

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПОВОДЖЕННЯ З РОСЛИННИМИ ВІДХОДАМИ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Василенко О.М., Овдіюк О.М.

Житомирський державний університет імені Івана Франка
вул. Велика Бердичівська, 40, 10008, м. Житомир
vasylenko-o@zu.edu.ua

У статті розкрито особливості управління рослинними відходами у сільському господарстві Житомирської області в умовах посилення вимог до екологічної безпеки та необхідності переходу до принципів сталого розвитку. Аналіз охоплює період 2014–2020 років і базується на офіційних статистичних даних Головного управління Держпродспоживслужби в Житомирській області щодо обсягів утворення, утилізації, спалювання, видалення та залишків побічної продукції рослинного походження.

З метою оцінки ефективності регіональної системи управління відходами у галузі рослинництва проведено розрахунок питомих показників утворення залишків у розрахунку на одиницю валової продукції трьох основних культур – зернових, картоплі та плодово-ягідної продукції. Виявлено стійку тенденцію до зниження питомого навантаження в усіх секторах, що свідчить про позитивні зрушення у виробничих технологіях, зменшення втрат при збиранні врожаю, а також потенційне вдосконалення підходів до повторного використання залишкової біомаси.

Проведено порівняльний аналіз динаміки питомих показників, який дозволив виявити приховані дисбаланси у системі обліку та підсвітити неефективність існуючих механізмів утилізації. Зазначено, що рівень утилізації залишається нестійким, а в окремі роки знижується до критичних значень, що створює ризики для екологічної безпеки регіону. Водночас зменшення обсягів залишків на кінець року не завжди супроводжується відповідним зростанням оброблення, що вказує на ймовірні прогалини у системі управлінського контролю.

Отримані результати мають практичну цінність для формування регіональної політики у сфері управління аграрними відходами, удосконалення системи моніторингу та впровадження принципів екологічного менеджменту в агропромисловому комплексі області. Запропонований підхід може бути використаний при розробленні локальних планів управління залишками сільськогосподарського виробництва та адаптації стратегій до вимог сталого розвитку.

Запропонована модель управління відходами від продукції рослинництва в Житомирській області, побудована на принципах сталого розвитку. *Ключові слова:* управління відходами, рослинні відходи, сільське господарство, Житомирська область, екологічна ефективність, утилізація.

Assessment of the efficiency of plant waste management in the agricultural sector of Zhytomyr region. Vasylenko O., Ovdiiuk O.

The article reveals the features of plant waste management in agriculture in Zhytomyr region in the context of increased requirements for environmental safety and the need to transition to the principles of sustainable development. The analysis covers the period 2014–2020 and is based on official statistical data of the Main Department of the State Service for Food and Consumer Protection in Zhytomyr region on the volumes of formation, utilization, incineration, disposal and residues of by-products of plant origin.

In order to assess the effectiveness of the regional waste management system in the field of crop production, the calculation of specific indicators of residue formation per unit of gross output of three main crops – cereals, potatoes and fruit and berry products was carried out. A steady trend towards a decrease in the specific load in all sectors was revealed, which indicates positive developments in production technologies, a decrease in losses during harvesting, as well as a potential improvement in approaches to the reuse of residual biomass.

A comparative analysis of the dynamics of specific indicators was carried out, which allowed to identify hidden imbalances in the accounting system and highlight the inefficiency of existing disposal mechanisms. It was noted that the level of disposal remains unstable, and in some years it decreases to critical values, which creates risks for the ecological safety of the region. At the same time, a decrease in the volume of residues at the end of the year is not always accompanied by a corresponding increase in processing, which indicates possible gaps in the management control system.

The results obtained have practical value for the formation of regional policy in the field of agricultural waste management, improvement of the monitoring system and implementation of environmental management principles in the agro-industrial complex of the region. The proposed approach can be used in the development of local plans for the management of agricultural production residues and the adaptation of strategies to the requirements of sustainable development.

A model for managing waste from crop production in the Zhytomyr region is proposed, built on the principles of sustainable development. *Key words:* waste management, plant waste, agriculture, Zhytomyr region, environmental efficiency, utilization.

Постановка проблеми. Одним із ключових екологічних викликів сучасного сільського господарства є проблема ефективного управління відходами, зокрема рослинного походження. У процесі вирощування сільськогосподарських культур щороку утворюються значні обсяги побічної продукції, які при неналежному поводженні можуть призводити до деградації ґрунтів, забруднення атмосферного повітря та втрати біоресурсів.

В умовах трансформації аграрного сектора та зростання обсягів виробництва, особливо в регіонах з інтенсивним землеробством, таких як Житомирська область, постає необхідність не лише кількісного обліку утворення відходів, а й науково обґрунтованого прогнозування їх обсягів. Такий підхід дозволяє забезпечити екологічну безпеку, оптимізувати ресурси та приймати ефективні управлінські рішення.

Незважаючи на наявність статистичних даних, в Україні відсутні розроблені математичні моделі, які б дозволяли прогнозувати питомі показники утворення рослинних відходів у розрізі регіонів. Це зумовлює потребу в застосуванні кількісних методів аналізу та розробці інструментів прогнозування, що базуються на перевірених статистичних підходах.

Актуальність дослідження. У контексті сучасних викликів кліматичних змін, екологічної деградації та посилення вимог до екологічної безпеки виробництва особливої уваги набуває питання сталого управління відходами в аграрному секторі. Рослинні залишки, які утворюються у процесі вирощування сільськогосподарських культур, досі часто розглядаються як баласт, що підлягає знищенню, переважно через спалювання. Такий підхід суперечить принципам сталого розвитку та екологічно відповідального землекористування.

В умовах децентралізації влади та зростання відповідальності територіальних громад за стан довкілля, особливої ваги набуває питання оцінки ефективності реалізованих практик поводження з відходами на рівні окремих регіонів. Житомирська область, як один із типових аграрних регіонів, демонструє значні обсяги утворення побічної рослинної маси, проте рівень її використання та знешкодження залишається нерівномірним і недостатньо контрольованим.

Недостатність системного аналізу, відсутність об'єктивних показників ефективності, а також фрагментарність статистичних даних створюють бар'єри для формування цілісної екологічної політики у сфері сільського господарства. Саме тому вивчення механізмів поводження з рослинними відходами, їх аналітична оцінка та виявлення слабких місць системи мають не лише наукову, а й суттєву практичну цінність для місцевих органів управління, агровиробників і екологічних служб.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями

Проведене дослідження стосується тематики, яка має прикладне значення для аграрного виробництва та природоохоронної діяльності.

Результати дослідження можуть бути корисними для працівників органів місцевого самоврядування, фахівців у сфері екології, а також аграрних підприємств, які займаються управлінням залишками виробництва. Практичне застосування отриманих результатів можливе в процесі розроблення місцевих програм з екологічної безпеки, впровадження технологій повторного використання побічної продукції, а також для удосконалення системи обліку та контролю за утворенням відходів.

Робота враховує положення низки нормативно-правових актів, зокрема Національної стратегії управління відходами до 2030 року [1], Стратегії екологічної політики України до 2030 року [2], Концепції розвитку сільських територій до 2030 року [3], Національного плану управління відходами [4], а також зобов'язань України у межах Угоди про асоціацію з ЄС.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні наукові дослідження, присвячені тематичі поводження з відходами в сільському господарстві, висвітлюють широкий спектр питань – від кількісної оцінки обсягів до екологічного, енергетичного та управлінського аспектів.

Значна увага приділяється регіональному аналізу утворення та накопичення відходів. Виявлено, що темпи зростання обсягів рослинних залишків у деяких регіонах перевищують середні показники, що вимагає застосування системного підходу до планування їх переробки та утилізації [5]. Рекомендовано удосконалити моніторинг та звітність, зокрема в сільських громадах, де сільськогосподарські підприємства є основними утворювачами відходів.

Частина публікацій зосереджена на впровадженні елементів циркулярної економіки в аграрному виробництві. Акцент зроблено на можливості повторного використання залишків культур (соломи, стебел, лушпиння) для отримання біоенергії, компосту та органічних добрив. Відзначається, що впровадження таких практик дозволяє не лише зменшити навантаження на довкілля, але й підвищити ресурсну ефективність господарств [6].

Дослідження також торкаються питань класифікації аграрних відходів і виявляють значні розбіжності між фактичними та задекларованими обсягами, що надходять у систему обліку [7]. Окрема увага приділяється використанню сільськогосподарських залишків як сировини для біогазових установок, що дозволяє диверсифікувати джерела енергії в аграрному секторі [8].

У ряді робіт проаналізовано досвід зарубіжних країн щодо запровадження комплексних систем управління аграрними відходами, включаючи електронний облік, регіональні стратегії та економічне стимулювання утилізації [9].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття Попри наявність досліджень, присвячених загальним аспектам поводження з аграрними відходами, питання оцінки ефективності управління рослинними залишками на регіональному рівні залишається недостатньо розробленим. У більшості випадків аналіз зводиться до опису обсягів утворення чи потенціалу для утилізації, без урахування взаємозв'язків між кількісними показниками, способами оброблення відходів та динамікою змін у часовому розрізі.

Недостатньо дослідженою є також проблема достовірності статистичних даних щодо утилізації та видалення рослинних залишків, що ускладнює проведення комплексної оцінки ефективності існуючих механізмів управління. Крім того, відсутні систематизовані підходи до порівняльного аналізу питомих показників утворення відходів у прив'язці до обсягів виробленої продукції. [10].

Новизна дослідження. У межах проведеного дослідження вперше здійснено спробу комплексної оцінки ефективності поводження з рослинними відходами у сільському господарстві на прикладі Житомирської області на основі офіційних статистичних даних. Відмінною рисою дослідження є використання питомого показника утворення відходів у перерахунку на одиницю валової аграрної продукції як інтегрального індикатора рівня екологічної ефективності аграрного виробництва.

Запропоновано системний підхід до порівняльного аналізу обсягів утворення, утилізації, спалювання та видалення рослинних залишків з одночасним урахуванням їх динаміки у часовому розрізі. Такий підхід дозволяє ідентифікувати критичні етапи функціонування системи управління відходами та обґрунтувати необхідність адаптації локальних механізмів поводження з побічною біомасою до сучасних екологічних вимог.

Дослідження доповнює існуючу наукову базу у сфері агроєкології та управління відходами, формуючи передумови для розробки регіональних показників ефективності, які можуть бути використані при формуванні місцевих планів і програм екологічної безпеки.

Методологічне та загальнонаукове значення. Методологічне значення дослідження полягає у впровадженні кількісного підходу до оцінки ефективності поводження з рослинними відходами в аграрному секторі на основі питомих індикаторів. Запропонована система оцінювання базується на порівнянні динамічних рядів статистичних показників за елементами поводження з відходами: утворення, утилізація, спалювання, видалення та залишки на кінець періоду. Такий підхід забезпечує більшу об'єктивність аналітичних висновків порівняно з описовими або нормативно орієнтованими методами.

Загальнонаукове значення полягає у формалізації інструментів кількісного аналізу екологічної ефективності аграрного виробництва та уніфікації підходів до інтерпретації даних, які можуть бути адаптовані до інших регіонів або типів біологічних відходів. Запропонована методика сприяє розвитку міждисциплінарного діалогу між фахівцями у галузі агроєкології, статистики, економіки природокористування та регіонального управління.

Крім того, результати дослідження можуть бути використані як основа для розробки локальних систем моніторингу поводження з побічною аграрною продукцією, що відповідає сучасним вимогам екологічного врядування і концепції сталого розвитку.

Викладення основного матеріалу.

Житомирська область характеризується високим рівнем розвитку аграрного сектору, в межах якого щорічно утворюється значний обсяг різноманітних видів відходів. Серед них переважають відходи рослинного походження, що виникають у процесі вирощування сільськогосподарських культур, а також відходи тваринного походження та залишки хімічних засобів захисту рослин (ХЗЗР), включаючи непридатні препарати, використану тару та пакувальні матеріали [4].

Виробничу основу агропромислового комплексу області формують 2496 сільськогосподарських підприємств, 1246 фермерських господарств, 178,6 тис. особистих селянських господарств, а також близько 200 підприємств харчової та переробної промисловості [4].

Результати дослідження ґрунтуються на аналізі статистичних даних щодо утворення та оброблення рослинних відходів у Житомирській області за період 2014–2020 рр. Застосовано кількісні методи для виявлення динаміки змін та оцінки ефективності заходів управління відходами.

Для аналізу використано офіційні дані Головного управління Держпродспоживслужби в Житомирській області, що охоплюють період з 2014 по 2020 роки [4]. Основна увага зосереджена на показниках утворення, утилізації, спалювання, видалення та залишків рослинних відходів.

Згідно з представленими даними (рис. 1), найбільша кількість рослинних відходів зафіксована у 2014 році – майже 300 тис. тонн, після чого спостерігається різке зниження до мінімального рівня у 2020 році (32 тис. тонн). При цьому рівень утилізації відходів протягом досліджуваного періоду залишається значно нижчим за рівень їх утворення. Наприклад, у 2014 році утилізовано лише близько 4% від загального обсягу, а в 2020 – менш ніж 1%. Натомість, протягом ряду років спостерігається збільшення обсягів спалювання, що може свідчити про відсутність ефективних інфраструктурних рішень з переробки відходів.

Важливим є і показник залишків на кінець року: до 2018 року він був на рівні понад 70–90 тис. тонн,

Динаміка утворення та оброблення рослинних відходів у Житомирській області (2014–2020)

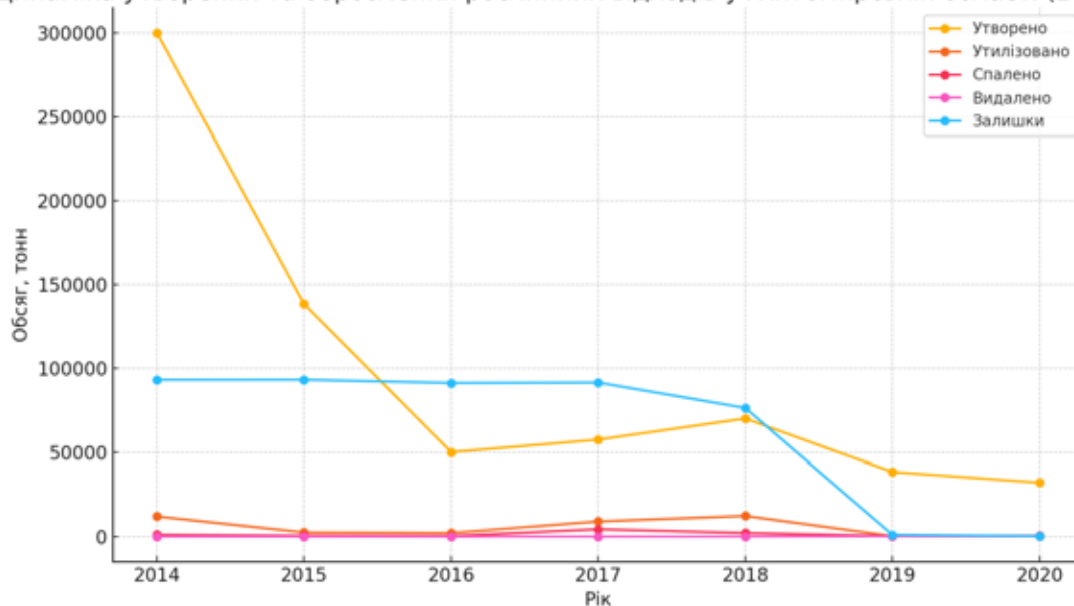


Рис. 1. Динаміка утворення та оброблення рослинних відходів у Житомирській області (2014–2020 рр.)
Джерело: Головне управління Держпродспоживслужби в Житомирській області



Рис. 2. Питомі показники утворення рослинних відходів у Житомирській області
Джерело: Головне управління Держпродспоживслужби в Житомирській області

а з 2019 року впав до 1005 т, і ще нижче – у 2020 році (263 тонн). Це свідчить або про різке зменшення обсягів накопичення відходів, або про зміну системи обліку і звітності.

Побудований графік дає змогу простежити основні тенденції та виявити критичні дисбаланси в системі поводження з аграрними відходами.

Найбільше занепокоєння викликає відносно високий рівень спалювання при відсутності відповідної утилізаційної інфраструктури, що створює ризики забруднення повітря та ґрунтів.

З метою виявлення тенденцій зміни рівня утворення рослинних відходів на одиницю валової продукції у розрізі основних видів аграрного виробни-

цтва Житомирської області за 2014–2020 рр. було побудовано графік питомих показників (рис. 2). Такий підхід дозволив здійснити порівняльну оцінку екологічної ефективності сільськогосподарської діяльності у динаміці та виявити особливості впливу інтенсивності виробництва на обсяг побічної продукції. Візуалізація спрямована на аналіз ресурсозбереження у зерновому господарстві, картоплярстві та ягідництві, що відіграють провідну роль у структурі аграрного сектору регіону.

Для зернових культур протягом досліджуваного періоду спостерігається чітка тенденція до зменшення питомих показників. У 2014 році вони перевищували 0,176 т. відходів на 1 т. продукції, натомість у 2020 році знизилися до рівня близько 0,013 т. Це може свідчити про впровадження більш раціональних технологій збирання, зменшення втрат, а також покращення обліку залишкової біомаси або зміни у структурі вирощуваних культур на користь менш відходоємних.

Для картоплі спостерігається подібна тенденція. У 2014 році питомі втрати становили приблизно 0,23 т на 1 т продукції, а в 2020 році – лише 0,018 т. Це свідчить про певний технологічний прогрес у сфері вирощування та зберігання коренеплодів, зокрема за рахунок впровадження сучасних сховищ та зменшення втрат на післязбиральному етапі. Зменшення питомих втрат для цієї групи

є особливо важливим, враховуючи значну роль картоплярства у регіоні.

Найбільш різкими та нестабільними є зміни показників для плодово-ягідної продукції. Починаючи з 2014 року, спостерігається значне зменшення питомих відходів з високим коефіцієнтом варіації, що пов'язано з невеликою загальною масою валової продукції цієї групи. У 2014 році значення становило 6,78 т на 1 т продукції, а в 2020 – вже лише 0,74 т. Така динаміка може бути обумовлена як розширенням обсягів інтенсивних плантацій із вищим коефіцієнтом використання біомаси, так і неточностями у звітності щодо побічної продукції плодів і ягід.

Побудовано концептуальну модель управління відходами, що утворюються внаслідок виробництва продукції рослинництва в Житомирській області (рис. 3). Запропонована модель ґрунтується на принципах економічної доцільності, екологічної безпеки та адаптивності до умов конкретного регіону. У подальшому розглянемо основні етапи її розроблення та практичного впровадження.

Першим етапом виступає аналіз джерел та обсягів утворення відходів, що передбачає обов'язкове проведення інвентаризації сільськогосподарських підприємств і фермерських господарств, які беруть участь у виробничому процесі. Цей етап супроводжується просторовим картографуванням джерел

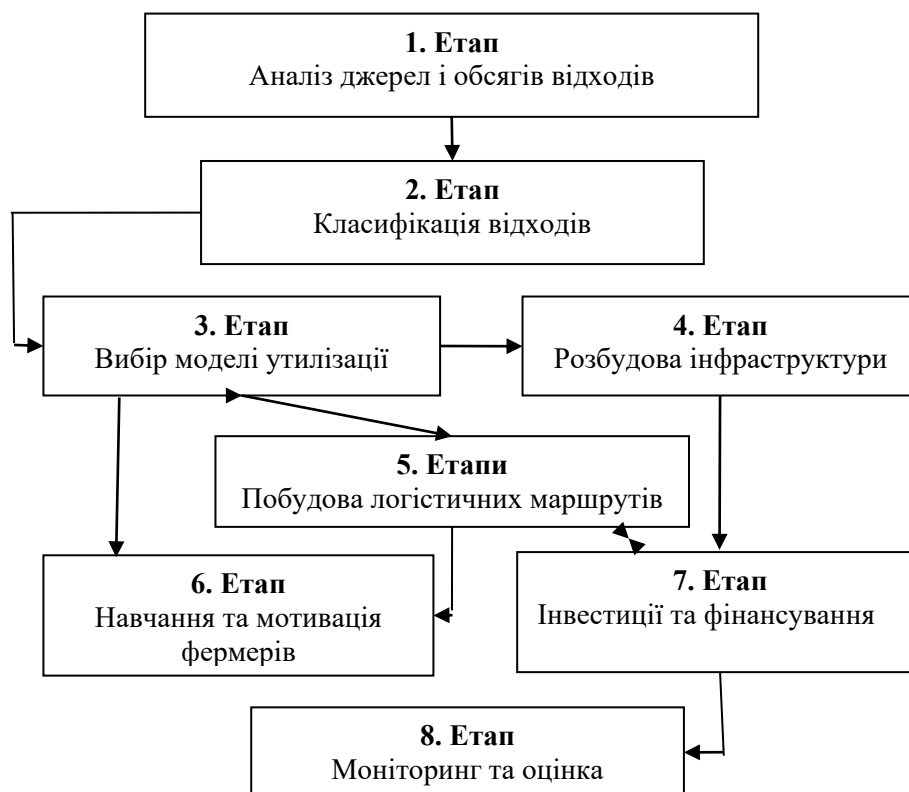


Рис. 3. Модель управління відходами від продукції рослинництва в Житомирській області

Джерело: власні дослідження

утворення залишків за допомогою геоінформаційних систем (ГІС).

Другим етапом є класифікація рослинних залишків відповідно до їх морфологічної структури та потенціалу для подальшої переробки. До основних категорій належать біомаса (солома, лушпиння, стебла), що придатна для компостування, виробництва біогазу або перетворення на паливні гранули (пелети).

На основі класифікації здійснюється вибір моделі утилізації, адаптованої до масштабів господарювання. Для дрібних фермерських господарств доцільним є використання локальних систем компостування. Середні господарства можуть застосовувати мобільні подрібнювачі та реалізовувати надлишкову біомасу. У межах аграрних кластерів можлива організація кооперативних установ із виробництва біогазу на базі спільного використання технічних і технологічних ресурсів.

Наступним етапом реалізації моделі є формування логістичної інфраструктури, що передбачає оптимізацію маршрутів збору рослинних відходів та визначення місць розташування локальних пунктів їх зберігання. Важливою складовою цього процесу є розбудова інженерно-технологічної інфраструктури, яка має відповідати вимогам ефективного використання біомаси. До таких об'єктів можуть належати біогазові установки, компостні майданчики, а також сервісні центри з обслуговування відповідної техніки.

З урахуванням особливостей попередніх етапів розробки моделі управління, на наступному кроці доцільним є пошук джерел фінансування та інвесторів, зацікавлених у впровадженні запропонованих рішень. Потенційними каналами фінансування можуть виступати програми підтримки Європейського Союзу, державні цільові фонди, а також формати державно-приватного партнерства, зокрема через залучення бізнесу до закупівлі та переробки сировини.

Окрему увагу слід приділити питанням навчання та підвищення кваліфікації учасників процесу. В межах реалізації моделі необхідно забезпечити проведення освітніх тренінгів, розробку інформаційних кампаній, а також формування системи мотивацій для фермерських господарств з метою сприяння переходу до нових форм екологічно орієнтованого управління залишками рослинного походження.

Завершальним етапом моделі є впровадження системи моніторингу та оцінки її ефективності. Передбачається використання механізмів екологічного та економічного аудиту, що дозволить здійснювати гнучке коригування управлінських рішень у відповідь на зміну умов функціонування аграрного сектору. Такий підхід сприяє не лише мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище, але й підвищенню ресурсної ефективності та соціально-економічної стабільності громад.

Запропонована модель управління відходами побудована відповідно до принципів сталого розвитку. Вона орієнтована на досягнення балансу між економічними вигодами, екологічною безпекою та соціальними потребами місцевого населення. У сфері поводження з рослинними залишками модель не лише забезпечує зменшення антропогенного навантаження, але й створює можливості для залучення відходів як ресурсу, здатного генерувати додану вартість та підвищувати якість життя в регіоні.

Висновки. Проведене дослідження засвідчило наявність структурних і динамічних зрушень у системі поводження з рослинними відходами у Житомирській області протягом 2014–2020 років. Основною тенденцією є зменшення загального обсягу утворення рослинних залишків, що, з одного боку, може бути зумовлено впровадженням новітніх агротехнологій, а з іншого – недосконалістю системи обліку побічної продукції. Показники утилізації залишаються на критично низькому рівні, не забезпечуючи належного екологічного ефекту, що вказує на неефективність інфраструктури з переробки біомаси. Підвищення обсягів спалювання відходів, зафіксоване в окремі роки, створює ризики для стану довкілля та є симптомом відсутності альтернативних рішень на місцях.

Особливу увагу приділено питомим показникам утворення рослинних відходів у розрахунку на одиницю виробленої продукції. Виявлено виразну тенденцію до зниження цих показників у трьох основних напрямках сільськогосподарського виробництва – зерновому господарстві, картоплярстві та ягідництві. Таке зниження свідчить про підвищення технологічної ефективності обробки культур, зменшення втрат урожаю, а також про часткову адаптацію виробників до принципів ресурсозбереження. Водночас, значні коливання питомих показників у плодово-ягідному секторі можуть бути ознакою неповного або нерегулярного обліку побічної продукції.

Інтеграція кількісних підходів до оцінки ефективності поводження з рослинними залишками, зокрема розрахунок питомих індикаторів, дозволила виявити приховані дисбаланси між обсягами виробництва та масштабами утворення відходів. Це створює підґрунтя для формування регіональних екологічних індикаторів, які можуть бути використані при плануванні політики поводження з аграрними відходами на рівні громад і територіальних одиниць.

Результати дослідження також вказують на потребу у впровадженні уніфікованої системи обліку залишкової біомаси, розвитку логістики з її збору та переробки, а також стимулювання локальних ініціатив із впровадження циркулярних рішень у сільському господарстві. Зокрема, перспективним є використання рослинних залишків як джерела біоенергії, субстрату для компостування або альтернативного сировинного ресурсу.

Перспективи дослідження. Результати проведеного дослідження відкривають низку напрямів для подальшого наукового опрацювання. Одним із ключових завдань є розширення просторово-часових меж аналізу шляхом залучення даних з інших регіонів України для здійснення порівняльної оцінки ефективності систем поводження з рослинними відходами. Такий підхід дозволить виявити міжрегіональні особливості та запропонувати адаптивні моделі управління, чутливі до специфіки аграрного виробництва на різних територіях.

Доцільним є також поглиблення методології прогнозування, зокрема шляхом застосування багатоваріантних регресійних моделей, які враховуватимуть додаткові змінні – структуру посівів, кліматичні умови, впровадження технологій біоутилізації

тощо. Це сприятиме підвищенню точності прогнозів і формуванню обґрунтованих управлінських рішень на місцевому рівні.

Окремої уваги заслуговує дослідження соціально-економічних чинників, які впливають на ефективність утилізації залишкової біомаси, а також оцінка впровадження політик стимулювання відповідальної поведінки аграрних суб'єктів. Перспективним є аналіз потенціалу використання рослинних відходів у системах відновлюваної енергетики та ґрунтового відновлення.

Урахування запропонованих підходів у подальших наукових розробках дозволить сформувати комплексну модель управління аграрними відходами, що відповідатиме вимогам сталого розвитку та екологічної безпеки.

Література

1. Україна. Кабінет Міністрів. Про затвердження Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 08 листопада 2017 р. № 820-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80> (дата звернення: 10.04.2025).
2. Україна. Верховна Рада. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28 лютого 2019 р. № 2697-VIII URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> (дата звернення: 10.04.2025).
3. Україна. Кабінет Міністрів. Про схвалення Концепції розвитку сільських територій: розпорядження Кабінету Міністрів України від 23 грудня 2020 р. № 1669-р URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1669-2020-%D1%80> (дата звернення: 10.04.2025).
4. Україна. Кабінет Міністрів. Про затвердження Національного плану управління відходами до 2030 року: постанова Кабінету Міністрів України від 20 лютого 2019 р. № 117 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/117-2019-%D0%BF> (дата звернення: 10.04.2025).
5. Жук П. Відходи сільського господарства в Україні: обсяги утворення та питання рециклінгу. *Екологічна політика та природокористування*. 2022. Вип. 3(155). С. 21-28. DOI: 10.36818/2071-4653-2022-3-4.
6. Духневич А. В., Карпінська Н. В. Стратегічне управління відходами в аграрному секторі для досягнення цілей сталого розвитку. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2025. Вип. 87(2). С. 187-194. DOI: 10.24144/2307-3322.2025.87.2.27.
7. Кухар О. В. Теоретико-правове визначення поняття «відходи сільського господарства». *Право. Людина. Довкілля*. 2021. Т. 12. № 1. С. 75-84. DOI: 10.31548/law2021.01.008.
8. Токарчук Д. М. Управління ефективним використанням сільськогосподарських відходів для виробництва біогазу. *Облік і фінанси*. 2018. № 3(81). С. 133-139.
9. Усата Н. Світовий досвід ефективного управління відходами агропромислового виробництва. *Acta Academiae Beregsiensis. Economics*. 2023. № 4. С. 112-117. DOI: 10.58423/2786-6742/2023-4-153-163.
10. Методичні рекомендації щодо оцінки (прогнозування) обсягу та складу відходів URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2024/12/1569nMetodychni.docx> (дата звернення: 10.04.2025).