

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ БОРОШНОМЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ В УКРАЇНІ

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

Розглянуто екологічний вплив борошномельної галузі як однієї з провідних ланок агропромислового комплексу. Проаналізовано сучасний стан розвитку галузі, окреслено основні чинники негативного впливу на довкілля: утворення борошняного пилу, шумове навантаження, викиди в атмосферу, споживання водних і енергетичних ресурсів, утворення відходів. Проведено огляд останніх наукових досліджень, присвячених питанням екологізації виробництва в харчовій промисловості, зокрема у борошномельному секторі. Визначено невирішені проблеми, серед яких – відсутність ефективних технологій комплексної утилізації відходів, недостатнє використання відновлюваних джерел енергії, обмежене застосування міжнародних екологічних стандартів. У статті обґрунтовано необхідність впровадження систем екологічного менеджменту, енергозбереження та використання найкращих доступних технологій на українських млинах. Запропоновано напрями подальших досліджень, пов'язані з оцінкою вуглецевого сліду, цифровізацією виробничих процесів і розвитком циркулярної економіки.

Ключові слова: борошномельна галузь, екологічний вплив, відходи, пил, енергозбереження, довкілля.

Постановка проблеми. Борошномельна галузь є одним із базових сегментів харчової промисловості України, адже забезпечує населення та підприємства харчовими продуктами першої необхідності. Водночас сучасний розвиток харчових технологій супроводжується зростанням техногенного навантаження на довкілля. Викиди пилу, парникових газів, стічні води та виробничі відходи, що утворюються на млинах, формують комплекс екологічних ризиків.

Проблема посилюється застарілим обладнанням значної кількості підприємств, відсутністю систем енергоефективності та низьким рівнем інтеграції європейських екологічних стандартів. У період воєнних дій галузь зазнала додаткових втрат, проте її відновлення створює можливості для переходу на екологічно безпечні технології. Таким чином, дослідження впливу борошномельної промисловості на навколишнє середовище та пошук шляхів його зменшення є актуальним науковим і практичним завданням.

Основні екологічні проблеми борошномельної галузі пов'язані з кількома перехресними напрямками: енергетичними витратами й парниковим слідом, емісіями пилу й інших забруднювачів у повітря, утворенням органічних та пакувальних відходів, забрудненням стічних вод, а також із питаннями охорони праці (шкідливі впливи працівників) [1]. Крім класичних галузевих чинників, для України критичною є ще й вразливість виробництва до руйнувань інфраструктури, переривань поставок і логістичних обмежень, що підсилює

ризиків неконтрольованих викидів, неналежного поводження з відходами та зниження екологічних стандартів у кризових умовах. Такі мультифакторні загрози вимагають системного підходу до оцінки та регулювання впливів [2].

Процеси зберігання зерна, його сушіння, помел, кондиціонування і зберігання споживають значні обсяги електроенергії та тепла. Більшість діючих потужностей організовані на застарілому обладнанні або обладнанні з низькою енергоефективністю. Це веде до підвищених експлуатаційних витрат і збільшеного вуглецевого сліду підприємств. Хоча в європейських практиках спостерігається тенденція до енергозбереження на борошномельних підприємствах, в Україні темпи модернізації й впровадження енергоощадних технологій залишаються недостатніми через обмеження інвестицій, воєнні ризики та дисбаланс ринку. Високе енергоспоживання також робить галузь чутливою до коливань цін на енергоносії, що може стимулювати використання менш екологічних резервних джерел енергії у кризових ситуаціях [3].

Помел зерна і допоміжні операції (очищення, розвантаження, транспортування повітряними потоками) генерують великі маси пилу (алергенного та органічного походження). Пил із борошна та зерна – це не лише проблема для технологічної безпеки (високий ризик вибухів пилу), але й вагома екологічна та охоронно-гігієнічна проблема: пилові аерозолі знижують якість навколишнього повітря, впливають на здоров'я працівників і населення поблизу підприємств (респіраторні захворювання, алергії) [4]. Брак ефективних систем аспірації, недостатність фільтрації або неналежне її обслуговування сприяють локальним і транскордонним викидам. Дослідження охорони праці також пов'язують тривалу експозицію до дрібного пилу з посиленими ризиками хронічних захворювань у працівників [5].

Технологічні процеси борошномельних підприємств включають миття обладнання, охолодження, видалення залишків продукту, що породжує стоки з підвищеним вмістом органічних речовин та зважених твердих частинок. Належна система очищення й поводження зі стічними водами (локальні очисні споруди, нейтралізація, осадження) не завжди впроваджена, особливо на малих і середніх підприємствах. Це створює ризики евакуації забруднюючих речовин у місцеві водні об'єкти й ґрунти, впливаючи на якість води й біорізноманіття. Проблема поглиблюється за умов порушення інфраструктури та обмеженого доступу до технічного обслуговування у зонах конфлікту.

Відходи борошномельного виробництва можуть мати як потенціал для вторинного використання (корм, біопаливо, добрива), так і створювати проблеми при неналежному управлінні (загнивання органіки, шкідники, запахи) [6]. В Україні існує нерівномірність у впровадженні циклічних схем поводження: частина великих заводів успішно реалізує побічні продукти (висівки – як корм або енергетичне паливо), тоді як малий бізнес часто не має можливостей для їхньої переробки [2]. Невпорядковане складування й зберігання відходів підвищує ризики забруднення ґрунтів, поширення шкідників та виникнення біогазових емісій.

В Україні бракує спеціалізованих екологічних стандартів для борошномельних підприємств. Проблемою є також відсутність фінансових стимулів для впровадження найкращих практик [7, 8].

Сукупність зазначених факторів погіршує якість повітря та води, підвищує ризики для здоров'я працівників, стимулює деградацію ґрунтів і збільшує викиди парникових газів [9]. Це створює загрози як для довкілля, так і для конкурентоспроможності галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні п'ять років наукові публікації й аналітичні звіти підкреслюють, що екологічні ризики борошномельної галузі в Україні мають багатокomпонентний характер і пов'язані як з технологічними особливостями помелу, так і з макроекономічними чинниками (війна, енергетична нестабільність, логістичні збої). Міжнародні та національні огляди відзначають потребу в «зеленому відновленні» харчової індустрії, зокрема через модернізацію обладнання, підвищення енергоефективності і впровадження циркулярних підходів до відходів. UNIDO [8] та суміжні ініціативи підкреслюють необхідність сектор-специфічних планів дій для перетворення харчової промисловості в більш екологічно стійку систему [10]. Автори, що аналізують вплив війни на агропродовольчі ланцюги, вказують на подвійний ефект: прямі пошкодження інфраструктури (елеваторів, млинів, комунікацій), а також опосередковане послаблення інвестиційної спроможності, що стримує впровадження екотехнологій [11–13]. Це підсилює ризики для довкілля через використання застарілого обладнання, неналежне поводження з відходами та тимчасове зниження виконання екологічних вимог.

Питання енергоефективності – один із провідних напрямів сучасних досліджень у харчовій промисловості України. Дослідження та аналітичні звіти відзначають, що процеси зберігання, сушки й помелу зерна є енергоємними; значна частина обладнання вітчизняних млинів потребує модернізації [3, 8, 14]. Експерти наголошують: безцільна експлуатація старих сушильних агрегатів і компресорів призводить до підвищеного споживання палива й електроенергії, а отже – до зростання вуглецевого сліду сектора.

Один із найбільш конкретизованих наукових напрямків – дослідження пиловиділення на елеваторах і млинах та впливу борошняного пилу на здоров'я працівників і навколишнє середовище. Праці українських інженерів та гігієністів описують склад пилових фракцій, характер їхнього утворення (розвантажувальні воронки, сортувальні установки, помели), а також пов'язані ризики вибуху та поширення алергенів. Лабораторні дослідження вказують на високий рівень дрібнодисперсного органічного пилу, що підвищує ймовірність хронічних респіраторних захворювань у працівників без належного контролю [4, 15].

Висівки – основний побічний продукт помелу, у світовій практиці широко використовують як кормову добавку, компонент комбікормів або для виробництва біопалива і добрив. В Україні є дослідження та практичні кейси, що демонструють економічний і екологічний потенціал вторинного використання висівків, але масштаб впровадження залишається неоднорідним: великі підприємства інтегрують ці потоки у бізнес-моделі, малі – часто накопичують або неконтрольовано утилізують відходи [7, 11].

Підсумовуючи позиції науковців і аналітиків, можна виділити консолідовані рекомендації: модернізація енергетичної частини (рекуперація тепла, енергоефективні приводи, використання відновлюваних джерел); системи контролю пилу: встановлення сучасних аспірацій та фільтрації, регулярний моніторинг і охорона праці; управління стічними водами: запровадження локальних очисних модулів і передочищення; циркулярне використання висівок та відходів: стандартизація побічної продукції і розвиток локальних ринків кормів/добрих/біопалива; інституційна підтримка: фінансові інструменти, галузеві стандарти й програми технічної допомоги (UNIDO-roadmap як базова модель).

Мета роботи – комплексне дослідження екологічного впливу борошномельної галузі України та визначенні шляхів його мінімізації.

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.

Результати досліджень. Сьогодні в Україні функціонує понад 200 середніх і великих борошномельних підприємств, розташованих у регіонах із високим рівнем зерновиробництва, а також тисячі малих млинів. Найбільша концентрація підприємств спостерігається у центральних та південних областях країни, де традиційно вирощують пшеницю, ячмінь і кукурудзу. Галузь характеризується різноманітністю технологічних схем, які включають очищення зерна, помел, сортування борошна, фасування та пакування. Виробництво охоплює як хлібопекарське, так і кондитерське борошно, а також спеціальні види продукції, такі як борошно із збагаченням вітамінами або білком.

Важливим аспектом є структура власності підприємств: більшість великих заводів належить приватним компаніям, проте є й державні млини та кооперативи, які відіграють роль регіональних постачальників борошна. Середні і малі підприємства переважно забезпечують локальні ринки, а великі підприємства орієнтовані на внутрішнє та експортне постачання. Основними споживачами продукції є хлібопекарські комбінати, кондитерські фабрики, ресторани, а також населення через роздрібну мережу.

За останні роки спостерігається тенденція модернізації виробництва та впровадження нових технологій, таких як автоматизовані системи контролю якості зерна та борошна, цифрові системи управління технологічними процесами, сучасні аспіраційні та очищувальні установки. Проте значна частина підприємств продовжує працювати на обладнанні, що експлуатується понад 15–20 років, що обмежує ефективність виробництва та підвищує екологічне навантаження.

Виробничий потенціал борошномельної галузі України є значним: щорічне виробництво борошна становить приблизно 5–6 млн тон, з яких близько 10–15 % спрямовується на експорт. Основними зовнішніми ринками збуту українського борошна є країни Близького Сходу, Північної Африки та Європи. Українське борошно користується попитом завдяки високим якісним характеристикам,

таким як білкова цінність, вміст клейковини та стабільність технологічних властивостей.

Галузь є ресурсомісткою та енергоємною. Проблеми галузі пов'язані із застарілими технологічними схемами, недостатнім рівнем автоматизації, високими енергетичними та водними витратами, а також низьким рівнем комплексного використання побічних продуктів. Водночас існують можливості для розвитку за рахунок модернізації обладнання, впровадження енергозберігаючих та екологічно безпечних технологій, застосування принципів циркулярної економіки, сертифікації за міжнародними стандартами якості та екології.

Особливу увагу необхідно приділяти регіональній специфіці: підприємства у різних областях відрізняються за потужністю, технологічним оснащенням та типом продукції, що впливає на характер їхнього екологічного навантаження. Центральні та південні регіони концентрують великі млини з високою потужністю та експортним потенціалом, тоді як у західних областях переважають малі підприємства, орієнтовані на локальний ринок.

Таким чином, борошномельна галузь України є стратегічно важливою, з високим економічним потенціалом і значним впливом на довкілля. Розвиток галузі потребує комплексного підходу, що поєднує модернізацію виробництва, впровадження екологічно безпечних технологій, оптимізацію ресурсоспоживання та ефективне управління відходами. Такий підхід забезпечить сталий розвиток галузі, збереження природних ресурсів і підвищення конкурентоспроможності української продукції на світовому ринку.

Борошномельна галузь є значним джерелом забруднення атмосферного повітря, головним чином через утворення та викиди борошняного пилу на всіх етапах виробництва – від очищення зерна до фасування готового борошна. Пилові частинки мають високий вміст органічних речовин і здатні переноситися повітряними потоками на великі відстані, осідаючи на ґрунтах, рослинності та будівлях. У приміщеннях млинів концентрація пилу часто перевищує гранично допустимі значення у 3–5 разів, що створює ризики для здоров'я працівників, включаючи розвиток алергій, бронхолегеневих захворювань та подразнення дихальних шляхів. Крім пилу, на стан повітря впливає спалювання палива для роботи сушильних та обігрівальних установок, що призводить до викидів оксидів азоту, вуглецю та дрібнодисперсних частинок. В умовах щільної концентрації млинів у промислових районах локальні викиди пилу формують підвищений рівень запиленості навколишнього середовища, що негативно впливає на екологічну ситуацію та здоров'я населення. Для зменшення цього впливу застосовують сучасні аспіраційні системи, фільтри високої ефективності, герметичні транспортні лінії та регулярний контроль за якістю повітря. Ефективне впровадження цих заходів дозволяє значно знизити концентрацію пилових частинок та покращити екологічний стан навколишнього середовища.

Підприємства борошномельної галузі також суттєво впливають на водні ресурси, оскільки вода використовується як у технологічних процесах, так і для санітарного очищення обладнання та приміщень. Значна частина води витрачається на миття зерна перед помелом, зволоження сировини та

охолодження обладнання, що формує обсяг стічних вод із підвищеним органічним навантаженням. Ці стоки містять завислі частинки, крохмаль, мікроорганізми та інші органічні сполуки, які у разі недостатньо ефективного очищення можуть потрапляти у річки, ставки та інші водойми, змінюючи хімічний склад води та створюючи ризики для водного середовища та здоров'я людини. Особливо гостро проблема проявляється у регіонах із високою концентрацією млинів або у періоди пікових виробничих навантажень, коли системи очищення не завжди забезпечують належну якість стоків. Впровадження сучасних технологій очищення, повторне використання води та системи циркуляції дозволяють знизити обсяг скидів та мінімізувати негативний вплив на водні ресурси. Комплексний підхід до управління водоспоживанням і очищенням стоків сприяє сталому розвитку борошномельної галузі та збереженню природних водних ресурсів для навколишнього середовища.

Крім того, виробництво борошна має вплив на ґрунти як безпосередньо, так і опосередковано. Безпосередньо – через осідання борошняного пилу та відходів виробництва на прилеглі території, опосередковано – через неправильне поводження з побічними продуктами, такими як висівки, непридатне зерно та залишки упаковки. Пил, що містить органічні частинки та дрібні домішки, осідає на ґрунті, змінюючи його фізико-хімічні властивості, підвищуючи кислотність та зменшуючи аерацію, що може негативно впливати на родючість земель і розвиток рослинності. Накопичення органічних відходів у ґрунті створює ризик розвитку мікробіологічних процесів, що можуть спричиняти неприємний запах і привертати шкідників. Особливо це актуально для районів із високою концентрацією млинів, де регулярне очищення та вивезення відходів не завжди проводиться системно. Використання спеціальних контейнерів для збору побічних продуктів, компостування висівок та повторне їх застосування у кормовій або енергетичній промисловості дозволяє мінімізувати негативний вплив на ґрунти. Такі заходи забезпечують збереження структури та родючості земель, знижують ризики ерозії та забруднення, а також сприяють сталому розвитку галузі та охороні навколишнього середовища.

Міжнародний досвід свідчить про те, що екологізація борошномельної промисловості є ключовим чинником сталого розвитку галузі. У країнах Європейського Союзу впроваджуються принципи Best Available Techniques (BAT), що передбачають зменшення викидів пилу та забруднюючих речовин у повітря, повторне використання води та ефективну утилізацію побічних продуктів. Такі технології включають встановлення високоефективних аспіраційних систем, замкнені цикли водопостачання та автоматизовані системи контролю викидів. У США та Канаді широко застосовуються енергозберігаючі рішення, цифровий моніторинг споживання ресурсів і сертифікація підприємств за стандартами ISO 14001, що дозволяє системно управляти екологічними ризиками та забезпечує прозорість даних для громадськості. У Туреччині та країнах Північної Африки впроваджують програми використання побічних продуктів, таких як висівки, для виробництва кормів і біоенергії, що дозволяє мінімізувати відходи. Крім того, міжнародні стандарти охорони праці та екологічного менеджменту стимулюють підприємства до модернізації

обладнання, зниження енергоспоживання та скорочення вуглецевого сліду. Досвід цих країн демонструє ефективність комплексного підходу, що поєднує технологічні, адміністративні та нормативні заходи, і може слугувати орієнтиром для України у напрямі модернізації власної борошномельної галузі з урахуванням екологічних вимог.

Висновки. Борошномельна галузь України є важливим сегментом агропромислового комплексу, проте має суттєвий негативний вплив на довкілля. Основними джерелами екологічного навантаження є пил, шум, стічні води, відходи та високе енергоспоживання. Міжнародний досвід свідчить про ефективність впровадження сучасних технологій, систем екологічного менеджменту, цифровізації та циркулярної економіки. В Україні потрібна комплексна програма модернізації галузі з урахуванням європейських екологічних стандартів. Подальші дослідження мають бути спрямовані на оцінку вуглецевого сліду, створення систем моніторингу викидів та розробку інноваційних технологій утилізації відходів.

Література:

1. Cherven I., Banyeva I., Ivanenko T., Kushniruk V., Velychko O. Food security strategies in the context of environmental and economic fluctuations in Ukraine. *Ekonomika APK*. 2024. № 31(6). P. 59–68. <https://doi.org/10.32317/ekon.apk/6.2024.59>
2. Ostashko T., Shubravskaya O., Olefir B. Prospective directions of grain processing development in Ukraine. *Scientific Bulletin of International Association of Scientists. Series: Economy, Management, Security, Technologies*. 2023. № 2(4). P. 1–? <https://doi.org/10.56197/2786-5827/2023-2-4-1>
3. Zakharchuk O., Vyshnevetska O., Kisil M., Nechytailo V., Zavalniuk O. State and prospects of fuel supply for agriculture in Ukraine. *Scientific Horizons*. 2023. № 26(12). P. 169–180. <https://doi.org/10.48077/scihor12.2023.169>
4. Лупенко Ю. Стійкість харчової промисловості України в умовах війни підтверджує необхідність прискорення її розвитку. *Національна академія аграрних наук України*. http://naas.gov.ua/newsukraine/?ELEMENT_ID=8469.
5. Naumenko O., Hetman I., Chyzh V., Gunko S., Bal-Prylypko L., Bilko M., Tsentylo L., Lialyk A., Ivanytska A., Liashenko S. Improving the quality of wheat bread by enriching teff flour. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. № 3(11(123)). P. 33–41. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.279286>
6. Pismennyi O., Nikonchuk N., Shevchuk N., Petrova O., Sydoryka I. Research of quality indicators of different types of wholegrain flour. *Scientific Horizons*. 2023. № 26(8). P. 72–82. <https://doi.org/10.48077/scihor8.2023.72>
7. Смолінська Н. В., Комаровський В. І., Онушканич Я. І. Аналіз сучасного стану розвитку підприємств харчової промисловості регіону (на прикладі Львівської області та України). *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія «Проблеми економіки та управління»*. 2025. Вип. 9. № 1. С. 60–71. <http://doi.org/10.23939/semi2025.01>
8. UNIDO. *Action Plans for Green Recovery and Transformation of Ukrainian Food Industries*. United Nations Industrial Development Organization.

March 2024. P. 1–136. <https://www.unido.org/sites/default/files/unido-publications/2025-01/Action-Plans-for-Green-Recovery-and-Transformation-of-Ukrainian-Food-Industries.pdf>

9. Leal Filho W., et al. How the war in Ukraine affects food security. *Foods*. 2023. № 12(21). P. 3996. <https://doi.org/10.3390/foods12213996>

10. Сусіденко В. Т., Болманенко О. О., Хащініна Г. О. Управління змінами в організаціях: підходи та інструменти в умовах воєнного стану в Україні. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 64. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-65-130>

11. Hryhorczuk D., et al. The environmental health impacts of Russia's war on Ukraine. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2024. № 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12995-023-00398-y>

12. Devadoss S., Ridley W. Impacts of the Russian invasion of Ukraine on the global wheat market. *World Development*. 2024. № 173(C). <http://doi.org/10.1016/j.worlddev.2023.106396>

13. Шостак Л. В., Бегун С. І., Ульяницький А. О. Аналіз ринку харчової промисловості у воєнний період. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 63. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-63-96>

14. Мінакова О. О. Сучасний стан розвитку галузі харчової промисловості України. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2017. Вип. 11. С. 215–219. http://www.visnykeconom.uzhnu.uz.ua/archive/11_2017ua/48.pdf

15. Arreyndip N. A. A Global Impact Assessment in the Corn and Wheat Sectors. *Agriculture*. 2025. № 15(5). P. 550. <https://doi.org/10.3390/agriculture15050550>

References:

1. Cherven, I., Banyeva, I., Ivanenko, T., Kushniruk, V., & Velychko, O. (2024). Food security strategies in the context of environmental and economic fluctuations in Ukraine. *Ekonomika APK*, 31(6), 59–68. <https://doi.org/10.32317/ekon.apk/6.2024.59>.

2. Ostashko, T., Shubravskaya, O., & Olefir, V. (2023). Prospective directions of grain processing development in Ukraine. *Scientific Bulletin of International Association of Scientists. Series: Economy, Management, Security, Technologies*, 2(4). <https://doi.org/10.56197/2786-5827/2023-2-4-1>.

3. Zakharchuk, O., Vyshnevetska, O., Kisil, M., Nechytailo, V., & Zavalniuk, O. (2023). State and prospects of fuel supply for agriculture in Ukraine. *Scientific Horizons*, 26(12), 169–180. <https://doi.org/10.48077/scihor12.2023.169>.

4. Lupenko, Yu. (n.d.). The resilience of Ukraine's food industry during the war confirms the need to accelerate its development. *National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine* http://naas.gov.ua/newsukraine/?ELEMENT_ID=8469. [in Ukrainian].

5. Naumenko, O., Hetman, I., Chyzh, V., Gunko, S., Bal-Prylypko, L., Bilko, M., Tsentylo, L., Lialyk, A., Ivanytska, A., & Liashenko, S. (2023). Improving the quality of wheat bread by enriching teff flour. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(11(123)), 33–41. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.279286>.

6. Pismennyi, O., Nikonchuk, N., Shevchuk, N., Petrova, O., & Sydoryka, I. (2023). Research of quality indicators of different types of wholegrain flour. *Scientific Horizons*, 26(8), 72–82. <https://doi.org/10.48077/scihor8.2023.72>.
7. Smolinska, N. V., Komarovskiy, V. I., & Onushkanych, Ya. I. (2025). Analysis of the current state of development of food industry enterprises in the region (on the example of Lviv region and Ukraine). *Bulletin of Lviv Polytechnic National University. Series “Problems of Economics and Management”*, 9(1), 60–71. <http://doi.org/10.23939/semi2025.01>. [in Ukrainian].
8. UNIDO. (2024). Action plans for green recovery and transformation of Ukrainian food industries. *United Nations Industrial Development Organization*, 1–136 <https://www.unido.org/sites/default/files/unido-publications/2025-01/Action-Plans-for-Green-Recovery-and-Transformation-of-Ukrainian-Food-Industries.pdf>.
9. Leal Filho, W., et al. (2023). How the war in Ukraine affects food security. *Foods*, 12(21), 3996. <https://doi.org/10.3390/foods12213996>.
10. Susidenko, V. T., Bolmanenko, O. O., & Khashchynina, H. O. (2024). Change management in organizations: approaches and tools under martial law in Ukraine. *Economy and Society*, 64 <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-65-130>. [in Ukrainian].
11. Hryhorczuk, D., et al. (2024). The environmental health impacts of Russia’s war on Ukraine. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12995-023-00398-y>.
12. Devadoss, S., & Ridley, W. (2024). Impacts of the Russian invasion of Ukraine on the global wheat market. *World Development*, 173(C). <http://doi.org/10.1016/j.worlddev.2023.106396>.
13. Shostak, L. V., Begun, S. I., & Ulianytkyi, A. O. (2024). Analysis of the food industry market during the war period. *Economy and Society*, 63 <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-63-96>. [in Ukrainian].
14. Minakova, O. O. (2017). Current state of development of the food industry of Ukraine. *Scientific Bulletin of Uzhhorod National University*, 11, 215–219 http://www.visnykeconom.uzhnu.uz.ua/archive/11_2017ua/48.pdf. [in Ukrainian].
15. Arreyndip, N. A. (2025). A global impact assessment in the corn and wheat sectors. *Agriculture*, 15(5), 550. <https://doi.org/10.3390/agriculture15050550>.

Annotation

Herasymchuk O. P.

Environmental aspects of the flour milling industry in Ukraine

The article provides a comprehensive analysis of the environmental impact of the flour milling industry, which is one of the leading and strategically important sectors of Ukraine’s agro-industrial complex. It is determined that the current development of the industry is accompanied by a number of environmental challenges caused both by technological characteristics of production and by the insufficient implementation of environmentally oriented solutions.

Main factors of negative environmental impact are analyzed, including the formation and dispersion of flour dust, which poses risks to the health of workers and populations in adjacent areas; noise pollution that reduces quality of life and working conditions; emissions of greenhouse gases and other pollutants into the atmosphere;

excessive consumption of water and energy resources, which increases anthropogenic pressure on ecosystems; and the generation of significant volumes of waste, often without efficient recycling options. A review of recent scientific research on the greening of the food industry, particularly the flour milling sector, has been conducted, highlighting both positive trends and problematic aspects.

The unresolved issues include the lack of effective waste recycling technologies, limited application of renewable energy sources, and low integration of international environmental standards into the practices of Ukrainian enterprises. The article substantiates the necessity of introducing environmental management systems, innovative energy-saving technologies, logistics optimization, and the transition to the use of best available techniques (BAT). Promising directions for further research are outlined, including the assessment of the industry's carbon footprint, digitalization of production processes, application of innovative air and water purification solutions, and the development of circular economy principles that focus on reusing waste as secondary resources.

Article concludes that modernization of flour mills, taking into account environmental priorities, is a crucial condition for reducing the negative impact of the industry on the environment and aligning Ukraine with international sustainable development standards.

Key words: *flour milling industry, environmental impact, waste, dust, energy saving, environment.*