УДК 631/635:631.95 DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2025.327099

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА УТВОРЕННЯ І ПОВОДЖЕННЯ ЗІ СТОКАМИ У ТВАРИННИЦТВІ

В.О. Пінчук, Ю.В. Подоба, О.В. Тертична

Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: pinchuk_vo@ukr.net; ORCID: 0000-0003-0646-1580
e-mail: 2375797@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1000-7946
e-mail: olyater@ukr.net; ORCID: 0000-0002-9514-2858

Підприємства з виробництва продукції тваринництва є потужними споживачами води. Проведені розрахунки норм використання води на різні технологічні операції з утримання тварин показують, що середньорічний обсяг рідких стоків тваринництва України за останні два роки становить 150 тис. т і проблема надійного захисту довкілля від забруднення стічними водами актуальна для усіх тваринницьких господарств. Актуальність роботи полягає в аналізі кількості рідких стоків у тваринництві різних напрямів виробництва з метою розроблення сучасних систем поводження з рідкими побічними органічними залишками агровиробництва і переробки сільськогосподарської продукції. У статті проведено оцінку сучасного стану щодо обсягів рідких стоків у тваринництві України, а також досліджено динаміку змін упродовж 1990–2021 рр. На основі даних кількості тваринницьких господарств промислового типу і нормативного споживання води отримані розрахункові дані використання води у тваринництві та об'єму стічних вод. Нині серед галузей тваринництва найвищі витрати води у скотарстві – 42%, свинарстві – 36 і птахівництві – 22%, та пов'язані із такими основними технологічними операціями: напування тварин, промивання каналів системи видалення гною з тваринницьких приміщень, миття годівниць і прибирання приміщень. Серед існуючих в Україні систем зберігання гною сільськогосподарських тварин, рідкий гній нині становить 10,8% від загальної кількості гною і утворюється у свинарстві — 42 і скотарстві — 3%, що пов'язано з технологічними системами утримання тварин. Встановлено, що за регіонами України найбільше стоків у Київській, Черкаській і Полтавській обл., що є наслідком концентрації великих підприємств. Розповсюджені недоліки сучасного поводження з рідкими стоками тваринництва спричиняють втрату органічних речовин і хімічних елементів та створюють передумови локальних екологічних ризиків забруднення грунту і водних екосистем, а також сприяють виникненню соціального невдоволення населення, що мешкає біля великих підприємств тваринницького напряму. Проаналізовано міжнародні і національні санітарні та мікробіологічні норми щодо використання рідких стоків тваринництва й продуктів переробки побічної продукції тваринництва для внесення у грунт. Виявлено, що європейські підходи щодо оцінки безпечності стічної води для зрошення відрізняються від української практики за санітарними мікробіологічними характеристиками і за способами контролю якості.

Ключові слова: *аграрне виробництво, стічна вода, гній, санітарні норми, супутниковий моніторинг.*

ВСТУП

Тваринництво є стратегічно важливою галуззю у структурі сільськогосподарського виробництва України, яка забезпечує задоволення потреб населення у харчових продуктах. Водночас діяльність великих промислових ферм та інтенсифікація тваринницької галузі загалом призводить до споживання великої кількості природних ресурсів та є причиною забруднення навколишнього природного середовища: викиди забруднювальних речовин та парникових газів, засмічення поверхневих та підземних вод, утворення та накопичення значної кількості побічних продуктів тваринного походження, втрата біорізноманіття флори і фауни тощо.

Нині в Україні тваринництво представлено на рівні сільськогосподарських

© В.О. Пінчук, Ю.В. Подоба, О.В. Тертична, 2025

підприємств, фермерських господарств і господарств населення. Найбільшої уваги вимагають сільськогосподарські підприємства, зокрема промислового типу, бо мають найвищий локальний негативний антропогенний вплив. Згідно із Директивою ЄС 2010/75/ЕС «Про промислові викиди (інтегроване запобігання та контроль забруднення)» в країнах Європейського Союзу промисловими вважаються ферми з чисельністю понад: 40 тис. гол. птиці, 2 тис. гол. свиней (живою масою понад 30 кг) або 750 гол. свиноматок, або якщо кількість отриманого молока перевищує 200 т/добу (середнє значення на річній основі). Ферми такої потужності прирівнюються до промислових підприємств через їх численні екологічні проблеми для довкілля та здоров'я людей.

Джерелом забруднення природних водойм стічними водами є поверхневі стоки з території населених пунктів, промислових об'єктів, транспортних шляхів та сільськогосподарського виробництва. За даними Агенції з охорони довкілля США (U.S. EPA) підприємства, які займаються виробництвом продукції тваринництва, класифікуються як об'єкти з концентрованими операціями з годівлі тварин або операціями із обмеженою годівлею тварин, екологічний стан їх стічних вод контролює держава.

Екологічна безпека організації процесу очищення стічної води — це «визначення і обґрунтування» ступеня відповідності наявних або прогнозованих екологічних ризиків до відповідних міжнародних стандартів, які передбачають гармонійний розвиток системи «господарство — природа — людина». Проблема охорони навколишнього середовища потребує прискореного впровадження високоефективних систем захисту природних водних об'єктів усіх рівнів від забруднення внаслідок антропогенного впливу. Для розроблення оптимальних систем поводження з побічною продукцією тваринництва насамперед необхідний аналіз сучасних обсягів рідких стоків та їх просторової локалізації для визначення впливу стічної води агропідприємств на довкілля.

Тому **метою досліджень** є оцінка антропогенного навантаження за водоспоживанням і водовідведенням у процесі виробництва продукції тваринництва та пошук шляхів раціонального застосування поживних речовин із рідких стоків і повторного використання очищеної води з урахуванням міжнародних вимог.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Виробництво продукції тваринництва на великих тваринницьких комплексах негативно впливають як на навколишнє природне середовище, так і на умови проживання людей, що мешкають у прилеглій до тваринницьких підприємств місцевості [1].

У промисловому тваринництві України щороку скидається значна кількість стічних вод, велика частина з яких — неочищені або недостатньо очищені. На свино- і скотофермах прибирання гною часто проводять змиванням водою, тому до складу таких стоків входять гній і сеча тварин, залишки корму, механічні домішки і вода. На птахопідприємствах залежно від технології виробництва і регіону скидається близько 50% отриманої води [2; 3].

Склад стічних вод тваринництва є полікомпонентним, мають низьку прозорість, сірий колір, неприємний специфічний запах. За даними Zeng et al. [4], з точки зору хімічного складу, стічна вода характеризується насамперед умістом значної кількості неорганічних та органічних сполук у зваженому, колоїдному та розчиненому стані.

Згідно з дослідженнями Доброжан та ін. [5], виявлено високий вміст органічних речовин (більше, ніж у побутових стічних водах); висока концентрація твердих речовин; нітратів і фосфору; зустрічаються антибіотики широкого спектра; синтетичні миючі речовини; засоби дезінфекції; гельмінти та їх яйця; спори *Cryptosporidium*, лямблій; бактерії, патогени *Brucella* і *Salmonella* та ін. Проблема антибіотикорезистентності є надзвичайно небезпечною по всьому світу. 73% усіх антибіотиків, які

використовуються у світі, застосовуються у тваринництві. За промислових технологій виробництва харчових яєць курям використовують антибіотики тетрациклінового і фторхінолонового рядів. Про це свідчать залишковий вміст доксицикліну, енрофлоксацину, або їх суміші в посліді курей. Антибіотикорезистентні бактерії потрапляють у гідробасейн із ферм та тваринницьких господарств із вирощування великої рогатої худоби, свиней і птиці. Існує високий рівень міграції бактерій, стійких до антибіотиків зі зворотною водою очисних споруд.

За даними Williams, Tang et al. [6; 7] стічна вода з підприємств утримання тварин містить неперетравлені поживні речовини і метаболіти тварин, які у розчиненому або зваженому стані знаходяться у рідких стоках. Світові дослідження останніх років акцентують увагу на загальній сукупності розчинених органічних речовин (DOM – dissolved organic matter) у рідких стоках і не намагаються відокремити вплив різних складових, а розглядають вплив усіх складових на природні водні екосистеми. Поживні речовини у стічній воді з місць утримання тварин є поживним середовищем для розвитку біоти, підвищення концентрації амінокислот у природних водоймах спричиняє насамперед збільшення кількості мікроорганізмів.

На думку Preisner et al. [8] пом'якшення евтрофікації внаслідок надмірного скидання біогенних речовин у стічні води, що регулюється обмежувальними правовими вимогами, залишається однією із найважливіших глобальних проблем сьогодення. Незважаючи на імплементацію Водної рамкової директиви, Директиви про міські стічні води та рекомендацій Комісії із захисту морського середовища Балтійського моря (HELCOM), фактичний стан поверхневих вод усе ще є незадовільним. Враховуючи вищесказане, вагомими є пошук альтернативних підходів до захисту поверхневих вод від евтрофікації, що ґрунтується на виборі відповідних технологій видалення поживних речовин зі стічної води.

Дослідження щодо впливу на природні водні екосистеми (Qi et al.) [9] доводять, що рідкі стоки тваринництва мають більшу біологічну активність порівняно з іншими рідкими стоками агровиробництва, і, відповідно, більший вплив на природні біологічні об'єкти. Тому у світі розробляються нові та вдосконалюються різні методи (Grell et al.) [10] відокремлення розчинених поживних речовин від стічної води тваринництва, які базуються на класичних підходах очищення (механічне, фізичне, хімічне, біологічне) комунальних і промислових стічних вод. Стічні води тваринництва містять дуже високі концентрації забруднювальних речовин (Phan et al.) [11], тому застосування методу анаеробного зброджування в поєднанні з біологічним ставком є високоефективним рішенням. Згідно з даними Ребрикова та ін. [12], очищення промислових стічних вод від забруднень органічними сполуками на тваринницьких підприємствах, які переробляють продукти тваринництва ефективне за використання біологічного очищення в аеротенках.

Повторне застосування води після відповідного очищення продовжує її життєвий цикл, тим самим зберігаючи водні ресурси, що широко і успішно практикується в низці країн ЄС. Однак ця практика поки що є нижчою свого потенціалу, оскільки можливо збільшити повторне використання стічної очищеної води для зрошення у декілька разів [13; 14]. Обмежена поінформованість зацікавлених сторін та широкої громадськості про потенційні вигоди, а також відсутність підтримувальної та узгодженої структури для повторного використання води були визначені як дві основні перешкоди поширенню цієї практики в ЄС.

Chuan Jiet Teo et al., 2023 вважають, що важливою є комплексна оцінка життєвого циклу очищення стічних вод тваринництва шляхом моделювання альтернативних сценаріїв управління стічними водами: відсутність очищення та скидання, первинне очищення та скидання та третинне очищення з подальшим частковим повторним використанням води. Всі три сценарії оці-

нюються з точки зору їх екологічної ефективності після оцінки життєвого циклу за допомогою методу екологічного сліду [15].

З розвитком супутникових технологій фотографування поверхні, активно розвивається напрям дослідження стану агроекосистем за супутниковими даними (Tarariko et al.) [16]. Аналіз фотографій надає можливість оцінити об'єкти агроландшафтів, умови вологозабезпечення, виявити стан посівів, що створює передумови адаптації цих методичних підходів для визначення впливу стічної води на довкілля за станом рослинності навколо підприємств.

Отже, нині зацікавленість світової наукової спільноти охоплюють дослідження якості стічної води тваринництва, оцінку екологічного впливу розчинених поживних речовин на стан водних екосистем та розроблення ефективних стратегій поводження з рідкими стоками тваринництва.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для розрахунку об'єму стічних вод у тваринницьких господарствах використовували норми витрат виробничої води в системах видалення гною з тваринницьких приміщень і для миття годівниць з Відомчих норм технологічного проєктування (ВНТП-АПК-09.06). Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною [2], ВНТП-АПК-04.05. Підприємства птахівництва [17] і Державних будівельних норм (ДБН В.2.2-1-95). Будівлі і споруди для тваринництва [18].

Кількість гною від сільськогосподарських тварин виявляли на основі виділення нітрогену тваринами різних видів, статево-вікових груп, поголів'я тварин і хімічного складу гною. Для визначення хімічного складу гною застосовували науково-методичні рекомендації [19]. Для встановлення кількості виділення рідкого гною у тваринництві обчислювали відповідні коефіцієнти з Національного кадастру антропогенних викидів із джерел і абсорбції поглиначами парникових газів в Україні, 2023 [20]. Вихідні дані для розрахунків брали з електронного ресурсу Державної служби статистики України (URL: http://www.ukrstat.gov.ua).

Для візуалізації антропогенного впливу стічної води агропідприємств України використали супутникові фотографії поверхні навколо підприємств закритого утримання свиней і великої рогатої худоби молочного напряму, отримані у вільному доступі (URL: https://www.google.com.ua/maps), дата знімків 16.01.2025 р.

Розрахунки і побудова картограм проводилися у середовищі програми MS Excel 2021.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За станом на 1 січня 2023 р. 30,5% поголів'я свиней і 42,7% птиці утримуються на промислових фермах з поголів'ям у тисячі, сотні тисяч або мільйонів голів. Упродовж 2008–2021 рр. відбувається зменшення загальної кількості свинарських і птахівничих промислових господарств, водночас зростає поголів'я тварин у цих господарствах. Наприклад, якщо в 2008 р. були господарства з поголів'ям свиней понад 3000 гол., то з 2015 р. з'явилися господарства з поголів'ям свиней більше 10000 гол., у птахівництві з 2018 р. виникли господарства з поголів'ям понад 50 тис. гол. птиці, тобто з року в рік збільшується локальне антропогенне навантаження на НПС від тваринницьких господарств (*рис. 1*).

Молочні ферми промислового типу нині відсутні в Україні, бо за середньорічного значення отриманого молока у 2021 р. — 5155 кг/рік і максимального поголів'я корів у господарствах близько 1000 гол., добова кількість одержаного молока становить лише 14 т/добу. Вирощування такої кількості тварин вимагає значних природних і енергетичних ресурсів та налагодженої системи утилізації відходів виробництва.

Загальні витрати води на виробництво продукції тваринництва сільськогосподарських підприємств упродовж 1990–2022 рр. становили 59,2–577,3 млн т/рік. Нині серед галузей тваринництва найвищі витрати води у скотарстві — 24,8 млн т/рік,

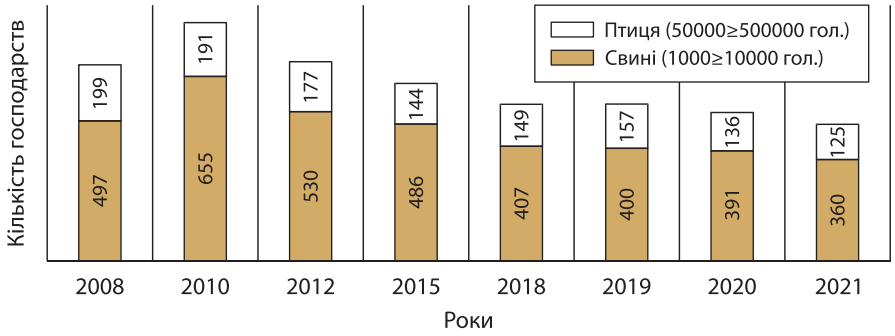

Рис. 1. Кількість тваринницьких господарств промислового типу (1990–2021 рр.)

свинарстві — 21,3 і птахівництві — 13,1 млн т/рік (*рис. 2*).

Згідно з Відомчими нормами технологічного проєктування (ВНТП) у тваринництві витрати води пов'язані із такими основними технологічними операціями: напування тварин, промивання каналів системи видалення гною з тваринницьких приміщень, миття годівниць і прибирання приміщень (*рис. 3*).

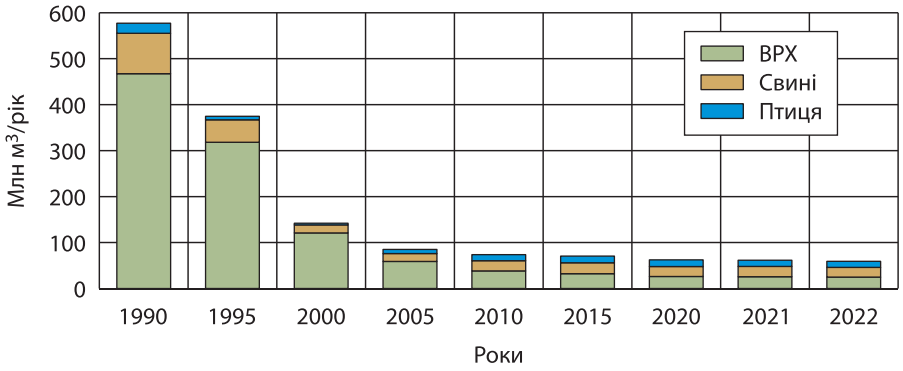

Рис. 2. Витрати виробничої води підприємств тваринництва різної спеціалізації

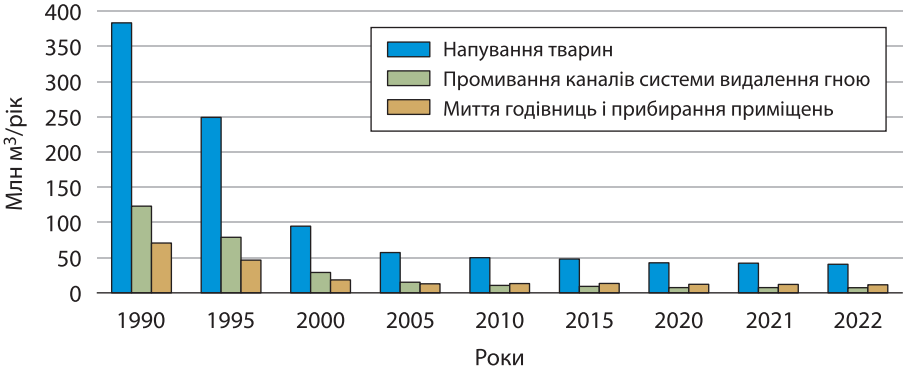

Рис. 3. Витрати води за технологічними операціями підприємств тваринництва

У скотарстві найбільше води витрачається на напування тварин — у середньому 66%, на промивання каналів системи видалення гною з тваринницьких приміщень — 11% і на миття годівниць і прибирання приміщень — 22%; у свинарстві — 70%, 22% і 1% відповідно; у птахівництві в середньому 70% води йде на напування і 30% на миття годівниць і прибирання приміщень.

В Україні тваринництво має певну локалізацію за адміністративними областями і вочевидь, що витрати води пов'язані з різною локалізацією тваринництва за спеціалізацією господарств і поголів'ям тварин різних видів. Зокрема, найвищі витрати води у Київській (6950,0 тис. м^3/рік), Черкаській (6349,2 тис.) і Вінницькій (5941,0 тис. м^3/рік) обл. Найнижчі — у Закарпатській (222,0 тис. м^3/рік), Луганській (429,8 тис.) і Чернівецькій (522,1 тис. м^3/рік) обл. відповідно (*рис. 4*).

Внаслідок проведення технологічних операцій, як-от промивання каналів системи видалення гною з тваринницьких приміщень, миття годівниць і прибирання приміщень, до складу стоків можуть входити гній і сеча тварин, залишки корму, механічні домішки і вода.

Нині найбільше гною (посліду) виділяється у скотарстві — 70%, свинарстві — 25 і птахівництві — 5% від загальної кількості. На вміст органічних залишків у рідких стоках тваринництва впливає використання тієї чи іншої системи видалення гною сільськогосподарських тварин у різних категоріях господарств (*табл.*).

За системами зберігання, рідкий гній сільськогосподарських тварин наразі становить 10,8% від загальної кількості гною і утворюється у свинарстві — 42 і скотарстві — 3%.

Розраховано динаміку об'єму стічних вод сільськогосподарських підприємств за основними видами тварин (*рис. 5*).

У скотарстві і свинарстві до складу стоків входить сеча, вміст якої у складі гною великої рогатої худоби сягає у середньому 32% від загальної маси і 38% у свиней відповідно та вода на промивання каналів системи видалення гною і на миття годівниць і прибирання приміщень. У птахівни-

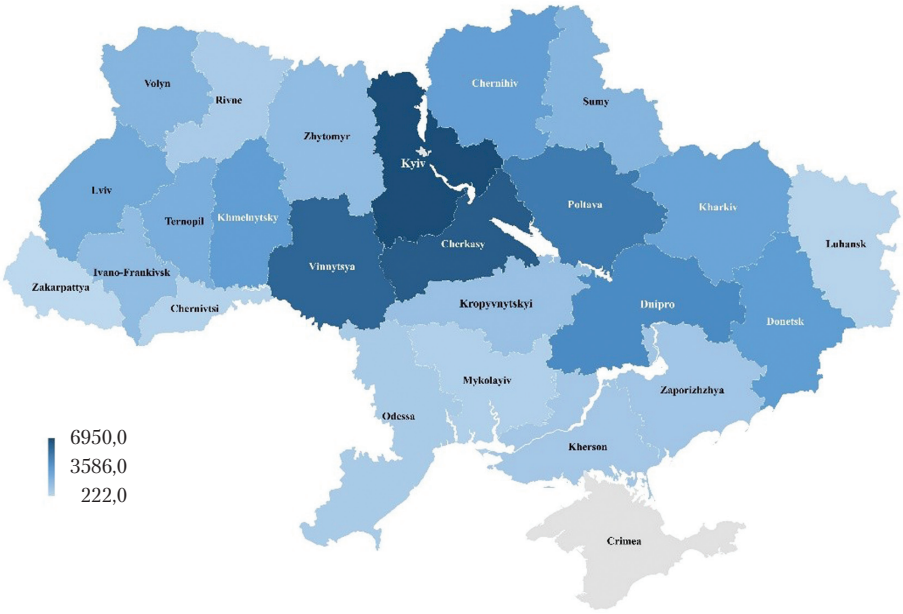

Рис. 4. Загальні витрати води (тис. м^3/рік) підприємствами тваринництва за адміністративними областями України (2021 р.)

Кількість рідкого гною від сільськогосподарських тварин різних видів усіх категорій господарств України (2021 р.)

Вид тварин	Загальний гній усіх типів, тис. т	Рідкий гній, тис. т	Частка рідкого гною від загальної кількості, %
Велика рогата худоба	42645,2	1380,1	3,2
Свині	10928,9	4592,1	42,0
Птиця	3424,5	—	—
Разом	56998,6	6176,2	10,8

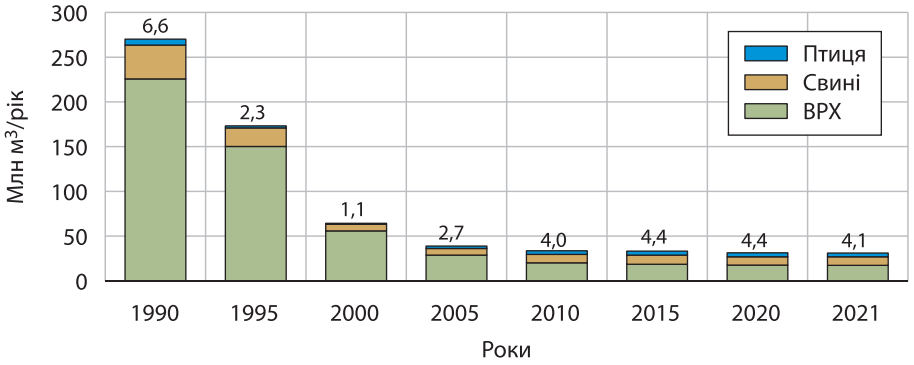

Рис. 5. Динаміка об'єму стічних вод сільськогосподарських підприємств за основними видами тварин (1990–2021 рр.)

цтві до складу стоків входить лише вода на миття годівниць і прибирання приміщень. Встановлено, що впродовж 1990–2021 рр. сільськогосподарськими підприємствами тваринництва щороку скидалося 31,0–270,1 млн м^3 стічних вод. Нині найбільше стоків у скотарстві — 56%, свинарстві — 31 і птахівництві — 13% від загальної кількості.

За адміністративними областями найбільше стоків скидається у Київській (3259,1 тис. м^3/рік), Черкаській (3056,6 тис.) і Полтавській (2889,5 тис. м^3/рік) обл. Найменше — у Закарпатській (105,5 тис. м^3/рік), Чернівецькій (246,4 тис.) і Луганській (251,0 тис. м^3/рік) обл. відповідно (*рис. 6*).

За даними супутникового моніторингу у кожному підприємстві по-різному вирішують проблему утилізації рідких стоків. Стічні води можуть використовуватися для зрошення після відповідного очищення (механічного, хімічного та/або біологічного) і підготовки (усереднення, розбавлення, знезараження) з урахуванням ґрунтових і кліматичних характеристик території [21]. ВНТП [2] передбачають очищення стоків підприємств тваринництва, зокрема за використання анаеробно-аеробних методів біологічного очищення (*рис. 7*) та подальшого доочищення за застосування біологічних і рибних ставків.

Однак на практиці переважно спостерігається нераціональне поводження з рідкими стоками тваринництва. Здебільшого все зводиться до відведення стічної води у низинні місця неподалік підприємств. Рідкі стоки, що зливаються в яри, поступово всмоктуються у ґрунт, розподіляються на відстані декілька кілометрів від точки зливу і удобрюють рослинність. Місце скиду і шлях руху стоків можна помітити навіть по забарвленню рослинності на супутникових знімках великих ферм (*рис. 8*).

Другий варіант — коли стічні води утворюють анаеробні лагуни, де відбувається поступове відстоювання і часткове очищення стоків завдяки діяльності при-

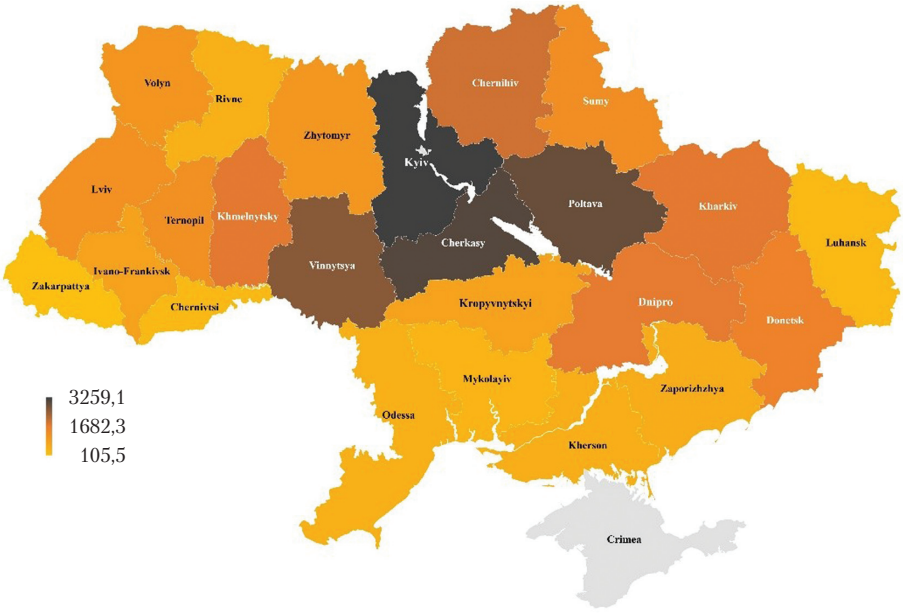

Рис. 6. Об'єм стічних вод підприємств тваринництва за адміністративними областями України (2021 р.)

Рис. 7. Супутниковий моніторинг станції аерації рідких стоків тваринництва і мулового майданчику (показані синьою і жовтою стрілкою відповідно)

Рис. 8. Супутниковий моніторинг стоку стічної води у низинні місця

Примітка: червоними стрілками показано точки відведення води з ферми і просочування у ґрунт із компостної ями.

родних мікроорганізмів, мікроводоростей, зоопланктона (*рис. 9*).

На дні лагуни залишається шар мулу, який із часом ущільняється, стає твердим, що ускладнює його видобуток і використання як органічного добрива. В обох випадках частина органічних речовин і хімічних елементів з кормів є невикористаною або втраченою.

Розглянемо вимоги ЄС і України щодо застосування стічних вод для удобрення ґрунту. Регламент (ЄС) No 2020/741 Європейського Парламенту та Ради від 25 травня 2020 р. про мінімальні вимоги щодо повторного використання води [22]. Метою регламенту є гарантувати, що «відновлена» вода є безпечною для сільськогосподарського зрошення, що, своєю чергою, забезпечу-

ватиме високий рівень захисту довкілля, здоров'я населення та тварин, сприятиме циркулярній економіці, підтримуватиме заходи з адаптації до зміни клімату та слугуватиме досягненню цілей Водної рамкової директиви, оскільки позитивно впливатиме на питання дефіциту водних ресурсів та пов'язаний із цим тиск на водні ресурси, що також зумовить ефективне функціонування внутрішнього ринку в ЄС.

Незважаючи на те, що в цьому Регламенті немає згадки про використання стічної води з місць утримання тварин і не зроблений наголос на конкретні джерела стічної води, у ньому містяться універсальні мінімальні вимоги до залучення міських та промислових стічних вод для цілей зрошення після їх очищення і доведення їх показників до вимог цього Регламенту. За визначенням [23], очищена стічна вода від сільськогосподарських підприємств птахівництва, свинарства, великої рогатої худоби, підпадають під поняття «промислова стічна вода», застосування якої для зрошення регламентується цим документом. Також згідно з додатком 3 [24] до промислового сектору належать: переробка молока; виробництво плодоовочевої продукції; виробництво та розлив безалкогольних напоїв; переробка картоплі; м'ясна промисловість; пивоварні; виробництво алкоголю та лікеро-горілчаних виробів; виробництво кормів для тварин із продуктів рослинного походження; виробництво желатину і клею зі шкур, шкіри і кісток; солодові будинки; рибопереробна промисловість.

Залежно від напряму використання рослин, що поливаються вторинною водою, і методу зрошення [22], така вода поділена на 4 класи (A, B, C, D), перші три класи з найсуворішими вимогами характеризуються переважно можливістю контакту цієї води з частинами рослин, що вживаються у їжу в сирому вигляді. До класу D з найбільш м'якими обмеженнями віднесені всі культури, що піддаються подальшій переробці (термічній обробці) та насіннєві посіви.

Ключовими обмеженнями [22] переважно є ступінь біологічного забруднення, зокрема бактеріями кишкової палички

Рис. 9. Супутниковий моніторинг відведення стічної води у лагуни і штучні стави

Escherichia coli (кількість бактерій у 100 мл: клас A $\leq$10, клас B $\leq$100, клас C $\leq$1000, клас D $\leq$10000), враховується біохімічна активність очищеної води на основі показника біологічного споживання кисню (БСК5): клас A $\leq$10 мг/л, класи B, C, D $\leq$25 мг/л, а також деякі фізичні показники, як-от загальна кількість зважених (завислих) речовин (клас A $\leq$10 мг/л, класи B, C, D $\leq$35 мг/л), каламутність для класу A $\leq$5 оптичних одиниць. Якщо очищена вода залучається для зрошення пасовищ або кормових посівів, то регламентується наявність кишкових нематод (яйця гельмінтів): $\leq$1 яєць/л. Там, де існує ризик розпилення і утворення аерозолі вторинної води за зрошення, в таких місцях контролюється концентрація бактерій *Legionella* spp., що можуть викликати пневмонію.

Передбачено постійний моніторинг показників, наприклад, для кишкової палички він проводиться раз на тиждень для води класу A і B, та двічі на місяць для води класу C і D. Також додатково гарантовано підтверджувальний перевірочний моніторинг відновленої води класу A для зрошення на основі визначення індикаторних мікроорганізмів, пов'язаних із кожною групою збудників, а саме бактеріями, вірусами і найпростішими. Обраними мікроорганізмами-індикаторами є кишкова паличка для патогенних бактерій, F-специфічні коліфаги, соматичні коліфаги або колі-фаги для патогенних вірусів, а також спори *Clostridium perfringens* або

спороутворювальні сульфітредукувальні бактерії для найпростіших [22].

Регламент про повторне використання води почав діяти з 26 червня 2023 р. Регламент дає можливість державам-членам ухвалити рішення не практикувати повторне застосування води на своїй території або обмежити повторне використання води в певних районах з причин, пов'язаних із географічними та кліматичними умовами, тиском та станом їхніх водних ресурсів або через екологічні та ресурсні витрати на відновлену воду та інші водні ресурси.

Певні держави-члени, де ресурси прісної води є багатими, а попит на зрошення низьким, планують не допускати повторного використання води для зрошення у своїх країнах. А деякі держави-члени ще не ухвалили остаточного рішення, оскільки витрати на ресурси та інфраструктуру все ще оцінюються [14].

Українське законодавство передбачає повторне застосування очищених стічних вод та осаду стічних вод за умови дотримання нормативів гранично допустимих концентрацій забруднювальних речовин [24]. Однак вимоги до стічних вод для зрошування у ньому не прописані, а вказано, що вони мають відповідати вимогам ДСТУ 7369:2013 «Стічні води. Вимоги до стічних вод і їхніх осадів для зрошування та удобрювання» [25]. Втім згаданий стандарт ДСТУ 7369:2013 не поширюється на стічні води та осади виробництв хімічної галузі промисловості, зокрема хімічного волокна, хімічних засобів захисту рослин, нафтохімічних підприємств тощо, а також відходів тваринницьких комплексів.

У національному галузевому стандарті СОУ 41.00-37-688:2007 «Води стічні та їх осади в тваринництві та птахівництві. Компости на їх основі» [21] існують деякі обмеження на використання стічних вод підприємств тваринництва для зрошення, а також осаду стічних вод та компостів на їх основі, — наприклад не допускається їх внесення у водоохоронних, заповідних, санітарно-курортних та рекреаційних зонах; біля водозаборів, або якщо є велика вірогідність прямого потрапляння речовин у підземні води; на полях, призначених для вирощування сільськогосподарських культур, що вживаються людьми у сирому вигляді (овочів, баштанних культур). Цей стандарт встановлює основні вимоги до стічних вод та їх осадів, що утворюються тільки за промислового виробництва продукції тваринництва та птахівництва, а також компостів на їх основі для подальшого застосування для зрошення та удобрення сільськогосподарських угідь.

Стандарт призначено, аби встановити на галузевому рівні обов'язкові екологічні критерії, правила та регламенти щодо можливості очищення стічних вод промислового тваринництва і птахівництва до якості, що відповідає екологічним і агрономічним критеріям води для зрошення, а також критерії складу осадів стічних вод та компостів на їх основі для безпечного використання у сільськогосподарському виробництві.

Для зрошення дозволено використовувати очищену стічну воду, яку віднесено до I чи II класу придатності залежно від вмісту 21-го показника вмісту хімічних елементів, переважно металів.

Воду I класу можна застосовувати для зрошення без обмежень за екологічними критеріями. Вода II класу обмежено придатна і може бути використана для зрошення за умов екологічного контролю та обов'язкового застосування комплексу агромеліоративних заходів.

Вимоги до мікробіологічного та паразитологічного складу стічних вод для зрошення [21] складаються з контролю бактерій групи кишкових паличок, колі-фагів, лактозопозитивних кишкових паличок, патогенних мікроорганізмів, життєздатних яєць геогельмінтів (аскарид, волосоголовців, анкілостомід), життєздатних яєць біогельмінтів (онкосфери геніїд, яйця фасціол), життєздатних цист кишкових патогенних найпростіших (цисти лямблій, балантидій, оосцити криптоспоридій).

Осади стічних вод, що використовуються з метою удобрення угідь сільськогосподарського призначення, повинні відповідати санітарно-гігієнічним вимогам, у яких

індекс бактерій групи кишкової палички (індекс БГКП) не більше 50000 КУО/дм^3 та не дозволені патогенні мікроорганізми, сальмонели, життєздатні яйця гельмінтів. У разі невідповідності їх складу вказаним вимогам проводять додаткові заходи їх знезараження і/або компостування. Для встановлення удобрювальної цінності кожної партії осаду стічних вод, однорідної за своїм походженням, та розрахунку доз внесення органічних добрив мають бути встановлені такі показники, як pH, вміст сухої і органічної речовини, вуглецю, азоту, фосфору, калію, кальцію.

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень визначено, що на сучасному етапі розвитку тваринництва в Україні, актуальними є такі напрями раціонального використання водних ресурсів — відтворення ресурсів прісної води; розробка елементів технологій, які дають можливість запобігти забрудненню природних водоймищ і скорочують споживання питної води не за призначенням; адаптація існуючих технологій біологічного очищення стоків для отримання компонентів добрив із твердої фракції очищення.

Встановлено, що впродовж останніх 30 років в Україні спостерігається позитивна динаміка розвитку тваринництва промислового типу, що підвищує локальне антропогенне навантаження на НПС, зокрема збільшенням кількості побічної продукції у місці знаходження великого підприємства з утримання тварин.

У районах розташування крупних тваринницьких підприємств джерелом локального забруднення довкілля є не тільки гній, а й стічна вода у щорічній загальній кількості впродовж 1990–2021 рр. – 31,0–270,1 млн м^3. Рідкий гній може входити до складу рідких стоків тваринництва, і становить 10,8% від загальної його кількості у скотарстві і свинарстві.

На прикладі супутникових фотографій підприємств з утримання тварин у приміщеннях показано перспективність дослідження локального впливу стічної води на довкілля за використання супутникового агроекологічного моніторингу.

Аналіз нормативних актів ЄС і України у сфері поводження зі стічною водою агропідприємств дав змогу виявити, що європейські підходи щодо оцінки безпечності стічної води для зрошення істотно відрізняються від української практики як за переліком показників, так і за їх значенням, і загальними правилами щодо оцінювання і контролю безпечності застосування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pinchuk, V. O., Palapa, N. V., Tertychna, O. V., Kotsovska, K. V., & Mineralov, O. I. (2019). The ecological state of rural residential areas of Kyiv region in the intensive livestock farming zone. *Таврійський науковий вісник. Сер.: Сільськогосподарські науки, 107*, 341–346. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.45.
2. Міністерство аграрної політики України. (2006). Відомчі норми технологічного проектування ВНТП-АПК-09.06. Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною. Київ: Мінагрополітики.
3. Про затвердження Ветеринарно-санітарних правил для птахівничих господарств і вимог до їх проектування. Наказ Головного державного інспектора ветеринарної медицини № 53 (2001). (Україна). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0565-01.
4. Zeng, Z., Zheng, P., Ding, A., Zhang, M., Abbas, G., & Li, W. (2017). Source analysis of organic matter in swine wastewater after anaerobic digestion with EEM-PARAFAC. *Environ Sci Pollut. Res., 24*, 6770–6778. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-016-8324-3.
5. Доброжан, Ю. В., & Шевченко, Л. В. (2018). Вміст антибіотиків у посліді курей промислового стада за інтенсивної технології виробництва продукції птахівництва. *Ветеринарна біотехнологія, 32* (2), 122–129. DOI: https://doi.org/10.31073/vet_biotech32(2)-14.
6. Williams, C. J., Frost, P. C., Morales-Williams, A. M., Larson, J. H., Richardson, W. B., Chiandet, A. S., & Xenopoulos, M. A. (2016). Human activities cause distinct dissolved organic matter composition across freshwater ecosystems. *Glob. Chang. Biol., 22*, 613–626. DOI: https://doi.org/10.1111/gcb.13094.
7. Tang, J., Li, X., Cao, C., Lin, M., Qiu, Q., Xu, Y., & Ren, Y. (2019). Compositional variety of dissolved organic matter and its correlation with water quality in peri-urban and urban river watersheds. *Ecol. Indic., 104*, 459–469. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.05.025.

8. Preisner, M., Neverova-Dziopak, E., & Kowalewski, Z. (2021). Mitigation of eutrophication caused by wastewater discharge: A simulation-based approach. *Ambio, 50*, 413–424. DOI: https://doi.org/10.1007/s13280-020-01346-4.
9. Qi, G., Zhang, B., Tian, B., Yang, R., Baker, A., Wu, P., & He, S. (2023). Characterization of Dissolved Organic Matter from Agricultural and Livestock Effluents: Implications for Water Quality Monitoring. *Int. J. Environ. Res. Public Health, 20*, 5121. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph20065121.
10. Grell, T., Marchuk, S., Williams, I., McCabe, B.K., & Tait, S. (2023). Resource recovery for environmental management of dilute livestock manure using a solid-liquid separation approach. *Journal of Environmental Management, 325*, 116254 DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116254.
11. Phan, C. N., Strużyński A., Kowalik T., & Hoang, V. P. (2022). Assessment of livestock wastewater treatment efficiency when using an anaerobic digester combined with a biological pond in Nam Anh, Nghe An, Vietnam. *Acta Sci. Pol., 21*(2), 3–16. DOI: http://dx.doi.org/10.15576/ASP.FC/2022.21.2.3.
12. Ребрикова, П. А., Шидловська, О. А., Жолобак, Н. М., & Мокроусова, О. Р. (2018). Біотехнологічні аспекти очищення стічних вод підприємств, що переробляють продукти тваринництва. *Наукові праці НУХТ, 24*(6), 42–49. DOI: http://dx.doi.org/10.24263/2225-2924-2018-24-6-7.
13. FAO's work to tackle the climate crisis. (2023). *Agri-food solutions to climate change*. Rome, Italy. 16 p. Retrieved from https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc8055en.
14. *Water reuse*. Managing water resources more efficiently and facilitating water reuse in the EU. Retrieved from https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-reuse_en#objectives.
15. Teo, C. J, Karkou, E., Vlad, O., Vyrkou, A., Savvakis, N., Arampatzis, G., & Angelis-Dimakis, A. (2023). Life cycle environmental impact assessment of slaughterhouse wastewater treatment. *Chemical Engineering Research and Design, 200*, 550–565. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cherd.2023.11.016.
16. Tarariko, O. H., Cruse, R. M., Ilienko, T. V., Kuchma, T. L., Kozlova, A. O., Andereiev, A. A., ... Velychko, V. A. (2024). Impact of climate changes on agroresources of Ukrainian Polissia based on geospatial data. *Agricultural Science and Practice, 11*(2), 3–29. DOI: https://doi.org/10.15407/agrisp11.02.003.
17. Міністерство аграрної політики України (2005). Відомчі норми технологічного проєктування ВНТП-АПК-04.05. Підприємства птахівництва. Київ: Мінагрополітики. 90 с.
18. ДБН В.2.2-1-95 Будинки і споруди. Будівлі і споруди для тваринництва. Затверджено наказом від 27.01.1995 №17.
19. Войтенко, Л., Горбатенко, В., Жирнов, В., Канченко, О., Канченко, Ю., Киценко, П., ... Ярощук, Ю. (2009). *Науково-методичні рекомендації: Виробництво органічних добрив*. Київ: Видавничий відділ НУБіП України.
20. Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. (2023). *Ukraine's Greenhouse gas inventory 1990–2021.* Kyiv. Retrieved from https://unfccc.int/documents/628276.
21. Міністерство аграрної політики України. (2007). Води стічні та їх осади в тваринництві та птахівництві. Компости на їх основі: Стандарт Мінагрополітики України СОУ 41.00-37-688:2007. Київ: Мінагрополітики.
22. Regulation (EU) 2020/741 of the European Parliament and of the Council of 25 May 2020 on minimum requirements for water reuse. *Official Journal of the European Union* (2020). (European Union). Retrieved from http://data.europa.eu/eli/reg/2020/741/oj.
23. Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991 concerning urban waste-water treatment. *Official Journal of the European Communities No L 135/40* (1991). (European Union). Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0271.
24. Порядок повторного використання очищених стічних вод та осаду стічних вод за умови дотримання нормативів гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України № 341 (2018). (Україна). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0075-19#Text.
25. ДСТУ 7369:2013. Стічні води. Вимоги до стічних вод і їхніх осадів для зрошування та удобрювання. (2013). [Чинний від 2014-01-01]. Київ.

Стаття надійшла до редакції журналу 03.01.2025