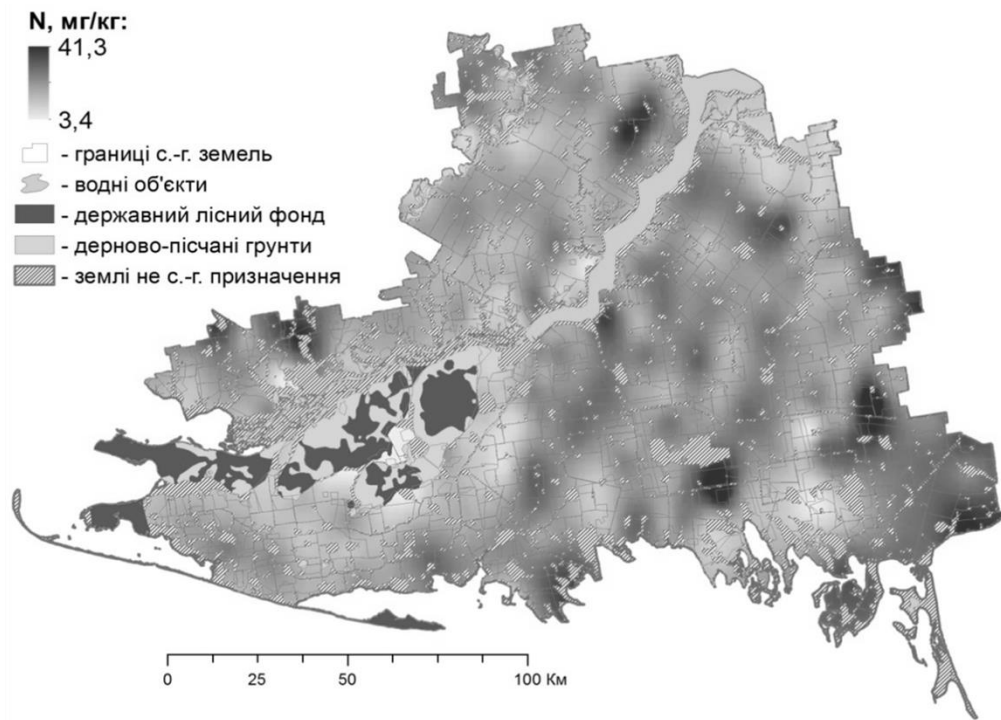
із тим, що в процесі перетворень у ґрунті різні азотні добрива доходять до нітратної форми [86, 87].

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

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

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

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



a

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

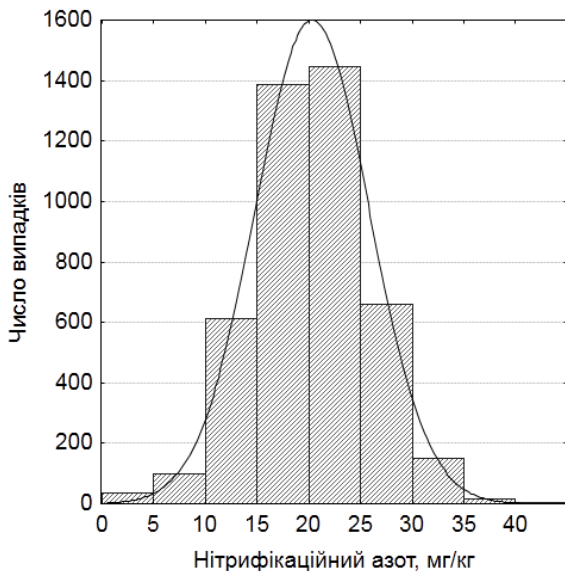
де, x – довгота, десяткові градуси, y – широта, десяткові градуси

б

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

$$r = 0,988$$

в



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

г

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

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

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

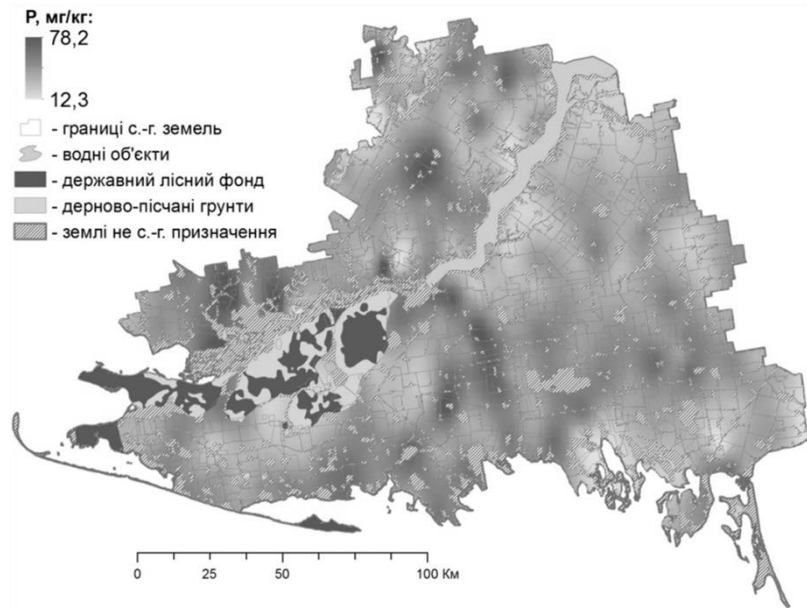
Визначальну роль в процесі мобілізації відіграє ґрунтова вода, яка здатна частково розчиняти фосфати кальцію. Часткове засвоєння фосфору з важкорозчинних сполук здійснюється рослинами в результаті дії органічних кислот, що виділяються кореневою системою, за таких умов важкорозчинні фосфоровмісні сполуки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

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

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

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

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



a

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

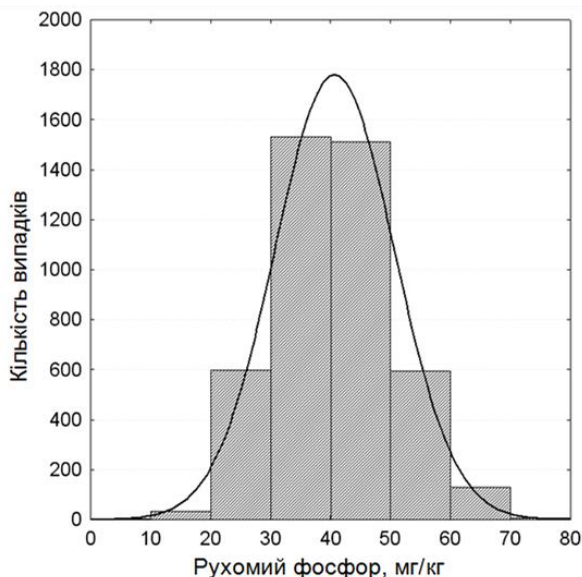
де, x – довгота, десяткові градуси, y – широта, десяткові градуси

б

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

$$r = 0,996$$

в



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

г

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

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

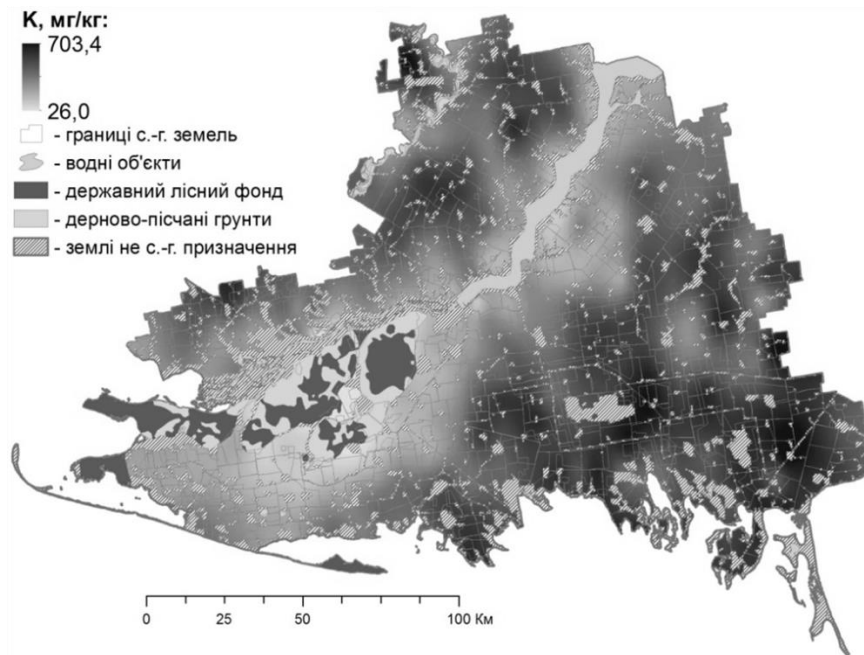
Ґрунти, які характеризуються достатнім рівнем кальцію називають карбонатними ґрунтами, що фіксується вмістом іонів кальцію (Ca^{2+}), які переважають на поверхні і інших обмінних позиціях ґрунтового поглинаючого комплексу (ГПК).

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

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

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

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



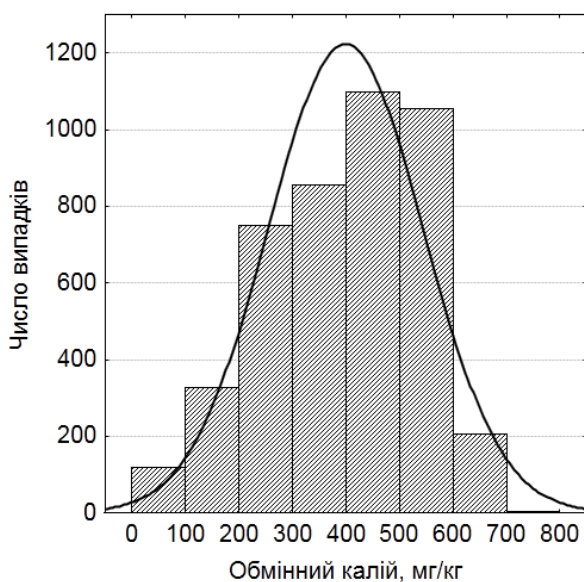
a

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

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

б

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



в

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

г

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

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

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

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

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

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

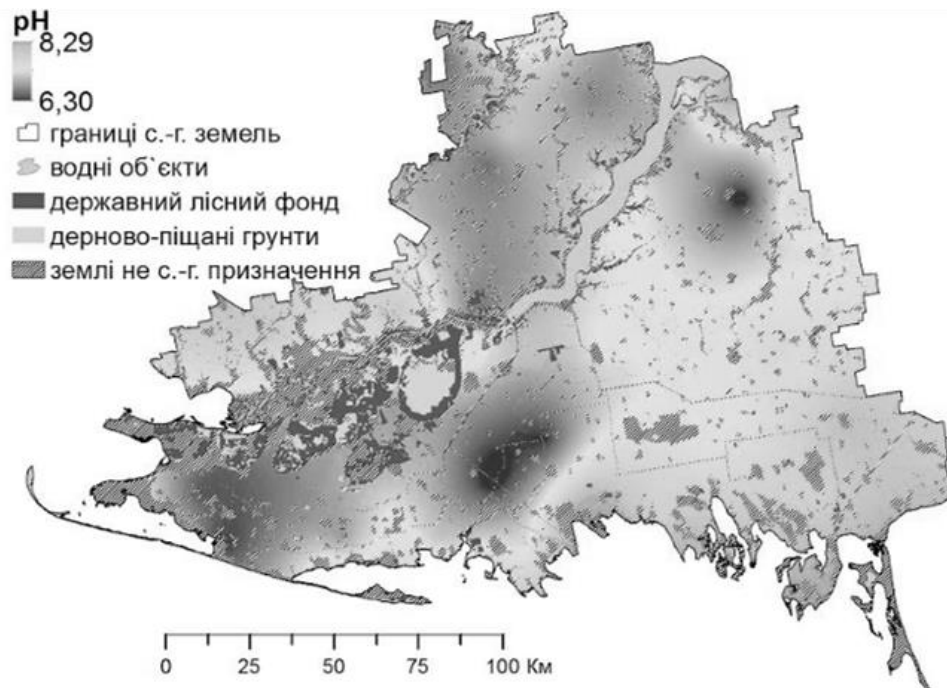
ґрунтів пригнічує діяльність корисних бактерій, які беруть участь у розкладі гною, торфу, компостів та інших добрив [93].

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

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

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

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



a

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

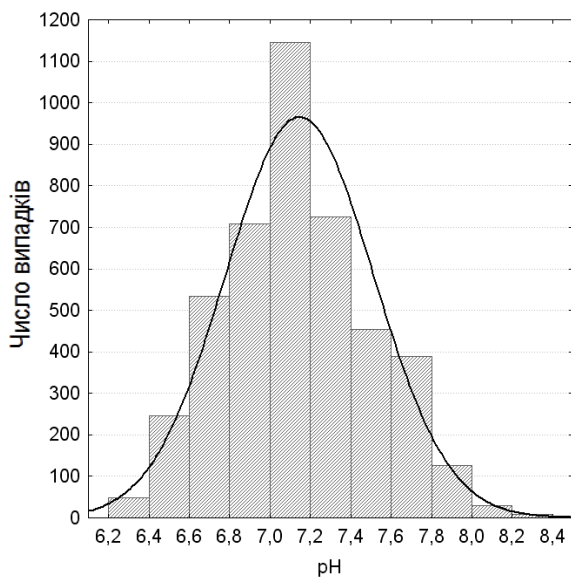
де, x – довгота, десяткові градуси, y – широта, десяткові градуси

б

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

$$r = 0,993$$

в



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

г

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

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

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

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

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

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

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

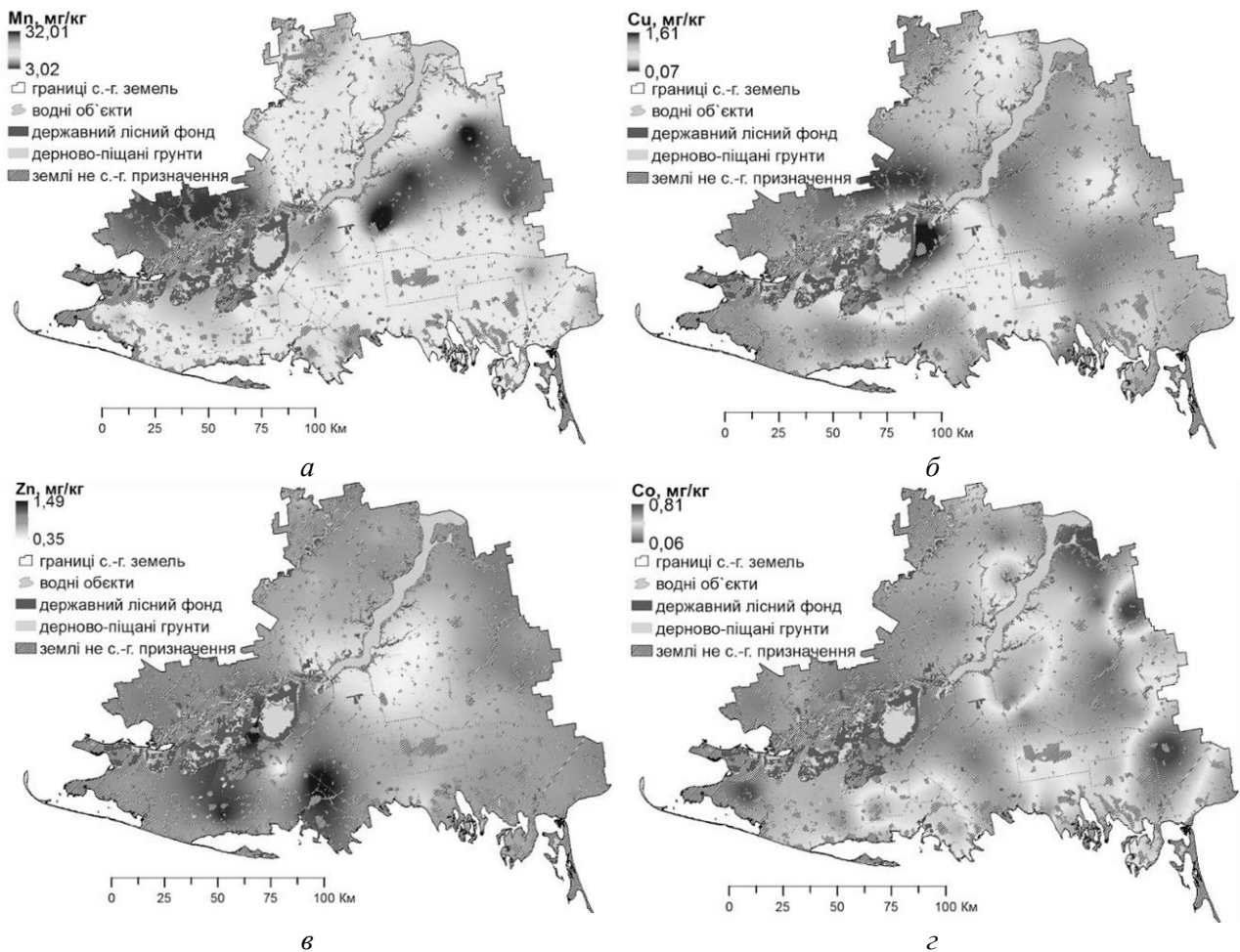


Рисунок 12. Картограма просторового розподілу рухомих форм мікроелементів в ґрунтах Херсонської області: *a* – марганець; *б* – мідь; *в* – цинк; *г* – кобальт

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

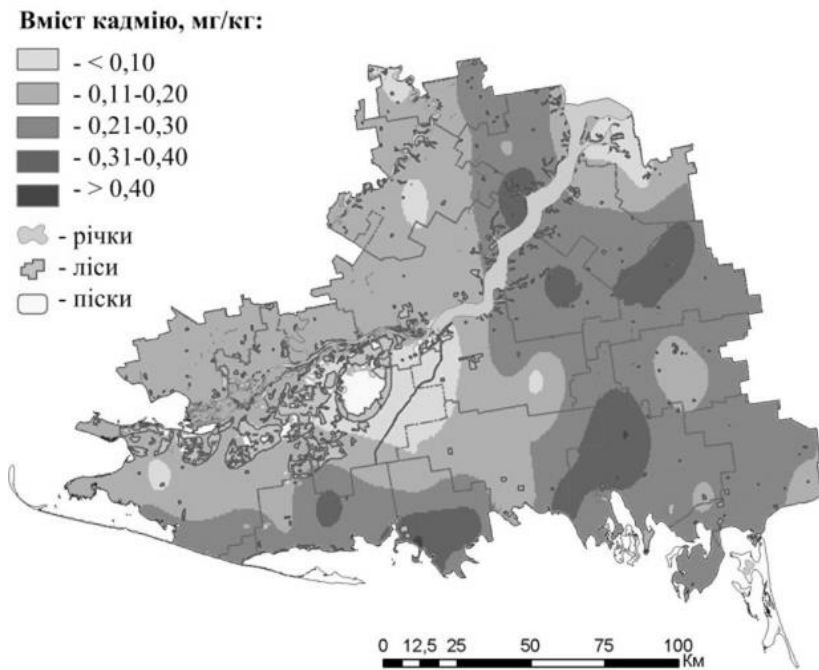
Таблиця 8. Функції забезпеченості та просторового розподілу рухомих форм мікроелементів в ґрунтах Херсонської області

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

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

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

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



a

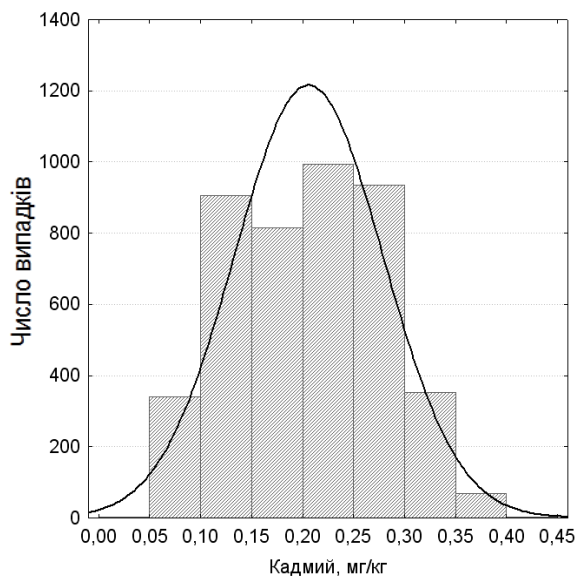
$$f(Cd) = -2,008 \cdot x - 5,318 \cdot y - 0,011 \cdot x^2 + 0,061 \cdot x \cdot y + 0,034 \cdot y^2 + 158,56, \quad R = 0,57$$

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

б

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

$$r = 0,998$$



в

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

г

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

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

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

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

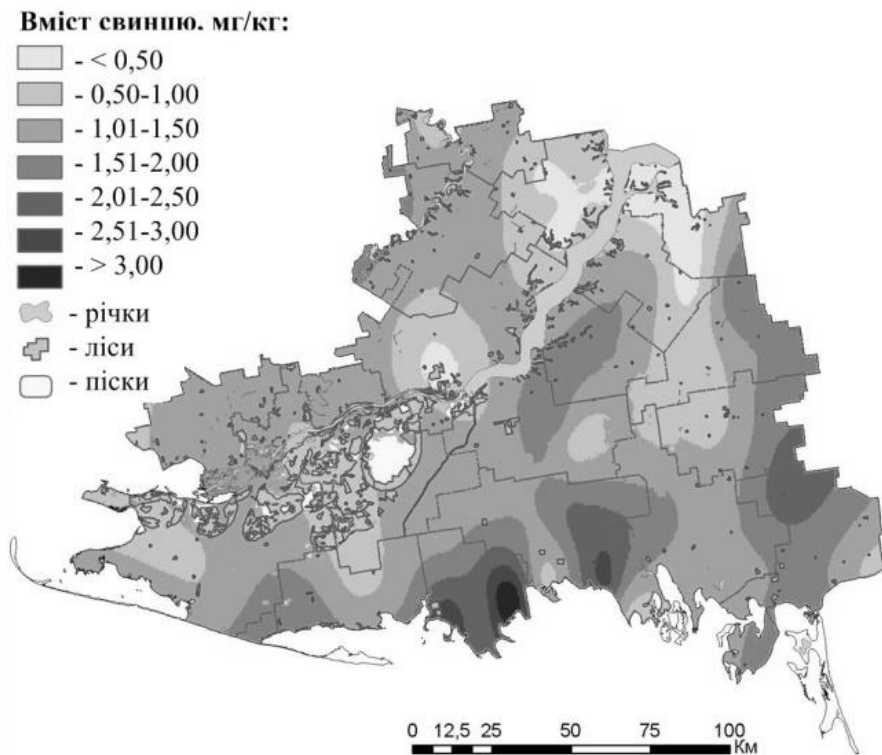
Таблиця 9. Розподіл розподілу кадмію у ґрунтах Херсонської області

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

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

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

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



a

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

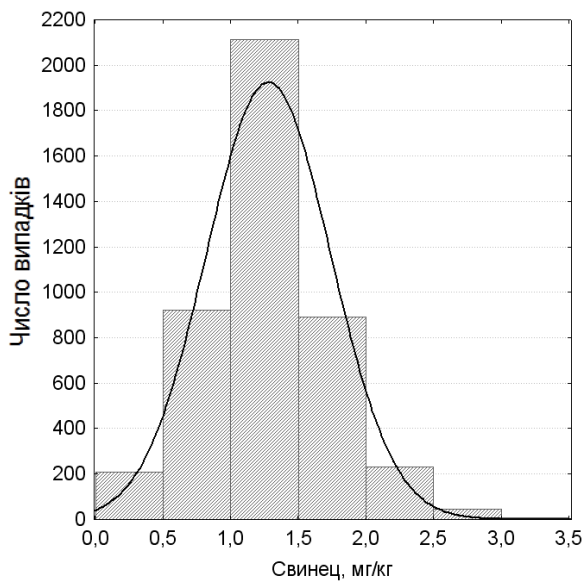
де, *x* – довгота, десяткові градуси, *y* – широта, десяткові градуси

b

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

$$r = 0,990$$

в



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

г

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

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

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

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

Таблиця 10. Розподіл розподілу свинцю у ґрунтах Херсонської області

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

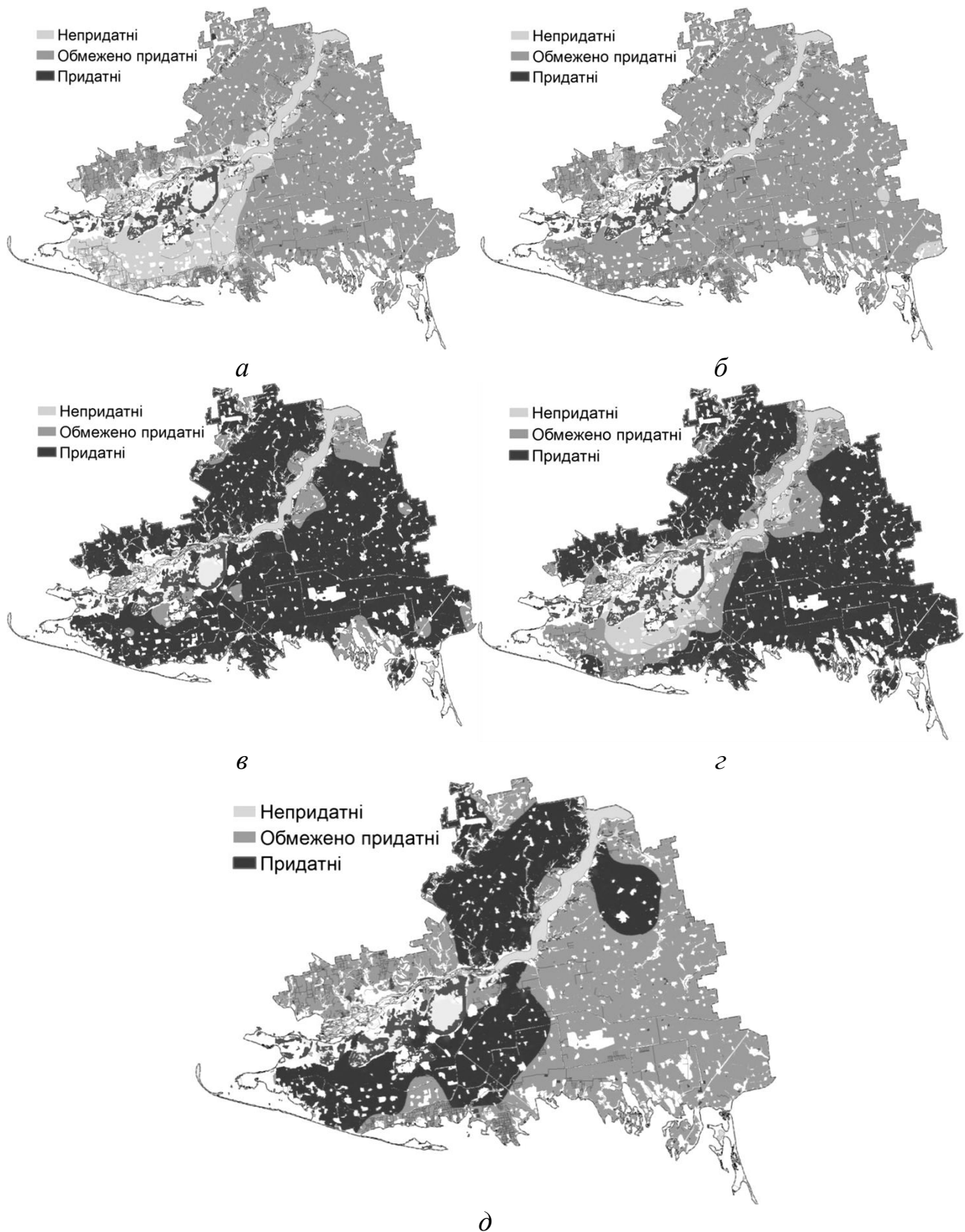


Рисунок 15. Картограма придатності земель Херсонської області для ведення органічного землеробства за вмістом макроелементів і реакцією ґрунтового розчину (pH): *а* – гумус; *б* – нітрифікаційний азот; *в* – рухомий фосфор; *г* – обмінний калій; *д* – pH

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

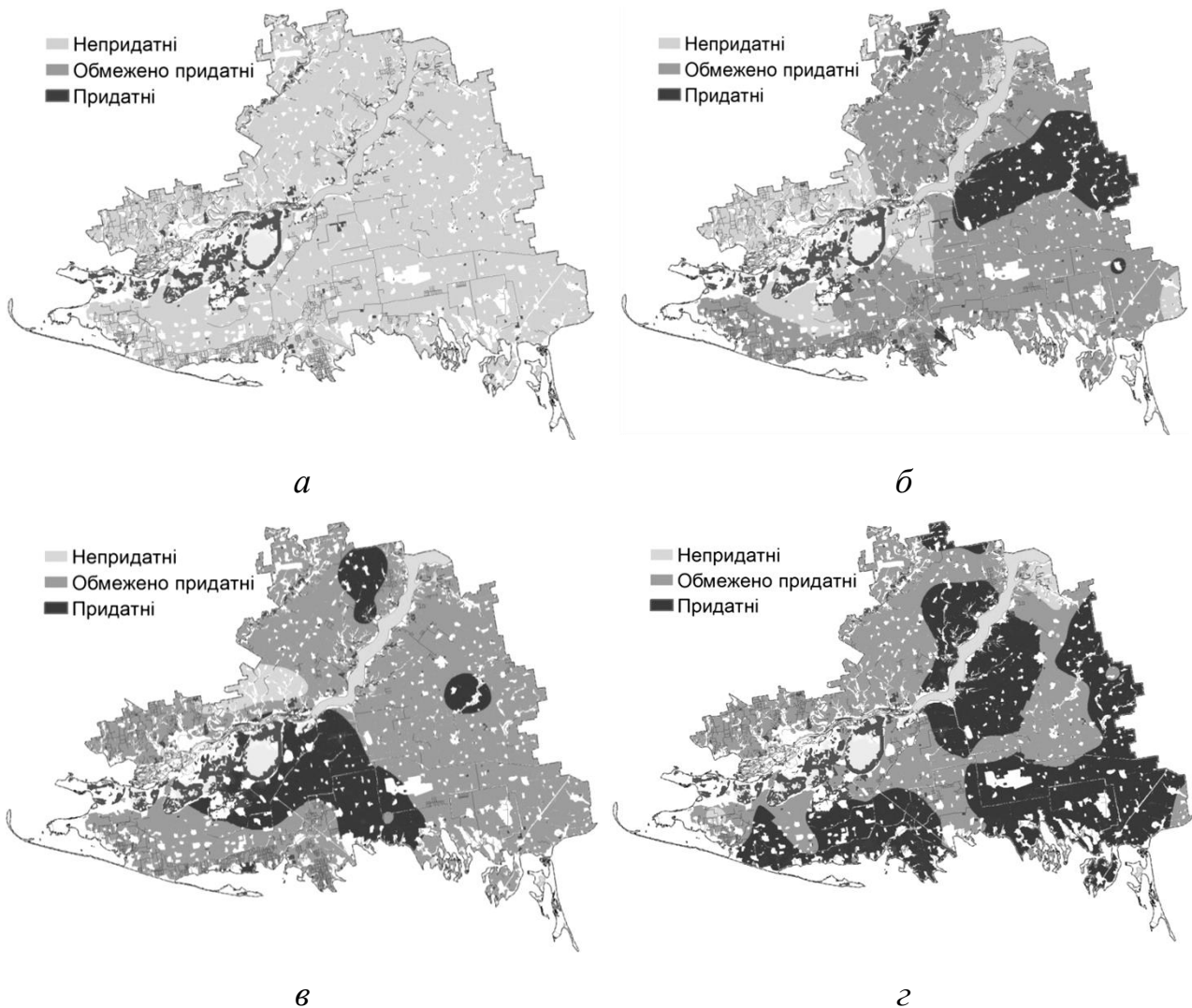


Рисунок 16. Картограма придатності земель Херсонської області для ведення органічного землеробства за вмістом рухомих форм мікроелементів: *а* – цинк; *б* – марганець; *в* – мідь; *г* – кобальт

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

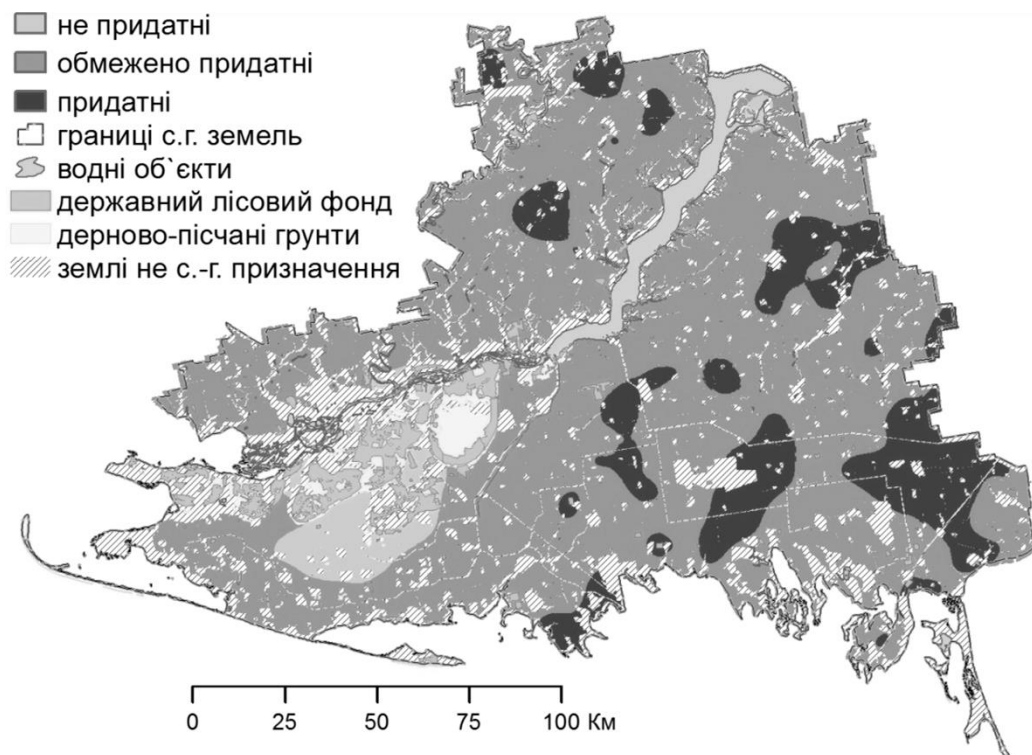


Рисунок 17. Інтегральна карта просторового розподілу ґрунтів за показником придатності для ведення органічного землеробства

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

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

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

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

елементів тощо.

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

Ефективність застосування біологічних багатофункціональних рістрегулюючих препаратів для вирощування зернових культур.

Характеристика ґрунтово-кліматичних умов територій досліджень.

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 перезволожуються, що негативно впливає на ґрунтоутворюючі процеси [106].

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Сорт (А)	Строк сівби (В)	Пункт досліджень (С)							
		ХДАЕУ				ФГ «Світлана»			
		стимулятор росту (D)							
		без обробки	Вуксал Мікроплант	Фітомаре	Хелафіт Комбі	без обробки	Вуксал Мікроплант	Фітомаре	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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ВИСНОВКИ

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

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

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

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

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

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

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