

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

СОБКО ЗОРЯНА ЗОРЕСЛАВІВНА



УДК 502.131.1:338.432:551.583.2(477.81)(043.2)

**ОБГРУНТУВАННЯ СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА ЗА УМОВ ЗМІНИ
КЛІМАТУ (НА ПРИКЛАДІ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

03.00.16 – екологія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Рівне – 2019

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному університеті водного господарства та природокористування Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
Вознюк Наталія Миколаївна,
Національний університет водного господарства та природокористування, доцент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Разанов Сергій Федорович
Вінницький національний аграрний університет, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Фещенко Володимир Петрович
Житомирський національний агроекологічний університет, доцент кафедри загальної екології

Захист дисертації відбудеться «03» липня 2019 року о 12⁰⁰ год. на засіданні спеціалізованої вченої ради К 47.104.05 Національного університету водного господарства та природокористування Міністерства освіти і науки України за адресою: 33018, м. Рівне, вул. Миколи Карнаухова, 53а, навчальний корпус № 7, аудиторія 752.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Національного університету водного господарства та природокористування за адресою: 33002, м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75.

Автореферат розісланий «01» червня 2019 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат с.-г. наук, професор



А.М. Прищєпа

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Агроекосистеми за сучасних умов ведення сільського господарства все більше піддаються деградаційним процесам, темпи яких значно пришвидшуються внаслідок впливу змін клімату. При цьому відбувається погіршення агроекологічного стану земельних ресурсів, зниження родючості ґрунтів тощо. Встановлено, що середньорічна температура повітря в Україні за останні 100 років зросла на 0,8-1,0° С в зонах Полісся та Лісостепу та приблизно на 0,5° С в Степу, кількість стихійних явищ збільшилася на 7-15%. Щороку в Україні, внаслідок деградаційних процесів, втрачається понад 30 млн тонн гумусу, що провокує зменшення врожайності сільськогосподарських культур на 17-58%.

Саме сільське господарство формує продовольчу, економічну та екологічну безпеку країни. Розроблені «Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року» передбачають створення організаційно-економічних умов для ефективного розвитку аграрного сектору на основі єдності економічних, соціальних та екологічних інтересів, однак вони не враховують зміни клімату.

Екологічні питання щодо розробки стратегії сталого розвитку сільськогосподарського виробництва, результати дослідження проблем деградації ґрунтового покриву висвітлені у наукових працях таких вітчизняних вчених як: Бистряков І.К., Благодатний В.І, Гордійчук А.А., Гуцуляк Г.Д., Лукінов І.І., Ніколієнко Т.С., Тарасова В.В., Трегобчук В.М., Тараріко О.Г., Мошинський В.С., Клименко М.О., Лико Д.В., Разанов С.Ф., Фурдичко О.І., Фещенко В.П., Прищепка А.М., Колесник Т.М., Рибак В.В. та ін. Вплив зміни клімату на продуктивність сільського господарства висвітлені у наукових працях Дмитренко В., Калініченка В., Грицюка П., Бачишиної Л., Кульбиди М., Адаменко Т. та ін. Загальні питання сталого розвитку сільського господарства наведені в наукових роботах закордонних науковців, а саме: Balzer R.B., Blackie M.J., Cassman K.G., Dixon, J., Eicher C.K., Evenson R.E., Farrow A., Foley J.A., Pieri C., Sachs J.D. та ін.

Поліпшення якісного стану ґрунтів, впровадження раціонального природокористування та обмеження негативного впливу сільськогосподарського виробництва на стан природно-ресурсного потенціалу, підвищення продуктивності агроекосистем, зменшення втрат врожаю потребує розробки стратегії сталого розвитку сільськогосподарського виробництва за умов зміни клімату, особливо Рівненської області, для якої сільське господарство є переважаючою галуззю економіки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертації відповідає науковому напрямку кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства Національного університета водного господарства та природокористування. Дисертаційна робота виконана в межах науково-дослідних робіт: «Охорона

і раціональне використання природних ресурсів Полісся України» (номер державної реєстрації 0114U001143); «Розробка регіонального комплексного моніторингу сталості розвитку» (номер державної реєстрації 0114U001144), «Збалансоване використання природно-ресурсного потенціалу України у контексті сталого розвитку» (номер державної реєстрації 0117U001988).

Мета і завдання дослідження. Метою досліджень є обґрунтування стратегії сталого розвитку сільськогосподарського виробництва за умов зміни клімату (на прикладі Рівненської області).

Досягнення поставленої мети передбачало вирішення наступних завдань:

- дослідження стану вивченості проблеми переходу сільськогосподарського виробництва на засади сталого розвитку;
- проведення аналізу природних і кліматичних умов розвитку сільськогосподарського виробництва Рівненської області;
- моніторинг сільськогосподарського виробництва Рівненської області;
- оцінка впливу агротехнологічних та агрометеорологічних факторів на агроекологічний стан ґрунтів і продуктивність сільськогосподарського виробництва Рівненської області;
- розроблення стратегічних напрямків, цілей та завдань для переходу сільськогосподарського виробництва на засади сталого розвитку та стратегії бездефіцитного балансу гумусу на території Рівненської області на підставі SWOT-аналізу.

Об'єкт дослідження – процеси, що протікають в агроекологічній системі сільськогосподарського виробництва на території Рівненської області.

Предмет дослідження – показники агротехнологічних, кліматичних, агрометеорологічних та соціально-економічних умов розвитку та продуктивності сільськогосподарського виробництва.

Методи дослідження. Абстрактно-логічний – для обґрунтування теоретичних узагальнень, концептуальних положень проблеми переходу сільськогосподарського виробництва до засад сталого розвитку та формулювання висновків; аналіз та синтез – для оцінки стану, динаміки та тенденцій розвитку сільськогосподарського виробництва; кореляційно-регресійний аналіз – для встановлення тісноти зв'язку між урожайністю та кліматичними і агрометеорологічними показниками; факторний аналіз – для виявлення зовнішніх та внутрішніх факторів, що безпосередньо впливають на показники продуктивності сільського господарства; конструктивний та статистичний – для визначення динамічних показників стану сільськогосподарського виробництва та зміни кліматичних та агрометеорологічних умов території; системне узагальнення та порівняння; математичні розрахункові методи з використанням програм Microsoft Excel та Matlab; графічний – побудова діаграм, графіків, карт; аналіз та узагальнення отриманих первинних матеріалів.

Інформаційним забезпеченням досліджень стали: матеріали

Державної служби статистики України; інформація Головного управління статистики у Рівненській області; дані Департаменту агропромислового розвитку та Департаменту екології та природних ресурсів Рівненської обласної державної адміністрації, інформація Рівненської філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» та державної установи «Рівненська обласна фітосанітарна лабораторія»; матеріали метеорологічних та агрометеорологічних спостережень Рівненського обласного центру з гідрометеорології та метеостанцій Рівненської області; наукові праці українських і зарубіжних вчених; періодичні наукові видання, результати власних наукових досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

вперше:

- на основі SWOT-аналізу і SWOT-матриць виконано розробку та обґрунтування стратегії сталого розвитку сільськогосподарського виробництва, яка враховує зменшення впливу теперішнього способу ведення сільського господарства на агроекологічний стан ґрунтів, відновлення та збереження їх родючості, збільшення ефективності сільськогосподарського виробництва за умов зміни клімату;

- запропоновано підходи до прогнозування врожайності сільськогосподарських культур при зміні кліматичних і агрометеорологічних факторів;

удосконалено:

- перелік показників для проведення моніторингу ґрунтового покриву, а саме рекомендовано показники продуктивності сільського господарства, температурного режиму повітря та ґрунту, водного та гідротермічного режимів, контроль яких дозволить вчасно приймати рішення господарникам щодо перепрофілювання своїх сільськогосподарських підприємств за умов зміни клімату без погіршення стану ґрунтових ресурсів;

набули подальшого розвитку:

- теоретико-методичні засади виробництва сільськогосподарської продукції на території Рівненської області, які на відміну від попередніх досліджень, враховують кліматичні зміни;

- дослідження агроекологічного стану ґрунтів, що базуються на розрахунках балансу гумусу, поживних речовин та вологи за умов зміни клімату;

- дослідження впливу кліматичних та агрометеорологічних факторів на показники врожайності сільськогосподарських культур, які, на відміну від попередніх, враховують як поокремий вплив факторів, так і їх комплексну дію;

- основні положення адаптації сільськогосподарського виробництва до змін клімату, які передбачають: розширення спектру вирощування сільськогосподарських культур, при цьому забезпечується збереження родючості ґрунтів шляхом раціонального землекористування; оптимізацію

структури земельних угідь та посівних площ; відновлення тваринництва; розвиток органічного землеробства.

Практичне значення отриманих результатів. На основі комплексного аналізу природних та кліматичних умов розвитку сільськогосподарського виробництва та впливу його на агроекологічний стан ґрунтів встановлено проблеми його розвитку, розроблено стратегічні напрямки, цілі та завдання для переходу до сталого розвитку агропромислового комплексу території з урахуванням змін клімату, розроблено та обґрунтовано стратегію бездефіцитного балансу гумусу, запропоновано показники сільськогосподарського виробництва, контроль яких забезпечить ефективне реагування. Встановлено найбільш вагомі кліматичні і агрометеорологічні фактори формування врожайності конкретної сільськогосподарської культури. Розроблено прогностичні моделі врожайності сільськогосподарських культур на основі множинної кореляції та здійснено прогнозування за допомогою рівнянь та штучної нейронної мережі.

Одержані результати дослідження спрямовані на збереження якісного стану ґрунтового покриву Рівненської області, оптимізацію і покращення роботи сільськогосподарських підприємств, і в цілому сільського господарства області як провідної галузі економіки.

За результатами дослідження підготовлені науково-практичні рекомендації «Методичні рекомендації розробки стратегії бездефіцитного балансу гумусу», «Методичні рекомендації щодо прогнозування врожайності сільськогосподарських культур» (протокол № 7 від 30.01.2019 науково-методичних комісій зі спеціальностей 101 «Екологія», 183 «Технології захисту НС»), які розраховані для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальностями 101 «Екологія», 183 «Технології захисту НС» денної та заочної форм навчання.

Наукові положення дисертаційної роботи впроваджені в навчальний процес з курсу дисципліни «Основи сільськогосподарського виробництва», яка входить до переліку дисциплін з підготовки бакалаврів спеціальності 101 «Екологія» у Національному університеті водного господарства та природокористування (довідка від 14 березня 2019 р.).

Також результати досліджень використовують у роботі сектору агрометеорології Рівненського обласного центру з гідрометеорології (акт впровадження від 25 січня 2019 р.), фермерського господарства «Партнер» (довідка № 4 від 27.02.2019 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертант провела пошук та аналіз літературних джерел за темою досліджень, взяла участь у розробці та обґрунтуванні плану науково-дослідницької роботи. Безпосередньо автор здійснила дослідження та обробку отриманих результатів. Планування основних напрямків роботи, аналіз та інтерпретація результатів, висновків, підготовка до друку наукових праць здійснені безпосередньо автором за участі наукового керівника, кандидата сільськогосподарських наук, доцента Н.М. Вознюк.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи та результати досліджень доповідались та обговорювались на:

- міжнародних конференціях: «Україна – ЄС. Сучасні технології, економіка та право» (Чернігів, 2016), «Розвиток природничих наук: проблеми та рішення» (Брно, 2018);

- вітчизняних конференціях: «Раціональне використання та охорона природних ресурсів України у контексті сталого розвитку», (Рівне, 2016), «Охорона та раціональне використання природних ресурсів» (Рівне, 2017), «Сучасний стан і перспективи ефективного використання земельних ресурсів Полісся» (Житомир, 2018).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 11 праць. З них: 7 – наукові статті в періодичних виданнях України, зокрема 5 – у фахових виданнях Атестаційної колегії МОН України (в т.ч. 1 – в електронному виданні) та 1 – у виданні, що входить до міжнародних наукометричних баз; 1 – наукова стаття в закордонній колективній монографії; 3 – тези за матеріалами вітчизняних та міжнародних конференцій.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків та рекомендацій, списку використаних джерел та додатків (29 сторінок). Роботу виконано на 249 сторінках комп'ютерного тексту, у тому числі 160 сторінках основного тексту, проілюстровано 36 таблицями, 53 рисунками. Список використаних джерел включає 263 найменувань, із них 25 – іноземною мовою.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначено мету і завдання, об'єкт і предмет дослідження, визначено методи дослідження, розкрито наукову новизну і практичне значення отриманих результатів.

У **першому розділі** «Стан вивченості проблеми переходу сільськогосподарського виробництва до засад сталого розвитку за умов зміни клімату» проведено аналіз та вивчення літературних джерел вітчизняних і закордонних вчених.

Встановлено, що на даний час розробка стратегії сталого розвитку сільськогосподарського виробництва з урахуванням змін клімату залишається актуальним питанням. Оскільки перехід сільського господарства на засади органічного землеробства є повільним процесом, встановлено, що для збереження екологічного стану та родючості ґрунтів традиційне землеробство варто вести з наближенням вимог до органічного. Недостатньо вивченим є питання впливу зміни клімату на структуру і продуктивність агроєкосистем сільськогосподарського виробництва, адаптації до таких змін сільськогосподарських культур традиційного вирощування, наслідків для агроєкосистем введення в сівозміну теплолюбних технічних культур, оскільки сільське господарство є дуже чутливим до будь-яких змін.

Вище вказане і обумовило вибір теми дисертаційного дослідження.

У **другому розділі** «Характеристика природних умов розвитку сільськогосподарського виробництва на території Рівненської області. Методи дослідження» охарактеризовано фізико-географічне положення, рельєф, тектонічну та геологічну будову, агрогрунтові та агрокліматичні умови, водні ресурси території Рівненської області, методи та методики дослідження.

Рівненська область – це область аграрного спрямування, яка відзначається сприятливими природними умовами для ведення сільського господарства. Територія області характеризується рівнинним рельєфом, тектонічна та геологічна будова зумовили формування значного розмаїття ґрунтових відмін, які, в свою чергу, сформували агрогрунтові умови території.

Згідно агроґрунтового районування північна частина території Рівненської області знаходиться в зоні мішаних лісів, південна – в зоні Лісостепу, Західної та Правобережної провінцій. За даними Рівненської філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» на території Полісся переважають кислі, з низьким вмістом гумусу ґрунти (дерново-оглесні, дерново-прихованопідзолисті піщані (бурі піски), торф'яники низинні і торф'яно-болотні), в Лісостепу, навпаки, розташовані ґрунти із нейтральною реакцією ґрунтового розчину та середнім вмістом гумусу (чорноземи опідзолені, неглибокі слабо- та мало гумусні, карбонатні, темносірі опідзолені та сірі опідзолені, на півдні дерново-карбонатні).

Рівненська область знаходиться в помірному кліматичному поясі. За період 1986-2018 рр. на території Полісся і Лісостепу області встановлено підвищення середньорічної температури повітря на 1° С, відповідно зростання суми активних температур, зменшення кількості атмосферних опадів та погіршення умов атмосферного зволоження. Разом з цим відмічається збільшення проявів небезпечних для сільського господарства умов та явищ, а саме: збільшення повторюваності виникнення атмосферної посухи, кількості днів із суховієм, кількості днів із заморозками, тривалості безморозного періоду та повторюваності років із явищем вимерзання озимини.

Для досягнення поставленої мети було сформовано концептуальну схему дослідження, згідно із завданнями виокремлено основні критерії дослідження для подальшого їх врахування при: проведенні SWOT-аналізу; обґрунтуванні стратегії сталого розвитку сільськогосподарського виробництва; формуванні рекомендацій виробникам та удосконаленні переліку показників для моніторингу сільськогосподарського виробництва (рис. 1).

Основною методикою дослідження впливу рослинництва на агроєкологічний стан ґрунтів стала методика розрахунку балансів гумусу та поживних речовин ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» (Харків, 2011).

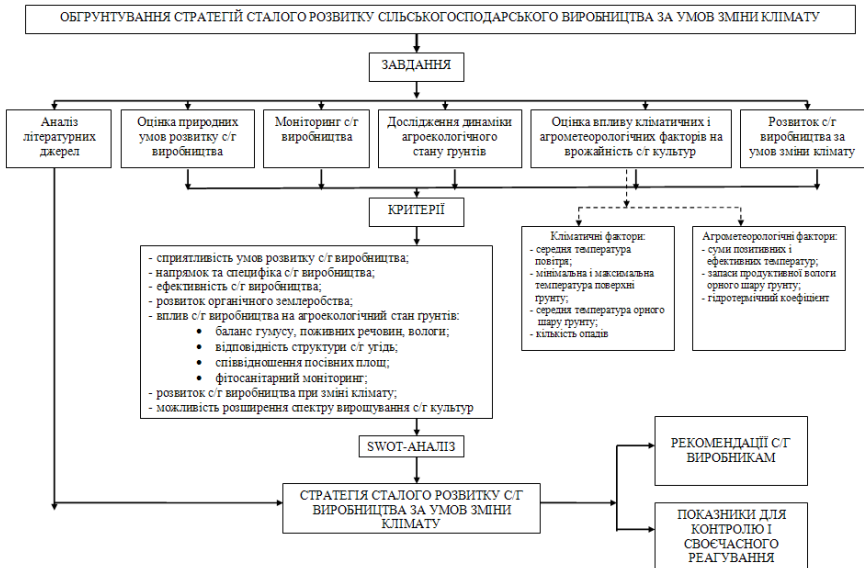


Рис. 1. Концептуальна схема дослідження

Дослідження залежності врожайності сільськогосподарських культур від кліматичних (середня температура повітря, максимальна і мінімальна температура поверхні ґрунту, середня температура орного шару та кількість опадів за вегетаційний період) та агрометеорологічних (сума ефективних і позитивних температур, запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту та гідротермічний коефіцієнт за вегетаційний період) чинників поокремо проводили за допомогою коефіцієнтів кореляції та детермінації.

Залежність урожайності сільськогосподарських культур від кліматичних та агрометеорологічних чинників комплексної дії досліджували за допомогою множинної кореляції.

Коефіцієнти кореляції, детермінації та множинної кореляції визначали за допомогою регресійного аналізу в *Microsoft Excel*. Якісну оцінку отриманих коефіцієнтів кореляції та множинної кореляції визначали за шкалою: 0 – зв'язок відсутній; 0,01-0,20 – дуже слабкий зв'язок; 0,21-0,50 – слабкий зв'язок; 0,51-0,70 – помірний зв'язок; 0,71-0,90 – сильний зв'язок; 0,91-1,00 – дуже сильний зв'язок.

У дисертаційній роботі прогнозування врожайності сільськогосподарських культур проводили з використанням спеціалізованої програми *Matlab* для кожної сільськогосподарської культури окремо. Для навчання і тренування штучної нейронної мережі було внесено статистичні значення врожайності та параметри кліматичних і агрометеорологічних факторів за період 2000-2018 рр.

У **третьому розділі** «Моніторинг сільськогосподарського виробництва Рівненської області» проведено збір інформації та оцінку змін в агрокосистемах сільськогосподарського виробництва за період 1990-2018 рр.

Нами було встановлено, що сільське господарство є провідною галуззю економіки Рівненської області з переважанням рослинництва та зменшення частки тваринництва в обсязі виробництва сільськогосподарської продукції на 19% у порівнянні з 90-ми рр.

У тваринництві за період 1990-2018 рр. відмічено зменшення поголів'я великої рогатої худоби у 6,0 разів, свиней у 2,2 рази, овець та кіз у 9,3 рази та, відповідно, зменшення виробництва тваринницької продукції (м'яса та молока) у 2,0-3,6 рази.

Оскільки, рослинництво на тепер стало переважаючою галуззю сільського господарства, ми проаналізували динаміку площ сільськогосподарських угідь і отримали, що за період 1995-2018 рр. площа ріллі збільшилася на 2%, натомість зменшилися площі пасовищ та сіножать на 4 %, багаторічних насаджень – на 16%, і перелогів – на 82%. В результаті порівняння оптимальних і фактичних значень площ встановили, що структура земельних угідь і на Поліссі, і в Лісостепу області є незбалансованою, причому у лісостеповій частині ситуація гірша. Отже, фактична площа ріллі є більшою на 7-17% на Поліссі та на 36-46% в Лісостепу області, а площа природних кормових угідь навпаки, меншою на 4-6% та 28-31% відповідно за оптимальну. Така ситуація є загрозовою для агроекологічного стану ґрунтів і потребує урахування при розробці стратегії.

Виходячи з економічної доцільності та кліматичних можливостей відбулися зміни у структурі посівних площ. За 28 років розширився спектр вирощуваних сільськогосподарських культур, а саме з'явилися площі посівів технічних культур – кукурудзи, ріпаку, соняшника та сої, для формування врожаю яких на території області стало достатнім теплозабезпечення, що є одним із наслідків кліматичних змін.

Аналіз виробництва сільськогосподарських культур за період 1990-2018 рр. показав, що для території Полісся характерним стало зменшення виробництва зернових та зернобобових культур у 2 рази, цукрових буряків у 140 разів та повне припинення вирощування льону-довгунця. Проте відмічається збільшення виробництва картоплі та овочевих у 1,8 та 2,3 рази відповідно. У Лісостепу навпаки, спостерігається зростання виробництва практично усіх розглянутих сільськогосподарських культур у 2-58 разів, за винятком цукрових буряків, виробництво яких зменшилося у 2,8 рази. А також саме для цієї зони стало характерним (в останні роки) вирощування кукурудзи, ріпаку, соняшника та сої.

Важливим показником, який характеризує продуктивність сільськогосподарського виробництва, є врожайність. Аналіз показників врожайності сільськогосподарських культур на території Рівненської

області за період 2000-2018 рр. показав збільшення у 1,9-2,6 рази врожайності зернових та зернобобових (з 15 ц/га до 59 ц/га), овочевих культур (з 127 ц/га до 363 ц/га) та сої (з 5 ц/га до 27 ц/га), у 5,8-7,0 рази соняшника (з 5 ц/га до 28 ц/га), незначне зростання урожайності картоплі (з 117 ц/га до 199 ц/га) на території Полісся і Лісостепу. Урожайність цукрового буряка зменшилась у 2,5 рази на території Полісся (з 250 ц/га до 100 ц/га). Урожайність цукрового буряка та кукурудзи в Лісостепу зросла у 3 рази (з 159 ц/га до 504 ц/га та з 28 ц/га до 89 ц/га відповідно).

Достатнє зволоження та зростання теплозабезпечення сприяли отриманню на території Рівненщини врожаїв технічних культур співвідносних з показниками південних областей України (Одеська, Миколаївська, Херсонська та Запорізька), для яких ці культури є типовими. Так врожайність ріпаку та соняшника в нашій області є більшою в середньому на 28% та 50% відповідно, а врожайність сої – близькою до показників півдня України.

Органічне землеробство є одним із способів зменшення негативного впливу сільськогосподарського виробництва на агроєкологічний стан агроєкосистем. На основі досліджень Кисіля В.І. (2000 р.) та Шевчук Г.М. (2010 р.) нами було встановлено, що за 10 років на території Рівненської області збільшилась площа непридатних для органічного землеробства земель у 2 рази (з 472,5 до 953,0 тис. га) і зосереджені вони на Поліссі. Відповідно зменшилися площі обмежено придатних та придатних земель. Площа земель, що зайняті органічним землеробством на 2017 р. не перевищує 0,51% площі сільськогосподарських угідь Рівненської області.

Одночасно із кліматичними змінами та привнесенням нетипових технічних культур в агроєкосистеми, з'явилась ще одна екологічна проблема - погіршення фітосанітарного стану. Ми встановили, що за період 2014-2017 рр. набули поширення по всій території області – золотиста картопляна нематода і амброзія полинолиста; на Поліссі – бактеріальний опік плодівих; в Лісостепу – неповірус кільцевої плямистості тютюну, бактеріальне в'янення кукурудзи та західний кукурудзяний жук. Погіршення фітосанітарного стану агроєкосистем буде призводити до посиленого застосування отрутохімікатів.

У четвертому розділі «Оцінка впливу агротехнологічних та агрометеорологічних факторів на агроєкологічний стан ґрунтів і продуктивність сільськогосподарського виробництва Рівненської області» досліджено вплив рослинництва на агроєкологічний стан агроєкосистем, встановлено залежність продуктивності агроєкосистем від кліматичних і агрометеорологічних факторів поокремо та комплексно за період 2000-2018 рр., розроблено регресійні моделі для прогнозування врожайності, здійснено прогнозування врожайності за допомогою моделей та з використанням штучних нейронних мереж програми Matlab до 2025 р.

Оскільки на території області зменшується кількість опадів і частішають прояви посушливих та суховійних явищ ми дослідили

вологабезпечення агроєкосистем шляхом розрахунку балансу вологи і в результаті отримали, що баланс вологи є додатним і складає +2,43 тис. м³/га/р, тобто на даний час немає проблем із вологабезпеченням. Однак з 2008 р. простежується тенденція до погіршення ситуації, і збільшення площ посіву технічних культур та проявів посушливих явищ і суховіїв буде лише пришвидшувати темпи зменшення вологабезпеченості.

Вміст гумусу є основним показником екологічного стану ґрунту. За розрахунками отримали від'ємний його баланс (в середньому складає -0,24 т/га/р), що підтверджує розбалансованість агроєкосистем.

Баланс поживних речовин в ґрунтах ріллі Рівненської області за досліджуваній період оцінюється як: азоту – додатний (+9,37 кг/га/р), фосфору – від'ємний (-2,13 кг/га/р), калію – від'ємний (-4,75 кг/га/р).

Динаміку балансів гумусу, поживних речовин і вологи за період 2000–2018 рр. на території Рівненської області показано на рис. 2.

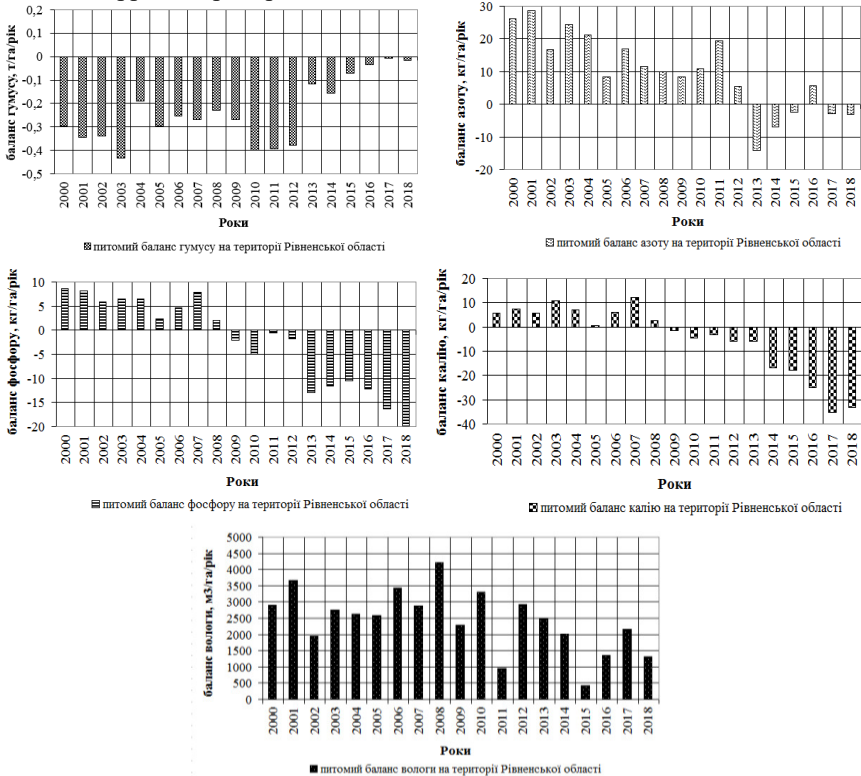


Рис. 2. Динаміка балансів під посівами сільськогосподарських культур на території Рівненської області протягом 2000–2018 рр.

Розрахунки середніх втрат та надходжень органічних та поживних речовин при вирощуванні сільськогосподарських культур на території Рівненської області за період 2000-2018 рр. доводять, що агроєкосистеми втрачають динамічну рівновагу.

Найбільшу кількість гумусу агроєкосистеми отримують після вирощування кукурудзи та зернових і зернобобових культур (1,5-1,6 т/га), втрачають – після вирощування практично всіх розглянутих культур, внаслідок чого формується від’ємний баланс.

Найбільше азоту, фосфору та калію агроєкосистеми отримують після вирощування кормових культур та цукрових буряків (59-223 кг/га), найменше – азоту і фосфору після вирощування соняшника (23-102 кг/га), калію – сої (24 кг/га). Найбільше втрачають азоту після вирощування цукрових буряків, кукурудзи та кормових культур (178-184 кг/га), фосфору – кукурудзи (53 кг/га), калію – соняшника (340,1 кг/га), найменші втрати поживних речовин відмічено після вирощування сої (15-82 кг/га). Вирощування зернових і зернобобових та технічних культур (кукурудзи, ріпаку та соняшника) призводить до формування дефіциту поживних речовин в агроєкосистемах області.

Проаналізувавши отримані результати дослідження, ми можемо чітко стверджувати, що збільшення площ посіву технічних культур, які, в свою чергу, витісняють традиційні культури, а також за теперішнього інтенсивного ведення землеробства, буде лише посилюватися розбалансованість агроєкосистем Рівненської області, внаслідок чого зазнає порушення їх самовідтворення та саморегуляція.

Для досягнення збалансованості агроєкосистем на території Рівненської області необхідно, в першу чергу, здійснювати повернення втрат енергії у вигляді гумусу та поживних речовин, тобто відновити оптимальне застосування добрив, оскільки станом на 2018 р. кількість внесення як мінеральних, так і органічних добрив на території області зменшилася практично у 2 та 15 разів відповідно у порівнянні з 90-ми рр.

Враховуючи те, що сільське господарство є найбільш чутливою галуззю економіки до кліматичних змін, ми провели дослідження залежності продуктивності агроєкосистем області від кліматичних і агрометеорологічних факторів.

В результаті кореляційно-регресійного аналізу ми встановили незначну роль кліматичних і агрометеорологічних факторів поокремо при формуванні врожайності сільськогосподарських культур, оскільки в більшості випадків зв’язок був несуттєвим ($r < 0,7$). Однак нами все ж було встановлено лімітуючі фактори впливу на врожайність сільськогосподарських культур – це середня температура повітря і, відповідно, позитивні і ефективні температури, а також температура поверхні ґрунту ($r = 0,517-0,680$).

Оскільки в результаті дослідження залежності урожайності сільськогосподарських культур від кліматичних і агрометеорологічних

факторів поокремо отримали несуттєвий зв'язок, ми провели дослідження залежності урожайності сільськогосподарських культур від їх спільної дії за допомогою коефіцієнта множинної кореляції. Результати дослідження представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Результати розрахунку коефіцієнта множинної кореляції
для зони Полісся та Лісостепу Рівненської області

Назва культури	Полісся			Лісостеп		
	кліматичні фактори	агрометеорологічні фактори	кліматичні і агрометеорологічні фактори	кліматичні фактори	агрометеорологічні фактори	кліматичні і агрометеорологічні фактори
зернові та зернобобові	0,847	0,853	0,919	0,786	0,763	0,874
цукровий буряк	0,513	0,427	0,676	0,754	0,667	0,856
картопля	0,723	0,433	0,784	0,801	0,583	0,854
овочеві	0,399	0,464	0,715	0,445	0,595	0,900
кукурудза	0,864	0,756	0,925	0,712	0,702	0,836
ріпак	0,709	0,428	0,823	0,742	0,473	0,777
соняшник	1,000	0,860	1,000	0,353	0,683	0,888
соя	0,667	0,917	1,000	0,787	0,906	1,000

Отримані результати доводять наявність складного механізму формування впливу змін клімату на урожайність сільськогосподарських культур, оскільки коефіцієнти множинної кореляції є більшими за 0,7 і вказують на «сильний» і «дуже сильний» зв'язок.

На основі регресійного аналізу нами вперше було розроблено регресійні моделі врожайності сільськогосподарських культур для території Полісся і Лісостепу Рівненської області, які враховують зміни кліматичних і агрометеорологічних факторів. Більшість отриманих моделей є статистично достовірними при рівні похибки не більше 5%, що доводять отримані значення критеріїв Фішера, і є придатними для прогнозування (табл. 2).

В результаті прогнозування врожайності сільськогосподарських культур за регресійними моделями та з використанням штучних нейронних мереж встановили, що на території Рівненської області необхідно змінювати способи ведення сільського господарства, оскільки маючи лише зміни клімату без підтримки динамічної рівноваги в агроєкосистемах отримати високу продуктивність без екологічних збитків не можливо. До 2025 р. варто очікувати незначне зростання врожайності всіх розглянутих сільськогосподарських культур (за рахунок попередніх резервів родючості ґрунтів), яка в подальшому буде знижуватися, а в окремих випадках і стрімко (ріпак та соя) (рис. 3).

Порівняння результатів прогнозування за регресійними моделями і штучними нейронними мережами довело вищу точність останніх – середня відносна похибка коливається в межах 9-11%.

Таблиця 2

Регресивні моделі урожайності сільськогосподарських культур для території Рівненської області

Назва культури	Група факторів	Регресійні моделі			F-характери	
		1	2	3	4	5
<i>ЛОЛІССЯ</i>						
зернові та зерно-бобові	кліматичні	$y = 2,309 * x_1 + 0,489 * x_2 - 0,038 * x_3 - 0,365 * x_4 - 0,011 * x_5 - 29,086$			3,26	7,71
	агрометеорологічні	$y = 0,004 * x_1 + 0,007 * x_2 - 0,393 * x_3 - 2,840 * x_4 + 8,058$			3,41	11,72
	кліматичні і агрометеорологічні	$y = 2,571 * x_1 + 0,416 * x_2 - 0,114 * x_3 - 0,280 * x_4 + 0,013 * x_5 - 0,013 * x_6 + 0,006 * x_7 - 0,312 * x_8 - 6,008 * x_9 - 26,798$			3,44	5,25
цукровий буряк	кліматичні	$y = 20,384 * x_1 + 1,158 * x_2 - 6,311 * x_3 - 4,406 * x_4 - 0,237 * x_5 - 860,142$			3,26	1,05
	агрометеорологічні	$y = 0,266 * x_1 + 0,099 * x_2 + 0,878 * x_3 + 81,280 * x_4 - 542,270$			3,41	0,95
	кліматичні і агрометеорологічні	$y = 73,539 * x_1 + 1,533 * x_2 - 3,550 * x_3 + 2,939 * x_4 - 0,610 * x_5 - 0,416 * x_6 + 0,266 * x_7 + 3,512 * x_8 + 253,664 * x_9 - 992,951$			3,44	0,85
картопля	кліматичні	$y = 8,955 * x_1 + 3,791 * x_2 - 3,164 * x_3 - 6,183 * x_4 - 0,122 * x_5 - 195,066$			3,26	3,27
	агрометеорологічні	$y = 0,149 * x_1 + 0,062 * x_2 - 0,233 * x_3 + 25,292 * x_4 + 117,139$			3,41	4,02
	кліматичні і агрометеорологічні	$y = 11,492 * x_1 + 3,095 * x_2 - 2,701 * x_3 - 6,939 * x_4 + 0,089 * x_5 + 0,090 * x_6 - 0,065 * x_7 + 0,639 * x_8 + 56,328 * x_9 - 85,737$			3,44	3,56
овочеві культури	кліматичні	$y = 16,439 * x_1 + 3,173 * x_2 - 1,376 * x_3 - 4,420 * x_4 - 0,003 * x_5 - 156,457$			3,26	3,48
	агрометеорологічні	$y = 0,021 * x_1 + 0,069 * x_2 - 3,053 * x_3 - 22,186 * x_4 + 114,975$			3,41	3,62
	кліматичні і агрометеорологічні	$y = 28,267 * x_1 + 3,554 * x_2 - 3,144 * x_3 - 3,542 * x_4 + 0,646 * x_5 - 0,319 * x_6 + 0,114 * x_7 - 4,293 * x_8 - 172,005 * x_9 - 301,738$			3,44	4,04
кукурудза	кліматичні	$y = 6,747 * x_1 + 0,343 * x_2 - 0,516 * x_3 - 1,888 * x_4 + 0,015 * x_5 - 62,219$			3,26	9,00
	агрометеорологічні	$y = 0,024 * x_1 + 0,013 * x_2 - 0,341 * x_3 + 2,990 * x_4 - 31,490$			3,41	5,74
	кліматичні і агрометеорологічні	$y = 1,867 * x_1 - 0,038 * x_2 - 0,433 * x_3 - 1,776 * x_4 - 0,006 * x_5 - 0,024 * x_6 + 0,008 * x_7 - 0,314 * x_8 + 6,927 * x_9 - 18,026$			3,44	6,14
рипак	кліматичні	$y = 0,596 * x_1 - 0,391 * x_2 - 0,222 * x_3 - 1,133 * x_4 + 0,010 * x_5 - 25,030$			3,26	3,20
	агрометеорологічні	$y = 0,001 * x_1 + 0,002 * x_2 - 0,373 * x_3 + 2,047 * x_4 + 6,537$			3,41	2,95
	кліматичні і агрометеорологічні	$y = 4,282 * x_1 + 0,669 * x_2 - 0,259 * x_3 - 0,944 * x_4 - 0,010 * x_5 - 0,020 * x_6 - 0,003 * x_7 - 0,145 * x_8 + 5,004 * x_9 - 43,558$			3,44	3,13
соняшник	кліматичні	$y = 71,740 * x_1 - 4,833 * x_2 + 3,549 * x_3 - 3,343 * x_4 + 0,081 * x_5 + 1348,007$			7,71	4,75
	агрометеорологічні	$y = 0,017 * x_1 + 0,007 * x_2 + 1,824 * x_3 - 6,113 * x_4 - 18,116$			9,55	1,90
	кліматичні і агрометеорологічні	$y = 2,139 * x_1 - 6,079 * x_2 + 0,066 * x_3 - 0,104 * x_4 + 0,133 * x_5 - 289,989$			4,06	3,45
соя	кліматичні	$y = 1,784 * x_1 - 1,579 * x_2 + 0,114 * x_3 - 0,224 * x_4 + 135,819$			6,94	3,39
	агрометеорологічні	$y = 0,028 * x_1 - 0,024 * x_2 + 3,061 * x_3 - 14,102 * x_4 + 9,323$			5,25	5,21
	кліматичні і агрометеорологічні	$y = -0,186 * x_1 + 1,152 * x_2 - 0,050 * x_3 + 0,047 * x_4 + 0,014 * x_5 + 2,547 * x_6 - 134,976$			4,46	4,75

		ЛІСОТЕП	
зернові та зерно-бобові	кліматичні	$y=15,678*x_1-0,850*x_2-0,540*x_3-6,403*x_4+0,024*x_5-20,629$	3,26
	агрометеорологічні	$y=0,004*x_6+0,052*x_7-0,291*x_8-7,786*x_9-98,166$	3,41
цукровий буряк	кліматичні і агрометеорологічні	$y=11,340*x_1-1,357*x_2-0,638*x_3-6,634*x_4+0,064*x_5-0,022*x_6+0,034*x_7-0,980*x_8-17,334*x_9+7,987$	3,44
	кліматичні і агрометеорологічні	$y=84,092*x_1+13,375*x_2-1,229*x_3-17,288*x_4+0,104*x_5-1331,380$	3,26
картопля	кліматичні і агрометеорологічні	$y=0,244*x_6+0,216*x_7-3,817*x_8+7,881*x_9-506,566$	3,41
	кліматичні і агрометеорологічні	$y=120,000*x_1+8,120*x_2-3,972*x_3-16,335*x_4+0,825*x_5-0,462*x_6+0,266*x_7-1,869*x_8-143,355*x_9-1600,57$	3,44
овочеві культури	кліматичні і агрометеорологічні	$y=49,921*x_1-0,109*x_2-3,818*x_3-11,017*x_4+0,009*x_5-371,562$	3,26
	кліматичні і агрометеорологічні	$y=0,229*x_6+0,060*x_7-0,195*x_8+8,493*x_9+61,186$	3,41
кукурудза	кліматичні і агрометеорологічні	$y=41,047*x_1-0,761*x_2-3,825*x_3-13,926*x_4-0,022*x_5+0,117*x_6-0,059*x_7-1,720*x_8+21,709*x_9-115,999$	3,44
	кліматичні і агрометеорологічні	$y=28,012*x_1+3,354*x_2-1,865*x_3-9,287*x_4-0,004*x_5-233,721$	3,26
рпшак	кліматичні і агрометеорологічні	$y=-0,077*x_6+0,173*x_7+0,173*x_8+0,190*x_9-38,989$	3,41
	кліматичні і агрометеорологічні	$y=63,230*x_1-0,592*x_2-3,970*x_3-5,643*x_4+0,696*x_5-0,520*x_6+0,270*x_7-7,404*x_8-161,920*x_9-611,003$	3,44
соя	кліматичні і агрометеорологічні	$y=22,899*x_1+0,360*x_2-0,606*x_3-7,207*x_4+0,002*x_5-163,065$	3,26
	кліматичні і агрометеорологічні	$y=0,063*x_6+0,046*x_7-0,157*x_8-4,524*x_9-138,986$	3,41
Приймітка	кліматичні і агрометеорологічні	$y=7,994*x_1-0,896*x_2-0,522*x_3-9,408*x_4+0,162*x_5+0,028*x_6+0,028*x_7-1,359*x_8-30,120*x_9+52,536$	4,16
	кліматичні і агрометеорологічні	$y=6,809*x_1+0,605*x_2-0,540*x_3-5,425*x_4+0,008*x_5-28,828$	4,33
соя	кліматичні і агрометеорологічні	$y=0,018*x_6+0,011*x_7-0,020*x_8-2,151*x_9+27,403$	3,26
	кліматичні і агрометеорологічні	$y=7,372*x_1+0,208*x_2-0,616*x_3-5,904*x_4+0,047*x_5-0,006*x_6+0,001*x_7-0,475*x_8-7,690*x_9-1,218$	3,44
соя	кліматичні і агрометеорологічні	$y=0,363*x_1-0,285*x_2-0,120*x_3-0,977*x_4-0,024*x_5+53,538$	3,26
	кліматичні і агрометеорологічні	$y=0,005*x_6+0,508*x_7-11,190*x_8+13,005$	3,41
соя	кліматичні і агрометеорологічні	$y=14,784*x_1-1,002*x_2+0,254*x_3-3,057*x_4+0,068*x_5+0,058*x_6+0,003*x_7+0,316*x_8-20,113*x_9+229,309$	3,44
	кліматичні і агрометеорологічні	$y=10,758*x_1-7,096*x_2+2,153*x_3+13,884*x_4-0,033*x_5+390,918$	6,94
соя	кліматичні і агрометеорологічні	$y=-0,075*x_6+0,064*x_7-0,912*x_8+7,850*x_9-60,692$	9,28
	кліматичні і агрометеорологічні	$y=-2,045*x_1+0,118*x_2+0,050*x_3-0,084*x_4+0,057*x_5-1,894*x_6+102,785$	4,46

х₁ – середня температура повітря за вегетаційний період, °С; х₂ – максимальна температура поверхні ґрунту за вегетаційний період, °С; х₃ – мінімальна температура поверхні ґрунту за вегетаційний період, °С; х₄ – середня температура орного шару ґрунту (20 см) за вегетаційний період, °С; х₅ – кількість атмосферних опадів за вегетаційний період, мм; х₆ – сума ефективних температур 10°С і вище за вегетаційний період, °С; х₇ – сума позитивних температур 10°С і вище за вегетаційний період, °С; х₈ – запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту (0-20 см) за вегетаційний період, мм; х₉ – підгочурячий коефіцієнт (ПГК) за вегетаційний період.

□ – регресійна модель є статистично значущою. $R \leq 0,05$ (включується умова $F_{табл} > F_{табл}$)

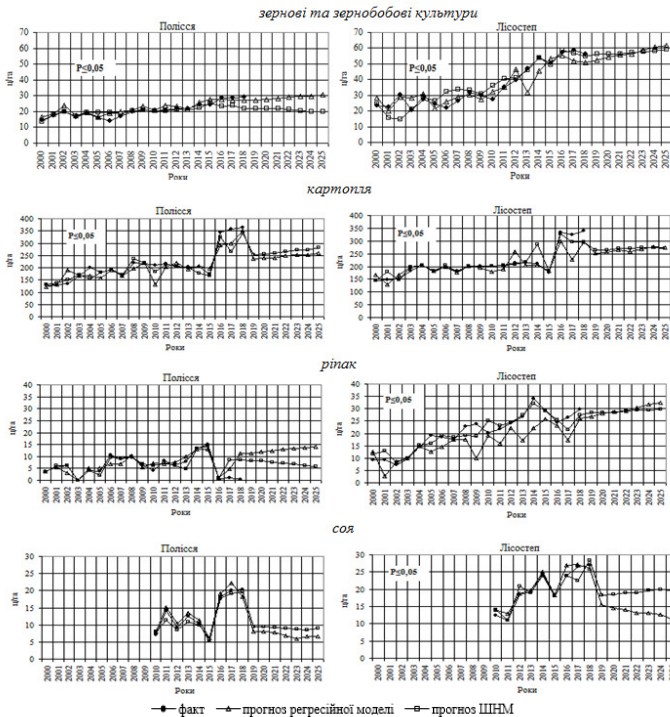


Рис. 3. Результати прогнозування врожайності сільськогосподарських культур на території Рівненської області

У п'ятому розділі «Розробка стратегії сталого розвитку сільськогосподарського виробництва та стратегії бездефіцитного балансу гумусу» вперше проведено SWOT-аналіз сільськогосподарського виробництва за умов зміни клімату, встановлено сильні та слабкі сторони, можливості та загрози його розвитку. Для більш детального вивчення проблем було побудовано SWOT – матриці: «Порівняльні переваги», яка показує підтримку сильних сторін розвитку сільськогосподарського виробництва можливостями; «Виклики», що обґрунтовує зменшення слабких сторін розвитку за рахунок можливостей; «Ризики», яка окреслює посилення тих же таких слабких сторін внаслідок впливу загроз.

Для досягнення сталого розвитку сільськогосподарського виробництва, збалансування агроєкосистем та відновлення і збереження їх агроєкологічного стану за умов змін клімату на території Рівненської області на основі усіх проведених досліджень ми пропонуємо стратегічні напрямки, цілі та завдання. (табл. 3).

Основним стратегічним напрямком є «Рівненська область – регіон сталого сільськогосподарського виробництва», вирішення якого полягає в досягненні основних стратегічних цілей, а саме: збереження та відтворення

Рекомендації стратегічних напрямів, цілей та завдань для сталого розвитку сільськогосподарського виробництва Рівненської області

Стратегічний напрям	Стратегічні цілі	Основні завдання для досягнення цілей
Рівненська область— регіон сталого сільськогосподарського виробництва	1.1. Збереження та відтворення земельних ресурсів	<ul style="list-style-type: none"> ● контроль вмісту гумусу на полях орендарів; ● зменшення розорювання земель на території області; ● відновлення порушених, малопродуктивних та непродуктивних земель; ● раціональне внесення органічних та мінеральних добрив, використання пестицидів; ● дотримання принципів раціонального ведення сільського господарства; ● впровадження та розвиток органічного землеробства; ● впровадження сучасних агротехнологій; ● ті землі, що інтенсивно використовувались для посіву технічних культур, на декілька років залишати під пари або пасовища
	1.2. Враховання змін клімату для оптимізації та адаптації сільського господарства	<ul style="list-style-type: none"> ● проведення постійного моніторингу та аналізу кліматичних та агрометеорологічних показників; ● вивчення впливу змін клімату на показники врожайності сільськогосподарських культур; ● пошук нових сортів культур для вирощування, які більш пристосовані до змін клімату, є рентабельними та ощадливими до стану агроєкосистем.
	1.3. Розвиток тваринництва	<ul style="list-style-type: none"> ● збільшення кормової бази за рахунок збільшення площ посіву кормових культур; ● розвиток м'ясного скотарства; ● підвищення рівня ефективності розвитку галузі тваринництва шляхом покращення племінної справи, збільшення поголів'я корів; ● формування вузькоспеціалізованих приватних (сімейних) фермерських господарств з виробництва молока та м'яса; ● введення в структуру посівних площ земель пасовищ та багаторічних трав; ● збільшення асортименту та обсягів виробництва тваринної продукції.
	1.4. Розвиток рослинництва	<ul style="list-style-type: none"> ● сприяння підвищенню родючості ґрунтів; ● виконання заходів програм щодо проведення сортооновлення та сортозаміни у господарствах району; ● враховання кліматичних та агрометеорологічних змін при виборі та вирощуванні сільськогосподарських культур; ● формування сприятливих умов для збільшення виробництва та збуту продукції рослинництва.
	1.5. Зацікавлення сільськогосподарських виробників в отриманні прибутку без шкоди для довкілля	<ul style="list-style-type: none"> ● надання економічних знижок на придбання сировини, матеріалів і ін.; ● популяризація екологічно чистої продукції, вирощування якої не передбачає використання пестицидів та інших шкідливих речовин; ● розширення ринку збуту сільськогосподарської продукції, наприклад закордоном, внаслідок чого будуть дотримуватися відповідні вимоги до якості продукції та відповідальність за стан довкілля; ● введення штрафів за порушення та недотримання принципів раціональності та ощадливості в сільському господарстві; ● орієнтація виробників, перш за все, на збереження та покращення якості земельних ресурсів, а потім на отримання прибутків.

земельних ресурсів, урахування змін клімату для оптимізації та адаптації сільського господарства, розвиток тваринництва та рослинництва, зацікавлення сільськогосподарських виробників в отриманні прибутку без шкоди для довкілля.

Кожна стратегічна ціль має в собі перелік стратегічних завдань, виконання яких дозволить досягти рекомендованих стратегічних цілей, пристосуватися сільськогосподарському виробництву до кліматичних змін, а також зберегти стан агроєкосистем на належному рівні та перейти до засад сталого розвитку.

Також нами було розроблено стратегію бездефіцитного балансу гумусу. Основні її положення:

- відновити галузь тваринництва, а саме збільшити кількість поголів'я великої рогатої худоби в 7,4 рази від наявного на 2018 р. Фактично необхідно повернутися до показників поголів'я худоби 90-х рр.;

- відновити кормову базу: для утримання 985,2 тис. гол. ВРХ необхідно збільшити виробництво: в 64,0 рази зелених кормів, в 24,3 рази силосу, в 13,9 разів сіна, в 9,9 рази сінажу, в 3,3 рази буряків. За умови, що урожайність розглянутих кормів буде не нижчою за урожайність 2018 р., відповідно в стільки разів необхідно збільшити їх площу посіву. Загалом, якщо станом на 2018 р. площа посіву кормових культур була 83 тис га, то її необхідно збільшити хоча би в 12 разів;

- оптимізувати структуру сільськогосподарських угідь – збільшення площі посіву кормових культур, а головним чином сіна і сінажу, дозволить збільшити площу природних кормових угідь і, відповідно, зменшити розораність території Рівненської області, внаслідок чого досягти збалансованості структури земельних угідь. Перевішивши хоча б 7% ріллі на Поліссі та 36% ріллі в Лісостепу під природні кормові угіддя, буде відновлено збалансованість агроєкосистем;

- повернутись до посіву сидератів після збору врожаю традиційних сільськогосподарських культур, адже фактична сума активних температур $\geq 10^{\circ}\text{C}$ є достатньою для отримання врожаю як традиційних сільськогосподарських культур, так і для досягнення укісної стиглості сидератів;

- відновити і зберегти збалансованість структури посівних площ - необхідно здійснювати контроль посівних площ, в першу чергу, нових нетипових технічних культур: кукурудзи, ріпаку, соняшника та сої, перші три з яких відзначаються найбільшим винесенням поживних речовин з ґрунту.

Для постійного контролювання, своєчасного реагування на зміни умов розвитку агроєкосистем пропонуємо до ґрунтового моніторингу включити показники, за якими контролювати продуктивність сільського господарства (врожайність, структура посівних площ), температурний режим повітря (середня температура повітря, сума позитивних і ефективних

температур) та ґрунту (максимальна, мінімальна температура поверхні ґрунту та середня температура його орного шару), водний (кількість атмосферних опадів, запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту) та гідротермічний режими (гідротермічний коефіцієнт Селянинова), а також фітосанітарний стан посівів (вид хвороби, бур'яна чи шкідника, площа та інтенсивність зараження).

ВИСНОВКИ

1. Аналіз літературних джерел показав, що на даний час розробка стратегії сталого розвитку сільськогосподарського виробництва за умов зміни клімату залишається актуальним питанням. Оскільки перехід сільського господарства на засади органічного землеробства є повільним процесом, встановлено, що для збереження екологічного стану та родючості ґрунтів традиційне землеробство варто вести з наближенням вимог до органічного. Недостатньо вивченим є питання впливу зміни клімату на структуру і продуктивність агроєкосистем сільськогосподарського виробництва, адаптації до таких змін сільськогосподарських культур традиційного вирощування, наслідків для агроєкосистем введення в сівозміну теплолюбних технічних культур, оскільки сільське господарство є дуже чутливим до будь-яких змін.

2. Проведений аналіз природних умов розвитку сільськогосподарського виробництва Рівненської області дозволив встановити їх сприятливість. На території Лісостепу переважають ґрунти із нейтральною реакцією ґрунтового розчину та середнім вмістом гумусу. На Поліссі навпаки, розташовані кислі, з низьким вмістом гумусу ґрунти. Виявлено, що Рівненська область піддається впливу глобального потепління: середньорічна температура зросла на близько 1°С, збільшилася сума активних температур, погіршилися умови атмосферного зволоження, збільшилася повторюваність років із атмосферою посухою і явищем вимерзанням в середньому на 11,5% і 25% відповідно, збільшилася кількість днів із сухувійними явищами та із заморозками в середньому на 62% та 30% відповідно.

3. За результатами моніторингу сільськогосподарського виробництва на території Рівненської області станом на 2018 р. було встановлено переважання рослинництва та зменшення частки тваринництва на 19% відносно 90-х рр.

У галузі тваринництва станом на 2018 р. відмічено зменшення поголів'я великої рогатої худоби у 6 разів, свиней – у 2,2 рази, овець та кіз – 9,3 рази та відповідно зменшення виробництва м'яса і молока у 2-4 рази.

Проаналізувавши динаміку площ сільськогосподарських угідь отримали, що за період 1995-2018 рр. площа ріллі збільшилася на 2%, натомість зменшилися площі пасовищ та сіножатей на 4%, багаторічних насаджень – на 16%, і перелогів – на 82%. В результаті порівняння оптимальних і фактичних значень площ виявили, що структура земельних

угідь Полісся і Лісостепу області є незбалансованою: площа ріллі є більшою на 7-17% на Поліссі та на 36-46% в Лісостепу області, а площа природних кормових угідь навпаки – меншою на 4-6% та 28-31% відповідно. Встановлено зміни у структурі посівних площ. За 28 років розширився спектр вирощуваних сільськогосподарських культур – з'явилися площі посівів технічних культур (кукурудзи, ріпаку, соняшника та сої), для формування врожаю яких стало достатнім теплозабезпечення.

Оскільки органічне землеробство є одним із способів зменшення негативного впливу сільськогосподарського виробництва на агроекологічний стан агроєкосистем, ми, на основі досліджень Кисіля В.І. (2000 р.) та Шевчук Г.М. (2010 р.), проаналізували придатність земель для органічного землеробства. Встановили, що за 10 років на території Рівненської області збільшилася площа непридатних земель у 2 рази і вони зосереджені на Поліссі. Площа земель, що зайняті органічним землеробством на 2017 р. не перевищує 0,51% площі сільськогосподарських угідь області.

Дослідження динаміки виробництва рослинницької продукції за період 1990-2018 рр. показало, що на території Полісся зменшилося виробництво зернових та зернобобових культур у 2 рази та цукрових буряків у 140 разів, збільшилося виробництво картоплі та овочевих у 2 рази. В Лісостепу виробництво практично усіх розглянутих сільськогосподарських культур зросло у 2-58 разів, в останні роки набуло поширення вирощування кукурудзи, ріпаку, соняшника та сої. Практично все виробництво рослинницької продукції зосереджено в Лісостепу області.

За результатами аналізу продуктивності агроєкосистем Рівненської області за період 2000-2018 рр. встановили збільшення врожайності зернових та зернобобових, овочевих культур, кукурудзи, та сої (у 1,9-2,6 рази), соняшника (у 5,8-7,0 рази), зменшення показників урожайності картоплі (у 2 рази), ріпаку (у 19 разів) як на території Полісся, так і на території Лісостепу. Урожайність цукрового буряка та кукурудзи зменшилась на території Полісся у 1-3 рази, а в Лісостепу зросла у 3 рази. Достатнє вологозабезпечення та певною мірою зростання температури сприяли отриманню на території Рівненщини врожаїв технічних культур співвідносних та на 28-50% більших у порівнянні з показниками південних областей України.

Проведений моніторинг фітосанітарного стану агроєкосистем показав, що внаслідок змін клімату та привнесення в структуру посівних площ технічних культур він погіршується. В останні роки набули поширення: по всій території області – золотиста картопляна нематода і амброзія полинолиста; на Поліссі – бактеріальний опік плодівих; в Лісостепу – невіррус кільцевої плямистості тютюну, бактеріальне в'янення кукурудзи та західний кукурудзяний жук. Погіршення фітосанітарного стану агроєкосистем буде призводити до посиленого застосування

отрутохімікатів.

4. Результати дослідження впливу агротехнологічних факторів на агроєкологічний стан ґрунтів показали, що в агроєкосистемах Рівненської області відбуваються втрати енергії у вигляді органічних та поживних речовин. За розрахунками встановили від'ємні баланси гумусу (-0,24 т/га/р), фосфору (-2,13 кг/га/р) і калію (-4,75 кг/га/р) та додатні з тенденцією до зменшення баланси азоту (+9,37 кг/га/р) і вологи (+2,43 тис. м³/га/р). Втрати гумусу відмічено після вирощування практично всіх розглянутих сільськогосподарських культур, втрати поживних речовин – технічних культур та зернових і зернобобових.

Для досягнення збалансованості агроєкосистем на території Рівненської області необхідно, в першу чергу, відновити оптимальне застосування добрив, оскільки на тепер кількість внесення як мінеральних, так і органічних добрив зменшилася практично у 2 та 15 разів відповідно у порівнянні з 90-ми рр.

Отримані результати дослідження залежності продуктивності агроєкосистем області від кліматичних і агрометеорологічних факторів доводять наявність складного механізму формування впливу змін клімату на урожайність сільськогосподарських культур. Встановлено вагомий вплив на урожайність сільськогосподарських культур кліматичних і агрометеорологічних факторів комплексної дії ($R > 0,7$) та незначний їх вплив поокремо ($r < 0,7$). Все ж було виокремлено лімітуючі фактори впливу – це середня температура повітря і, відповідно, позитивні і ефективні температури, та температура поверхні ґрунту.

На основі регресійного аналізу розроблено моделі для прогнозування урожайності сільськогосподарських культур, більшість яких є статистично достовірними при рівні похибки не більше 5%. В результаті прогнозування врожайності сільськогосподарських культур за моделями та з використанням штучних нейронних мереж отримали, що на території Рівненської області необхідно змінювати способи ведення сільського господарства, оскільки маючи лише зміни клімату без підтримки динамічної рівноваги в агроєкосистемах отримати високу продуктивність без екологічних збитків не можливо. До 2025 р. варто очікувати незначне зростання врожайності всіх розглянутих сільськогосподарських культур (за рахунок попередніх резервів родючості ґрунтів), яка в подальшому буде знижуватися, а в окремих випадках і стрімко (ріпак та соя). Порівняння результатів прогнозування за моделями і штучними нейронними мережами довело вищу точність останніх – середня відносна похибка коливається в межах 9-11%.

5. Проведено SWOT-аналіз і встановлено сильні та слабкі сторони, можливості та загрози розвитку сільського господарства, а також побудовано SWOT-матриці «Порівняльні переваги», «Виклики» та «Ризики». На основі результатів досліджень запропоновано стратегічні

напрями, цілі та завдання для переходу сільськогосподарського виробництва на засади сталого розвитку та його адаптації до змін клімату. Розроблено стратегію бездефіцитного балансу гумусу, що передбачає відновлення галузі тваринництва та кормової бази за рахунок збалансованості сільськогосподарських угідь. Виокремлено показники для моніторингу сільськогосподарського виробництва.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Органам місцевого самоврядування запропоновано стратегію сталого розвитку сільськогосподарського виробництва за умов зміни клімату.

2. Суб'єктам сільськогосподарської діяльності запропоновано стратегію бездефіцитного балансу гумусу для відновлення родючості ґрунту, а також моделі для прогнозування врожайності.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових наукових виданнях України:

1. Собко З. З., Вознюк Н. М. Моніторинг виробництва сільськогосподарських культур на території Рівненської області. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2018. № 100, т. 2. С. 68–75.
2. Собко З. З., Вознюк Н. М., Масовець Б. П. Органічне землеробство: стан і перспективи розвитку на території Рівненської області. *Землеробство*. К. : ВП «Едельвейс», 2018. Вип. 1(94). С. 9–14.
3. Вознюк Н. М., Собко З. З. Агрокліматичне районування території Рівненської області. *Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки*. Рівне : НУВГП, 2018. № 1 (84). С. 51–60.
4. Собко З. З. Оцінка впливу агротехнологічних факторів на агроecологічний стан ґрунтів Рівненської області. *Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки*. Рівне : НУВГП, 2019. № 1 (85). С. 17–25.

Статті у фахових наукових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних:

5. Собко З. З., Вознюк Н. М. Залежність врожайності сільськогосподарських культур від кліматичних та агрометеорологічних чинників (на прикладі Рівненської області). *Наукові доповіді НУБіП України. Агрономія*. К., 2018. № 3(73).

Статті в інших періодичних виданнях:

6. Вознюк Н. М., Собко З. З. Залежність врожайності сільськогосподарських культур від агрометеорологічних та антропогенних факторів. *Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки*. Рівне : НУВГП, 2016. № 2(74). С. 38–46.
7. Собко З. З., Вознюк Н. М. Вплив агрометеорологічних чинників на врожайність теплолюбних сільськогосподарських культур (на прикладі Рівненської області). *Молодий вчений*. Херсон, 2017. № 8. С. 5–9.

Статті у наукових виданнях інших держав:

8. Voznyuk N., Prischepa A., Sobko Z. Strategic directions of agricultural sustained development on the territory of Rivne region. Formation of modern

social, economic and organizational mechanisms development of entities agrarian business: collective monograph /edited M. Bezpartochnyi/ ISMA University. Riga: «Landmark» SIA, 2017. P. 69–77.

Матеріали наукових конференцій:

9. Вознюк Н. М., Собко З. З. Вплив зміни кліматичних факторів на врожайність озимої пшениці на території Рівненської області. Україна – ЄС. *Сучасні технології, економіка та право* : матеріали другої міжнар. наук.-практ. конференції (Словацька Республіка-Польща, 19-23 квітня 2016 р). Чернівці, 2016. С. 88–90.
10. Собко З. З., Вознюк Н. М. Моніторинг внесення добрив на території Рівненської області. *The development of nature sciences: problems and solutions* : the international research and practical conference (Brno situ, 27-28.04.2018). Brno, 2018. P. 145–148.
11. Собко З. З., Вознюк Н. М. Адаптація сільськогосподарського виробництва до змін клімату. *Сучасний стан і перспективи ефективного використання земельних ресурсів Полісся* : збірник статей наук.-практ. конференції (м. Житомир, 19 травня 2018 р.). Житомир : Вид-во ЕЦ «Укрєкобіокон», 2018. С. 123–127.

АНОТАЦІЯ

Собко З.З. Обґрунтування стратегії сталого розвитку сільськогосподарського виробництва за умов зміни клімату (на прикладі Рівненської області). – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності 03.00.16 – екологія. – Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, 2019.

Дисертаційну роботу присвячено обґрунтуванню стратегії сталого розвитку сільськогосподарського виробництва за умов зміни клімату на прикладі території Рівненської області.

В роботі було вивчено стан проблеми переходу сільськогосподарського виробництва до засад сталого розвитку за умов зміни клімату. Наведено характеристику природних умов розвитку сільськогосподарського виробництва на території Рівненської області

Здійснено моніторинг сільськогосподарського виробництва за період 1990-2018 рр.

Проведено оцінку впливу сільськогосподарського виробництва на агроекологічний стан ґрунтів за допомогою розрахунку балансів гумусу, поживних речовин та вологи та території Рівненської області за період 2000-2018 рр.

Досліджено вплив кліматичних і агрометеорологічних показників на продуктивність сільськогосподарського виробництва та встановлено залежності врожайності сільськогосподарських культур від кліматичних і агрометеорологічних чинників по окремо та в цілому разом. Запропоновано моделі для прогнозування врожайності. Здійснено прогнозування врожайності з використанням моделей врожайності та штучних нейронних

мереж.

Проведено SWOT-аналіз, побудовано SWOT-матриці, запропоновано стратегічні напрями, цілі та завдання сталого розвитку та адаптації до змін клімату сільськогосподарського виробництва. Розроблено і обґрунтовано стратегію бездефіцитного балансу гумусу. Запропоновано показники для моніторингу сільськогосподарського виробництва

Ключові слова: стратегія сталого розвитку, агроекосистема, сільськогосподарське виробництво, врожайність, зміни клімату, агроекологічний стан ґрунтів, кліматичні та агрометеорологічні фактори, SWOT-аналіз.

АННОТАЦІЯ

Собко 3.3. Обоснование стратегии устойчивого развития сельскохозяйственного производства в условиях изменения климата (на примере Ровенской области). – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.16 – экология. – Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Ровно, 2019.

Диссертационная работа посвящена обоснованию стратегии устойчивого развития сельскохозяйственного производства в условиях изменения климата на примере территории Ровенской области.

В работе было изучено состояние проблемы перехода сельскохозяйственного производства основам устойчивого развития в условиях изменения климата. Приведена характеристика природных условий развития сельскохозяйственного производства на территории Ровенской области.

Осуществлен мониторинг сельскохозяйственного производства за период 1990-2018 гг.

Проведена оценка влияния сельскохозяйственного производства на агроэкологическое состояние почв с помощью расчета балансов гумуса, питательных веществ и влаги на территории Ровенской области за период 2000-2018 гг. В результате исследования установлено деградацию почвенного покрова, что проявляется в потере гумуса, питательных веществ и влаги.

Исследовано влияние климатических и агрометеорологических показателей на производительность сельскохозяйственного производства и установлены зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от климатических и агрометеорологических факторов по отдельности и в целом вместе. Установлено, что весомое влияние на урожайность сельскохозяйственных культур осуществляют климатические и агрометеорологические факторы комплексного действия, что подтверждает наличие сложного механизма формирования влияния изменений климата на урожайность сельскохозяйственных культур. Предложены модели для прогнозирования урожайности. Осуществлено прогнозирование урожайности с использованием моделей урожайности и искусственных

нейронных сетей.

Проведен SWOT-анализ, построено SWOT-матрицы, предложены стратегические направления, цели и задачи устойчивого развития и адаптации к изменениям климата сельскохозяйственного производства. Разработано и обосновано стратегию бездефицитного баланса гумуса. Предложены показатели для мониторинга сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: стратегия устойчивого развития, агроэкосистема, сельскохозяйственное производство, урожайность, изменения климата, агроэкологическое состояние почв, климатические и агрометеорологические факторы, SWOT-анализ.

ABSTRACT

Z.Z. Sobko. Justification of the sustainable development strategy for the agricultural production in a changing climate conditions (case of Rivne region, Ukraine). – Printed as manuscript.

Thesis for the degree of a candidate of Agricultural Sciences in specialty 03.00.16 – Ecology. – National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne, 2019.

Thesis is devoted to justification of the sustainable development strategy for the agricultural production in a changing climate conditions (case of Rivne region, Ukraine).

The issue of the transition of agricultural production to the sustainable development production basis in a changing climate conditions was examined. The patterns of natural conditions of agricultural production development in the Rivne region territory are presented.

Conducted monitoring of agricultural production (study period – 1990-2018).

The influence of the agriculture production on the agro-ecological state of the soils were evaluated by using the methods of humus content, nutrients content and soil moisture calculations (the case of Rivne region, study period – 2000-2018).

The influence of the climatic and agro-meteorological factors on the productivity of the agriculture were investigated and the strengths of the connection between crop yield levels, climatic and agro-meteorological factors (separately and in the aggregate) were described. Prediction models of the crop yields levels were suggested. Prediction of the crop yields levels was conducted using prediction models and artificial neural networks.

SWOT-analysis was carried out and SWOT-matrix was constructed, policy options, goals and objectives of sustainable development and adaptation of agriculture to climate change were proposed. The strategy for the deficit-free humus balance were formulated and justified. The set of indicators for agricultural production monitoring were suggested.

Keywords: the strategy for the sustainable development, agro-ecosystem, agriculture, crop yields, climate change, organic farming, agro-ecological state of the soils, climatic and agro-meteorological factors, SWOT analysis.

Підписано до друку 27.05.2019 р. Формат 60×90¹/₁₆.
Ум.-друк. арк. 0,9. Тираж 100 прим.
Зам. № 5430.

*Видавець і виготовлювач
Національний університет
водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028.*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції РВ № 31 від 26.04.2005 р.*