

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ КОМБІКОРМОВОГО ВИРОБНИЦТВА

О. П. ГЕРАСИМЧУК, кандидат сільськогосподарських наук
Уманський національний університет

Стаття присвячена аналізу екологічних аспектів комбікормового виробництва в умовах України. Проаналізовано екологічну політику комбікормових підприємств різних регіонів України, визначено основні проблеми у впровадженні природоохоронних технологій, представлено рекомендації щодо зменшення навантаження на довкілля шляхом модернізації виробничих процесів, удосконалення систем очищення повітря та стічних вод, підвищення ефективності поводження з відходами. Встановлено, що досягнення екологічної безпеки у комбікормовому виробництві є можливим лише за умов системного підходу, який поєднує екологічні, економічні та технологічні рішення.

Ключові слова: комбікормова промисловість, екологія, довкілля, викиди, енергозбереження.

Постановка проблеми. Розвиток комбікормового виробництва є необхідною умовою інтенсифікації тваринництва та підвищення продовольчої безпеки України. Проте його впровадження супроводжується істотним антропогенним тиском на довкілля. До основних проблем належать: забруднення атмосферного повітря пилом і леткими речовинами, утворення виробничих і побутових відходів, споживання великих обсягів води та енергії, а також ризики деградації ґрунтів [1, 2]. З огляду на це, екологічні аспекти комбікормового виробництва потребують наукового аналізу й пошуку ефективних засобів зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Комбікормова промисловість України є стратегічно важливою складовою агропромислового комплексу. З огляду на потребу в інтенсивному розвитку тваринництва, попит на повнораціонні комбікорми стабільно зростає. Ця галузь забезпечує не лише виробництво збалансованих кормів, а й стабільність аграрного експорту, продовольчу безпеку та збереження поголів'я сільськогосподарських тварин [3, 4]. Проте, на тлі технологічного зростання комбікормове виробництво формує значне техногенне навантаження на навколишнє природне середовище. Більшість комбікормових підприємств зосереджена у регіонах з високою аграрною активністю — Київській, Черкаській, Полтавській, Харківській, Вінницькій областях. Саме там екологічні виклики стають особливо актуальними: спостерігаються перевищення нормативів викидів в атмосферне повітря, неконтрольоване утворення відходів, втрата родючості ґрунтів, забруднення поверхневих і підземних вод.

Основними джерелами екологічних проблем є:

1. Викиди у повітря. Під час процесів подрібнення, змішування, гранулювання та фасування комбікормів утворюються великі обсяги пилу,

збагаченого органічними речовинами, мікотоксинами, алергенами. До повітря також потрапляють залишки аміаку, летких жирних кислот, продуктів згоряння з енергетичних установок.

2. Стічні води. Змивання поверхонь, технологічне очищення обладнання, витоки з бункерів та транспортних систем призводять до утворення забруднених вод з високим вмістом органічних речовин, мийних засобів, масел.

3. Відходи виробництва. До них належать лушпиння зерна, пил, непридатна продукція, пакувальні матеріали, залишки сипких компонентів. Часто ці відходи не утилізуються належним чином, забруднюючи довкілля.

4. Шумове навантаження та вібрація, які впливають як на здоров'я працівників, так і на мешканців прилеглих населених пунктів.

У багатьох випадках технологічне обладнання на підприємствах застаріле, що ускладнює впровадження енергоефективних, екологічно безпечних рішень. Недостатній рівень екологічної відповідальності власників підприємств, брак інвестицій у природоохоронні заходи, обмежене застосування міжнародних стандартів екологічного менеджменту (зокрема ISO 14001) також є перешкодами на шляху до екологізації галузі [5].

Законодавча база в Україні хоч і регламентує вимоги до охорони повітря, вод, ґрунтів, проте практичне її застосування на комбикормових підприємствах залишається непослідовним [6, 7]. Відсутність обов'язкових екологічних аудитів, формальне проходження екологічної експертизи, відсутність електронного моніторингу викидів створюють умови для прихованих або несанкціонованих впливів на довкілля. Особливо критичною є ситуація із утворенням органічних залишків, які при неналежному зберіганні стають джерелом гниття, утворення метану, привертають гризунів та комах, створюють санітарно-епідеміологічні ризики [8].

Таким чином, зростання комбикормового виробництва вимагає системного вирішення питань його впливу на довкілля. Необхідно не лише досліджувати масштаби забруднення, а й напрацьовувати практичні рішення, які б дозволили мінімізувати техногенне навантаження через модернізацію виробничих ліній, вторинну переробку відходів, цифровізацію моніторингу, впровадження інноваційних технологій очищення та рекуперації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика екологізації агропромислового комплексу широко висвітлюється у працях вітчизняних та зарубіжних дослідників. Зокрема, науковцями [9–11] проаналізовано вплив агропідприємств, у тому числі комбикормових, на стан атмосферного повітря та ґрунтів. Дослідження Тищенко С. Ф. [12] та Кравченко С. В. [13] присвячено екологічній оцінці тваринницьких та комбикормових підприємств, включаючи проблеми очищення викидів та повторного використання органічних відходів. Разом з тим, комплексний аналіз екологічного навантаження саме комбикормової промисловості в контексті сталого розвитку залишається недостатньо дослідженим, що й зумовило актуальність цієї статті.

У науковій літературі екологічні проблеми агропромислового виробництва розглядаються переважно в контексті впливу сільськогосподарської діяльності на довкілля в цілому [2, 3, 14]. Окремі публікації присвячені тваринництву,

переробці сільськогосподарської продукції, меншою мірою – комбікормовій промисловості як самостійній галузі, що утворює техногенні загрози. У працях Іванюти І. І. [10] аналізується вплив аграрного виробництва на якість повітря, зокрема, викиди у процесі переробки зернових. Автор відзначає високий рівень пилових викидів, які можуть містити токсичні речовини, спричинені застосуванням обробленої сировини (із залишками пестицидів, добрив, мікотоксинів).

Значному забрудненню повітря в зоні дії комбікормових підприємств та його зв'язку зі слабкою роботою аспіраційних систем, відсутністю фільтрів тонкої очистки, неорганізованими викидами з вікон, щілин і вентиляційних отворів присвячені дослідження Веклича О. О. [1]. У роботі Шевченко Л. М. [4] подано результати досліджень екологічного стану територій поблизу комбікормових заводів на Слобожанщині. Зокрема, йдеться про випадки перевищення гранично допустимих концентрацій пилу на 20–30 %, наявність забруднення ґрунтів залишками кормової сировини та мастильних матеріалів.

Кравченко С. В. та Тищенко С. Ф. [12, 13] розглядають комбікормову промисловість у контексті інтегрованої оцінки аграрного впливу на водне середовище. Автори наголошують, що у понад 50 % підприємств не існує власних очисних споруд, а стічні води передаються на міські очисні системи без попередньої очистки. Окрему увагу приділено питанням поводження з відходами. На думку дослідників з Інституту агроєкології НААН України, найбільш екологічно доцільною є переробка лушпиння, пилу, зіпсованих кормів у біогаз або компост. Натомість більшість підприємств здійснює їх складування на відкритих ділянках, що призводить до вторинного забруднення атмосфери та ґрунтів [8, 15]. У контексті екологічного управління важливим є впровадження стандартів ISO 14001 [5], які передбачають наявність системного підходу до контролю за впливами, зменшення енергоспоживання та кількості відходів. Проте, згідно з даними ДП "УкрНДНЦ", лише близько 10 % комбікормових підприємств мають сертифікацію за цим стандартом, що свідчить про низький рівень екологічної свідомості менеджменту [7].

Таким чином, більшість доступних досліджень торкаються лише окремих аспектів проблеми: забруднення повітря або вод, поводження з відходами, енергоефективність. Відсутній комплексний міждисциплінарний підхід, який поєднує технічні, економічні, правові та екологічні аспекти функціонування комбікормових підприємств. Саме цій прогалині і присвячена дана стаття.

Мета роботи – оцінка екологічного впливу комбікормового виробництва в Україні, виявлення основних джерел забруднення та розроблення рекомендацій для зниження техногенного навантаження на довкілля шляхом впровадження ресурсозберігаючих та безвідходних технологій.

Методика дослідження. У дослідженні використано методи: системного аналізу, порівняльного екологічного моніторингу, експертного оцінювання впливів, аналізу статистичних даних з реєстрів забруднювачів, візуального обстеження виробничих об'єктів. Розглянуто приклади діяльності комбікормових заводів у Київській, Черкаській та Вінницькій областях.

Результати досліджень. Комбікормові підприємства мають декілька типових джерел негативного впливу: забруднення дрібнодисперсним пилом (переважно зернового походження), аміаком, формальдегідом, продуктами згоряння; забруднення стічними водами – вміст органічних речовин, жирів, залишків кормів, мийних засобів та мастил; забруднення відходами – лушпиння, пил, обрізки упаковки, зіпсовані продукти, промаслені ганчірки.

За результатами екологічного обстеження встановлено, що більшість комбікормових заводів потребує модернізації систем аспірації, впровадження локальних очисних споруд і роздільного збирання відходів. Успішним є досвід використання відходів комбікормового виробництва для виробництва біогазу або як сировини для біоконверсії (личинками чорної мухи *Hermetia illucens*).

Для визначення рівня техногенного навантаження комбікормового виробництва на довкілля було проведено комплексне дослідження комбікормових підприємств у різних регіонах України (Київській, Вінницькій, Черкаській областях) за кількома напрямками: якісний та кількісний аналіз викидів у повітря, аналіз складу стічних вод, облік утворення відходів, а також оцінка ефективності роботи природоохоронних систем і екологічного менеджменту [6]. Встановлено, що головним видом забруднення на всіх етапах технологічного процесу комбікормового виробництва є пил. Основні джерела пилових викидів: дробарки, змішувачі, норії, аспіраційні системи, елеватори, преси-гранулятори, транспортери. Пил комбікормовий має складну органічну природу – до його складу входять частинки зернових, протеїнових добавок, жирових компонентів, мінеральних домішок, а також мікотоксини та алергени.

У середньому концентрація пилу у робочій зоні безпосередньо біля джерел викиду складала від 2,8 до 4,5 мг/м³, що перевищує гранично допустиму концентрацію (ГДК) у 1,5–2,2 рази. При цьому у віддалених зонах (30–50 м від виробничого корпусу) концентрація знижувалася до 0,7–1,3 мг/м³, проте у вітряну погоду – підвищувалася на 30–40 %.

Аналіз стану аспіраційних систем показав, що на 60 % підприємств використовуються лише первинні фільтри (тканинні мішки), які втрачають ефективність уже через 2–3 місяці експлуатації. На деяких підприємствах були встановлені циклони та рукавні фільтри, які затримували до 80 % пилу, проте через зношеність ущільнювачів частина викидів потрапляла в атмосферу поза фільтраційними системами. Повна відсутність електрофільтрів та систем рекуперації тепла є спільною проблемою.

Стічні води комбікормових підприємств виявилися багатими на органічні речовини, зокрема через змивання залишків кормів, жирових добавок, а також через використання мийних засобів при санітарному обробленні обладнання. На декількох підприємствах стічні води зливаються у міську каналізацію без попередньої біологічної або механічної очистки, що підвищує навантаження на комунальні очисні споруди. На одному з досліджених заводів у Вінницькій області встановлена локальна очисна станція (решітки, відстійники, біофільтр), яка забезпечує зниження БСК на 60–65 %, проте вміст органіки залишається вищим за норматив. Особливе занепокоєння викликає наявність випадкових витоків стоків під час аварій або надлишкового заповнення резервуарів, що

спричиняє забруднення ґрунтових вод і ґрунтів. Середній обсяг утворення твердих виробничих відходів становить: пил кормовий – 4–6 кг/т готової продукції; лушпиння, полови – до 1,5 % від загального обсягу переробленого зерна; залишки зіпсованої продукції – до 2 %; мішки з-під добавок, упаковка – до 300 кг/міс.

На всіх підприємствах зафіксовано відсутність системного підходу до сортування відходів. Пил переважно зберігається у відкритих контейнерах або накопичувачах на території, де під впливом вітру частково розноситься навколо. Вологі відходи (наприклад, зіпсовані корми) зазвичай вивозяться на сміттєзвалища без попередньої обробки, хоча могли би бути сировиною для компостування чи біогазових установок.

Важливим екологічним аспектом є не лише забруднення, а й загальна ресурсна ефективність. Питоме споживання електроенергії на виробництво 1 тонни комбікорму становить: у середньому – 120–170 кВт·год/т; на підприємствах із модернізованим обладнанням – 95–110 кВт·год/т. Основні енергоспоживачі: дробарки (40 %), системи подачі та змішування (25 %), гранулятори (20 %), вентиляція та аспірація (15 %). Встановлення частотних перетворювачів на двигуни дозволяє знизити споживання на 10–12 %.

Щодо шумового навантаження, вимірювання в межах підприємств показали рівень 82–96 дБ, що перевищує гігієнічну норму (85 дБ) і вимагає звукоізоляції. У прилеглих до виробництва житлових зонах (до 200 м) рівень шуму не перевищував 60–65 дБ, але в нічний час створював дискомфорт для мешканців. Лише деякі з обстежених підприємств мають інтегровану систему екологічного менеджменту відповідно до ISO 14001 [9]. При цьому документація ведеться фрагментарно, відсутній моніторинг викидів у режимі реального часу, паспортизація фільтрувального обладнання – формальна.

Підприємства комбікормового виробництва часто розміщуються в межах населених пунктів або поблизу них. За результатами опитування мешканців прилеглих до комбікормових заводів сіл: 58 % респондентів скаржаться на пилові викиди у суху погоду; 40 % – на неприємні запахи; 22 % – на шумове забруднення; 17 % – на зниження врожайності присадибних ділянок. Це свідчить про наявність значного соціального тиску на галузь, що потребує формування політики соціальної відповідальності та відкритості екологічної інформації.

Висновки. Комбікормове виробництво чинить помітний тиск на природне середовище, проте за умови впровадження сучасних технологій та екологічного менеджменту його негативний вплив може бути суттєво зменшений. Необхідними є: модернізація систем аспірації та фільтрації; очищення стічних вод; вторинне використання відходів; впровадження енергозберігаючих технологій; створення систем екологічного моніторингу на підприємствах.

Подальші дослідження повинні бути спрямовані на розробку галузевих екологічних стандартів та методик комплексної оцінки впливу комбікормових підприємств на довкілля.

Література:

1. Веклич О. О., Ткаченко Л. В. Енергоефективність технологічних процесів у виробництві кормів. *Інженерія природокористування*. 2023. № 2. С. 76–81.
2. Дудар Т. Г., Гаврилюк І. А. Оцінка екологічного впливу комбикормових заводів в Україні. *Екологічні науки*. 2021. № 2(35). С. 112–119.
3. Ситник К. М., Шевченко І. І. Оцінка впливу комбикормових підприємств на атмосферне повітря в регіональному розрізі. *Природокористування і охорона довкілля*. 2023. № 1. С. 41–48.
4. Шевченко Л.М. Екологічна оцінка діяльності комбикормових заводів. Харків: ХНАУ, 2021. 156 с.
5. ISO 14001:2015 *Environmental Management Systems. Requirements with guidance for use*. International Organization for Standardization, 2015. 30 с.
6. ДСТУ ISO 14001:2015 *Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування*. Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2016.
7. *Звіт про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2022 році*. Міндовкілля України. Київ, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2023. 185 с.
8. Савчук Н. О. Поводження з відходами виробництва у харчовій промисловості. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2022. № 3(118). С. 83–87.
9. Бабенко В. О. Екологічна безпека аграрного виробництва: монографія. Київ: Центр учбової літератури, 2020. 312 с.
10. Іванюта І. І. Екологічна безпека агропромислового комплексу України. К.: Агропромвидав, 2019. 248 с.
11. Пащенко О.М. Проблеми забруднення повітря в аграрному секторі. *Екологічний вісник*. 2020. №2. С. 45–49.
12. Тищенко С.Ф., Кравченко В.В. Вплив агровиробництва на водне середовище. *Наукові праці УААН*. 2022. Т. 35. С. 102–108.
13. Кравченко С. В. Техногенне навантаження та його вплив на якість довкілля. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 4. С. 24–29.
14. Василенко О. В., Паламарчук М. О. Системи аспірації та очищення повітря на підприємствах комбикормової промисловості. *Вісник НУБіП України*. Серія: Техніка та енергетика АПК. 2021. Вип. 1. С. 55–61.
15. Закон України «Про управління відходами» від 20.06.2022 № 2320-IX [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text>

References:

1. Veklych O. O., Tkachenko L. V. (2023). Energy efficiency of technological processes in feed production. *Environmental Engineering*, no. 2, pp. 76–81. [in Ukrainian].
2. Dudar T. H., Havryliuk I. A. (2021). Assessment of the environmental impact of feed mills in Ukraine. *Environmental Sciences*, no. 2 (35), pp. 112–119. [in Ukrainian].
3. Sytnyk K. M., Shevchenko I. I. (2023). Assessment of the impact of feed enterprises on atmospheric air at the regional level. *Nature Management and Environmental Protection*, no. 1, pp. 41–48. [in Ukrainian].

4. Shevchenko L. M. (2021). *Ecological assessment of feed mills*. Kharkiv: KhNAU. [in Ukrainian].
5. ISO. (2015). *ISO 14001:2015 Environmental management systems. Requirements with guidance for use*. International Organization for Standardization.
6. Derzhstandart of Ukraine. (2016). *DSTU ISO 14001:2015 Environmental management systems. Requirements and guidance for use*. Kyiv: SE “UkrNDNC”. [in Ukrainian].
7. Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. (2023). *Report on the state of the environment in Ukraine in 2022*. Kyiv: Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. [in Ukrainian].
8. Savchuk N. O. (2022). Management of production waste in the food industry. *Engineering, Energy, Transport of AIC*, no. 3 (118), pp. 83–87. [in Ukrainian].
9. Babenko V. O. (2020). *Environmental safety of agricultural production*. Kyiv: Center for Educational Literature. [in Ukrainian].
10. Ivaniuta I. I. (2019). *Environmental safety of Ukraine's agro-industrial complex*. Kyiv: Agroindustrial Publishing. [in Ukrainian].
11. Pashchenko O. M. (2020). Problems of air pollution in the agricultural sector. *Environmental Bulletin*, no. 2, pp. 45–49. [in Ukrainian].
12. Tyshchenko S. F., Kravchenko V. V. (2022). Impact of agricultural production on the aquatic environment. *Scientific Works of NAAS*, no. 35, pp. 102–108. [in Ukrainian].
13. Kravchenko S. V. (2020). Technogenic load and its impact on environmental quality. *Agroecological Journal*, no. 4, pp. 24–29. [in Ukrainian].
14. Vasylenko O. V., Palamarchuk M. O. (2021). Aspiration and air purification systems at feed industry enterprises. *Bulletin of NULES of Ukraine. Series: Engineering and Energy of AIC*, no. 1, pp. 55–61. [in Ukrainian].
15. Verkhovna Rada of Ukraine. (2022, June 20). *Law of Ukraine “On Waste Management”* No. 2320-IX. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text> [in Ukrainian].

Annotation

Herasymchuk O. P.

Ecological aspects of compound feed production

Modern agro-industrial production in Ukraine largely relies on the development of animal husbandry, the efficiency of which directly depends on the provision of high-quality feed. The compound feed industry, playing a key role in this process, simultaneously poses a number of environmental threats associated with the emission of pollutants, the generation of organic and inorganic waste, and the consumption of water and energy resources. The environmental impact of compound feed production facilities includes air pollution with dust, ammonia, and volatile organic compounds, as well as soil and water contamination due to unauthorized discharge of wastewater, formation of sludge, residues of grain raw materials, lubricants, and chemicals.

This article is dedicated to the analysis of ecological aspects of compound feed production in Ukraine, highlighting the main sources of technogenic pressure on the environment, reviewing current regulatory documents in the field of environmental

protection, assessing risks to ecosystems, and providing suggestions for minimizing negative impacts. Particular attention is paid to energy efficiency at enterprises, environmental monitoring, and implementation of sustainable development principles, including circular economy, recycling, bioconversion, and the transition to zero-waste technologies. The study analyzes the environmental policies of compound feed enterprises in various regions of Ukraine, identifies key issues in the implementation of environmental protection technologies, and presents recommendations for reducing environmental pressures through modernization of production processes, improvement of air and wastewater treatment systems, and increasing the efficiency of waste management. It is established that achieving environmental safety in compound feed production is possible only through a systematic approach that integrates environmental, economic, and technological solutions.

Key words: compound feed industry, ecology, environment, emissions, energy saving.

УДК: 633.11:631.81:632.956

DOI: 10.32782/2415-8240-2025-106-1-426-435

ФІЗІОЛОГІЧНІ ЗМІНИ В РОСЛИНАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ДІЇ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ

І. Б. ЛЕОНТЮК, кандидат сільськогосподарських наук,

М. І. ПАРУБОК, кандидат біологічних наук,

Л. В. РОЗБОРСЬКА, кандидат сільськогосподарських наук

Уманський національний університет

У статті висвітлено результати трирічних досліджень щодо впливу мікробіологічних препаратів на фізіолого-біохімічні показники та продуктивність пшениці озимої. Встановлено, що передпосівна обробка насіння біопрепаратами (Екофосфорин, Мікрогумін, Поліміксобактерин) сприяє активізації фотосинтетичних процесів, зростанню площі листової поверхні, вмісту хлорофілів та чистої продуктивності фотосинтезу. Найвищі значення цих показників спостерігалися у варіанті з Поліміксобактерином, де також зафіксовано максимальний приріст урожайності — до 34 % у порівнянні з контролем. Отримані результати підтверджують доцільність застосування мікробних препаратів як ефективного екологічного інструменту підвищення врожайності пшениці озимої.

Ключові слова: пшениця озима, мікробні препарати, площа листя, чиста продуктивність фотосинтезу, урожайність.

Постановка проблеми. Зернове виробництво в Україні займає провідне місце серед галузей національного господарства, адже саме воно забезпечує продовольчу стабільність та зміцнює економічну безпеку держави. Однак, упродовж останніх років на ефективність цієї сфери помітно впливають