

УДК 636.5.083.14

© 2022

ВДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБІВ РЕГЕНЕРАЦІЇ ПІДСТИЛКИ ДЛЯ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ

О.В. Рябініна¹, В.О. Мельник²

^{1, 2}кандидати сільськогосподарських наук

Державна дослідна станція птахівництва НААН

вул. Центральна, 20, с. Бірки Чугуївського р-ну Харківської обл., 63421, Україна

e-mail: ¹ryabinina_e@ukr.net, ²lab.20@ukr.net

ORCID: ¹0000-0003-3803-0195, ²0000-0003-3571-7872

Надійшла 05.11.2021

Мета. Розробити та дослідити вдосконалені способи регенерації використаної пташиної підстилки. **Методи.** Зоотехнічні, зоогігієнічні та статистичні. Розроблено та проведено дослідження вдосконалених способів регенерації використаної пташиної підстилки, зокрема: вкривання бурту в процесі біотермічної обробки плівкою; додавання до підстилки спеціального мікробіологічного препарату Біосевен (Ветолак) виробництва ПП «БТУ-Центр»; опромінення поверхні бурту ультрафіолетовим бактерицидним випромінюванням; озонування в приміщенні. Досліджено динаміку температури та вологості підстилки, емісію аміаку в процесі її біотермічної обробки, вплив біотермічної обробки на мікробне обсіменіння та хімічний склад підстилки. **Результати.** Попередня обробка використаної пташиної підстилки мікробіологічним препаратом забезпечувала інтенсифікацію процесу біотермічної обробки та підвищення температури на 1–7°C ($P < 0,01$), що створювало кращі умови для її знезараження. Застосування мікробіологічного препарату, а також озонування в приміщенні та опромінення поверхні підстилки ультрафіолетовим бактерицидним випромінюванням сприяли зменшенню емісії аміаку, відповідно, на 1–27, 1–23 та 1–16 мг/м² за 1 год ($P < 0,05$). Після біотермічної обробки вміст азоту в підстилці зменшився на 10–17%. Дещо більший вміст азоту після обробки (на 0,2%) був у підстилці, яку перед закладенням в бурти обробляли мікробіологічним препаратом. Біотермічна обробка підстилки в процесі регенерації забезпечила зниження її обсіменіння ентеробактеріями на 0,5–1,1 log₁₀, грибами – в 2–5 разів. **Висновки.** Розроблені способи регенерації використаної пташиної підстилки сприяють інтенсифікації процесу її біотермічної обробки, зменшенню обсіменіння ентеробактеріями на 0,5–1,1 log₁₀, грибами – у 2–5 разів, емісії аміаку – на 1–27 мг/м² за 1 год.

Ключові слова: утримання птиці, компостування, біотермічна обробка, мікробіологічні препарати, ультрафіолетове випромінювання, озонування.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202201-09>

З бурхливим розвитком птахівництва в останні десятиліття та утриманням більшої частоти птиці на підстилці галузь потребує все більших кількостей підстилки (в Україні

близько 1,7 млн т) та відчуває все більший її дефіцит. З огляду на це в деяких країнах розвинутого птахівництва (США, Бразилії, Австралії та ін.) досить значне поширення

отримала практика багаторазового використання підстилки (до 14 разів). Водночас є чимало зауважень щодо такої практики. Особливо великі побоювання у птахівників викликає можливість передачі через підстилку патогенних мікроорганізмів. У статті наведено результати досліджень щодо розробки вдосконалених способів регенерації використаної підстилки та вивчення їх впливу на динаміку процесу біотермічної обробки, мікробне обмінення підстилки та її хімічний склад.

Повторне використання підстилкових матеріалів дає змогу зменшити їхні витрати, збільшити у підстилковому посліді вміст поживних для рослин елементів (N, P, K) і знизити екологічне навантаження на довкілля. Однак багато птахівників і дослідників ставляться з упередженням до цієї практики через збільшення вмісту пилу та аміаку в повітрі пташника, підвищений ризик перенесення захворювань, зниження показників вирощування та утримання птиці, негативного впливу на її здоров'я.

Було проведено низку досліджень, в яких вивчали ці проблеми, щоб визначити, чи є вони реальними та підходи для їх подолання.

Емісію запахів при утриманні птиці за одноразового використання підстилки та на суміші одноразової і регенованої підстилок вивчали зарубіжні автори [1]. Істотних відмінностей між варіантами за цим показником ними не встановлено. Так, у середньому, емісія запахів у розрахунку на 1 кг живої маси за утримання птиці на одноразово використовуваній підстилці коливалась у межах 0,53–1,84 ou (odour unit)/с, а за утримання на суміші одноразової та регенованої підстилок — у межах 0,65 — 2,12 ou/с [1].

За багаторазового використання підстилки збільшувався вміст пилу в повітрі пташника порівняно з використовуваною 1 раз, що, на думку дослідників, є наслідком меншої вологості та розміру часток підстилки. Водночас уміст пилу не перевищував гранично допустимих концентрацій (ГДК) [2].

У кількох дослідженнях вивчали емісію аміаку за утримання птиці на одноразово та багаторазово використовуваній підстилці. Встановлено, що, як правило, емісія цього

газу зростає в 1,3–2 рази, проте у більшості випадків загальний вміст аміаку в повітрі пташника також не перевищував ГДК [3].

Найбільшим є ризик перенесення патогенних мікроорганізмів і хвороб багаторазово використовуваною підстилкою. Різноманітні мікроорганізми, зокрема сальмонела, кишкова паличка, *Clostridium*, *Campylobacter*, *Staphylococcus aureus* та ін., є патогенними для людини, а також для домашньої птиці, викликаючи серйозні інфекції, які можуть призвести до смерті. Тому в період профілактичних перерв між циклами підстилку потрібно знезаражувати. Основним способом її знезараження є біотермічне компостування. Компостування зазвичай виконують способом згрібання підстилки безпосередньо у пташнику в бурти висотою від 60 см до 1,5 м і витримки її в буртах упродовж 5–14-ти днів. За цей час температура підстилки всередині буртів у результаті діяльності мікроорганізмів досягає 55–70°C, що і забезпечує значне зниження вмісту патогенних мікроорганізмів. Упродовж цього періоду бурти 1–2 рази перевертають [4, 5].

Водночас зазначена температура розвивається тільки в центральній частині буртів, на їх периферії вона близька до температури зовнішнього середовища й багато патогенних мікроорганізмів можуть залишатися життєздатними. Тому розробка способів обробки багаторазово використовуваної підстилки, які б забезпечували її максимальне знезараження, залишається актуальною проблемою.

Дехто з авторів вважає, що бактерії та інші мікроорганізми є невід'ємною частиною біосистеми пташника [6, 7]. Навіть докладаючи максимум зусиль, неможливо повністю стерилізувати середовище пташника. Сама підстилка у пташнику, з її високим рН і концентрацією аміаку є суворим середовищем, яке значною мірою може допомогти контролювати кількість мікроорганізмів. Належним чином контролюючи рівень вологості підстилки, аміаку та рН, виробники можуть підтримувати прийнятний рівень мікробного забруднення, що допоможе зменшити проблеми із захворюваннями та підтримувати продуктивність птиці [6, 7].

Доведено, що мікробіота підстилки безпосередньо впливає на мікробіоту та кишкові реакції шлунково-кишкового тракту птиці. Тому повторне використання посліду за належних умов господарювання може поліпшити склад мікробіоти кишечника, що важливо для росту та здоров'я птиці.

Вплив вирощування птиці на багаторазово використовуваній підстилці порівняно з використовуваною одноразово на основні зоотехнічні показники курчат-бройлерів (живу масу, збереженість, конверсію корму, забійний вихід та ін.) вивчали в низці досліджень. У більшості з них істотних відмінностей за цими показниками між різновидами використовуваної підстилки не виявлено [8], хоча в деяких дослідженнях за використання регенованої підстилки отримували гірші показники.

Значною мірою суперечливі результати отримано при вивченні впливу типу підстилки, що використовується, на такі показники: стан пір'яного покриву, наявність дерматитів ніг, стан колінних суглобів як на користь свіжої, так і на користь багаторазово використовуваної підстилки.

Водночас слід зазначити, що майже всі подібні дослідження проводили на курчатах-бройлерах. Ефективність вирощування та утримання на регенованої підстилці інших видів і виробничих груп птиці (індиків, яєчних курей та ін.) вивчено недостатньо. Потребують розробки або вдосконалення також способи та режими знезараження підстилки в процесі її регенерації для зменшення ризику захворювань птиці під час її вирощування й утримання на такій підстилці.

Даних щодо проведення досліджень з обґрунтування параметрів знезараження підстилки для багаторазового її використання та вивчення ефективності вирощування й утримання птиці на такій підстилці в Україні не виявлено.

У Державній дослідній станції птахівництва НААН (ДДСП НААН) у 2005–2010 рр. проводили дослідження, в результаті яких було розроблено технологічні заходи, що забезпечують зменшення емісії аміаку з підстилки в 1,3–5 разів. У 2018–2020 рр. проводили дослідження щодо вдосконалення технологічного процесу компостування

підстилкового посліду та птиці, що загинула [9, 10].

Мета досліджень — розробити та дослідити вдосконалені способи регенерації використаної пташиної підстилки.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили на експериментальній фермі «Збереження державного генофонду птиці» ДДСП НААН у пташнику для вирощування ремонтного молодняку курей. Було розроблено 4 вдосконалені способи регенерації використаної підстилки у процесі біотермічної обробки в бурті:

- бурт при цьому вкривали поліетиленою плівкою (ВП);
- підстилку під час закладення в бурт обробляли мікробіологічним препаратом Біосевен (Ветолак) виробництва ПП «БТУ-Центр» (МП);
- над буртом установлювали бактерицидну лампу, яку вмикали щодня один раз на добу на 20 хв. Розрахункова добова доза опромінення поверхні бурту ультрафіолетовим опроміненням (УФО) — 50 Дж/м²;
- у приміщенні кожні 3 дні вмикали озонатор (Оз). Розрахункова концентрація озону в приміщенні — 20 мг/м³, експозиція — 2 год.

Як контроль (варіант К) використовували відому технологію регенерації, яка передбачала біотермічну обробку підстилки під час компостування в бурті [4, 5].

Під час проведення досліджень за варіантами регенерації використаної підстилки визначали та контролювали такі параметри:

- температуру підстилки на глибині 0,3 м — за допомогою штангового термометра в 3-х точках кожного бурту, щодня впродовж усього періоду компостування;
- температуру підстилки на поверхні бурту, на глибині 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60 та 65 см (рівень підлоги) — на 14-й день біотермічної обробки за допомогою штангового термометра в 3-х точках кожного бурту;
- вологість підстилки перед початком компостування, а в подальшому кожні 3 дні згідно з ГОСТ 26713-85;
- емісію аміаку через кожні 2 дні по 3 виміри в кожному приміщенні за допомогою газоаналізатора УГ-2;
- обсіменіння використаної підстилки грибами та ентеробактеріями: перед початком

компостування та після його закінчення (на 14-й день) стандартизованими методами у відділі оцінки якості та безпечності кормів і продукції птахівництва ДДСП НААН;

- хімічний склад підстилкового посліду за варіантами (волога, азот, фосфор, кальцій, зола) до і після компостування у відділі оцінки якості та безпечності кормів і продукції птахівництва ДДСП НААН;

- статистичну обробку результатів досліджень виконували за загальноприйнятими методиками.

Результати досліджень та їх обговорення. Визначено динаміку температури використаної підстилки впродовж періоду біотермічного компостування за різних способів регенерації, виміряну на глибині 30 см від поверхні бурту (рис. 1).

Уже на 5-ту добу після формування температура всередині всіх буртів піднялася вище 55°C й була такою до кінця біотермічної обробки підстилки. Саме досягнення температури 55°C є, за даними літератури, необхідною умовою для істотного зменшення кількості патогенних мікроорганізмів в підстилці [5]. Перші 4 дні найшвидше температура піднімалася в бурті, вкритому плівкою. Це, вірогідно, можна пояснити зменшенням втрат тепла у цьому варіанті, що сприяло швидшому розігріву підстилки. Швидшому розігріву підстилки сприяло і додавання до неї мікробіологічного препарату. Саме у цьому варіанті використана підстилка досягла найбільшої температури (65°C) й упродовж

більшої частини процесу біотермічної обробки переважала інші варіанти на 1–7°C ($P < 0,05$).

Водночас температура, потрібна для знезараження підстилки, досягалася тільки в центральній частині буртів — на глибині не менш ніж 20 см від поверхні й відстані 15 см від підлоги. У напрямку до зовнішніх шарів буртів температура використаної підстилки зменшувалася (табл. 1).

Перед початком формування буртів вологість підстилки оптимізували на рівні 30–32%. Визначено динаміку вологості використаної підстилки впродовж періоду біотермічного компостування за різних експериментальних способів регенерації (рис. 2). Упродовж періоду біотермічної обробки внаслідок підвищення температури спостерігали зменшення вологості підстилки на 2–4% в усіх варіантах. Найменшим (на 1,6%) зменшення вологості підстилки було за біотермічної обробки підстилки в бурті, вкритому плівкою, найбільшим (на 3,5%) — за її обробки мікробіологічним препаратом ($P < 0,05$).

На 15-й день підстилку з буртів розіслали по поверхні підлоги для її підсушування й видалення зайвого аміаку. За тиждень спостережень вологість підстилки зменшилася ще на 5–8% ($P < 0,001$).

Визначено динаміку емісії аміаку з поверхні буртів упродовж періоду біотермічної обробки використаної підстилки (рис. 3). За всіх варіантів обробки після формування буртів спостерігалася збільшення

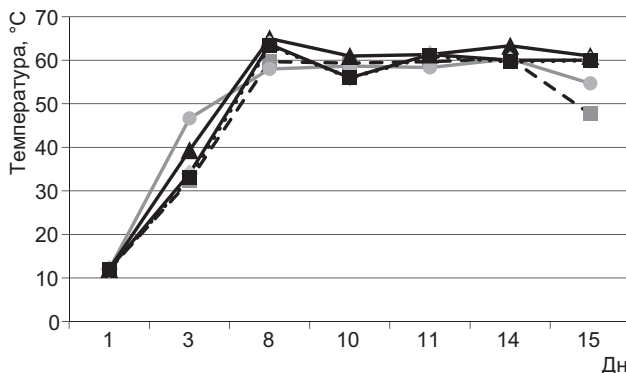


Рис. 1. Динаміка температури використаної підстилки впродовж періоду біотермічної обробки: —■— 1 (К); —●— 2 (ВП); —▲— 3 (МП); —■— 4 (УФО); —●— 5 (Оз)

1. Температура використаної підстилки залежно від глибини виміру на 14-й день біотермічного компостування

Глибина виміру, см	Варіант				
	1 (К)	2 (ВП)	3 (МП)	4 (УФО)	5 (Оз)
0 (на поверхні бурту)	23,33±1,080	31,67±1,780	25,00±0,707	26,00±1,414	26,33±2,677
5	34,00±2,121	48,00±1,871	44,33±1,633	43,00±1,414	43,00±0,707
10	42,33±1,472	51,33±2,273	49,00±1,414	51,00±1,871	49,67±1,472
20	53,33±2,160	59,00±1,871	58,00±1,414	59,00±2,121	58,33±1,780
30	59,67±4,143	62,33±1,080**	65,00±1,414***	62,00±1,414**	63,00±3,082**
40	59,33±2,483**	54,67±0,816	62,33±1,472	58,67±1,080	54,33±3,189
50	53,00±0,707	48,67±2,483	55,33±2,677	52,00±1,414	51,00±1,871
60	43,33±1,780	38,67±1,080	46,00±1,414	43,67±1,472	44,00±1,414
65 (основа бурту)	40,00±1,414	35,33±1,080	41,00±1,871	40,33±1,472	41,67±1,633

P<0,01; *P<0,001.

емісії аміаку, що було пов'язано з інтенсивними біотермічними процесами у підстилці та підвищенням її температури. На

завершальній стадії процесу біотермічної обробки емісія аміаку знижувалася. Найвищою (на 1–51 мг/м² за 1 год порівняно

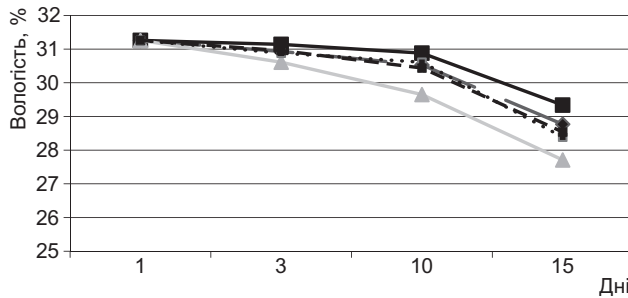


Рис. 2. Динаміка вологості використаної підстилки впродовж періоду біотермічної обробки: —◆— 1 (К); —■— 2 (ВП); —▲— 3 (МП); —■— 4 (УФО); —●— 5 (Оз)

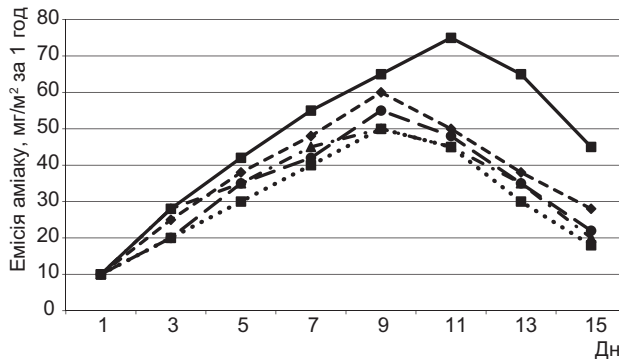


Рис. 3. Динаміка емісії аміаку впродовж періоду біотермічного компостування використаної підстилки: —◆— 1 (К); —■— 2 (ВП); —▲— 3 (МП); —●— 4 (УФО); —■— 5 (Оз)

2. Хімічний склад використаної підстилки перед і після біотермічної обробки

Показник	Уміст, %					
	перед обробкою	після обробки				
		1 (К)	2 (ВП)	3 (МП)	4 (УФО)	5 (Оз)
Волога	30,9	28,0	29,0	25,6	27,7	28,7
Зола	19,1	19,0	19,0	19,0	19,3	18,0
Азот	3,0	2,5	2,52	2,7	2,5	2,5
Кальцій	3,74	3,0	3,8	3,5	3,5	3,4
Фосфор	1,99	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3

з контрольним варіантом, $P < 0,01$) емісія аміаку впродовж усього процесу обробки була за вкривання бурту плівкою (у разі її знімання) внаслідок того, що: *по-перше*, плівка заважала вивільненню аміаку впродовж інших періодів процесу, *по-друге*, у підстилці створювалися частково анаеробні умови.

Водночас при обробці поверхні бурту УФО та озонуванні в приміщенні емісія аміаку знижувалася, відповідно, на 1–27 та 1–23 мг/м^2 за 1 год ($P < 0,05$). Зниження вмісту аміаку в повітрі при озонуванні можна пояснити окисненням частини його озonom ($4\text{O}_3 + 2\text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3 + 4\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$). У результаті утворюється нітрат амонію та вода. Зниження вмісту аміаку в повітрі при опроміненні підстилки УФО пояснюється впливом двох чинників: утворенням озону та його реакцією з аміаком за тією самою схемою, що й при озонуванні та безпосереднім

розпадом аміаку під дією УФО. Деяке (на 1–16 мг/м^2 за 1 год, $P < 0,05$) зниження емісії аміаку порівняно з контролем спостерігалось також при додаванні до підстилки мікробіологічного препарату. В останньому випадку зниження емісії аміаку, вірогідно, можна пояснити негативним впливом мікроорганізмів препарату на амонійфіксуючі бактерії. Вивчено хімічний склад використаної підстилки перед обробкою та після неї різними способами (табл. 2). Порівняно з початковим рівнем уміст азоту після обробки зменшився (на 10–17%) у всіх варіантах. Дещо більший уміст азоту після обробки (на 0,2%) був у підстилці, яку перед закладенням у бурти обробляли мікробіологічним препаратом. В усіх варіантах після обробки вміст фосфору підвищувався, що було наслідком часткового розкладу органічних речовин підстилки та зменшення їх питомої частки.

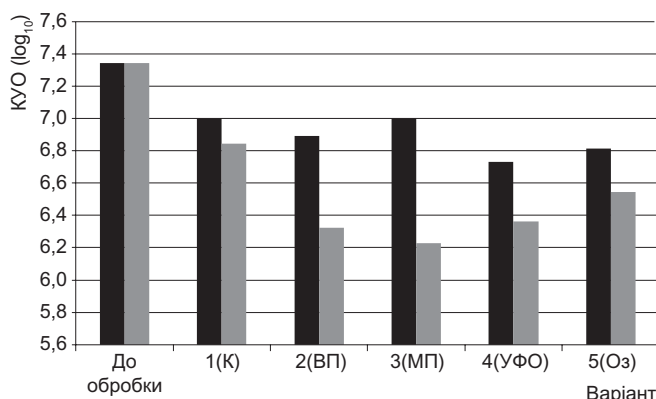


Рис. 4. Кількість ентеробактерій у використаній підстилці до та після регенерації, КУО (\log_{10}): ■ — на поверхні бурту; ■ — у середині бурту

Визначено результати досліджень мікробного обміненія зразків використаної підстилки ентеробактеріями до та після регенерації (рис. 4).

Установлено, що після регенерації мікробне обміненія використаної підстилки ентеробактеріями всередині бурту зменшувалося на 0,5–1,1 \log_{10} . Найбільше зменшення спостерігалось за вкривання бурту плівкою та за додавання до використаної

підстилки мікробіологічного препарату. На поверхні бурту обміненія використаної підстилки ентеробактеріями було найменшим у варіанті, в якому її опромінювали УФО та за озонування. У решті варіантів обміненія ентеробактеріями на поверхні бурту залишалося досить високим. Обміненія використаної підстилки грибами всередині буртів у результаті біотермічної обробки зменшувалося в 5 разів, на їх поверхні — удвічі.

Висновки

Розроблено вдосконалені способи регенерації використаної підстилки пташників, які сприяли інтенсифікації процесу її біотермічної обробки та підвищенню температури на 1–7°C ($P < 0,01$), зменшенню емісії

аміаку — на 1–27 mg/m^2 за 1 год ($P < 0,05$), обміненню ентеробактеріями — на 1,1 \log_{10} , грибами — в 2–5 разів. Спостерігалась також тенденція до збільшення вмісту азоту в регенованій підстилці.

Ryabinina E.¹, Melnyk V.²

State Research Station for Poultry Farming of NAAS, 20 B Tsentralna Str., vil. Birky, Chuhuiv district, Kharkiv oblast, 63421, Ukraine; e-mail: ¹ryabinina_e@ukr.net, ²lab.20@ukr.net; ORCID: ¹0000-0003-3803-0195, ²0000-0003-3571-7872

Improvement of methods of regeneration of litter for reuse

Goal. To develop and investigate improved methods for regenerating used bird litter. **Methods.** Zootechnical, zoohygienic, and statistical. The research of the improved ways of regeneration of the used bird litter is developed and carried out, in particular: covering of a pile in the course of biothermal processing by a film; an addition to the litter of a special microbiological preparation Bioseven (Vetolak) produced by PE «BTU-Tsentr»; irradiation of the pile surface with ultraviolet bactericidal radiation; ozonation indoors. The dynamics of litter temperature and humidity, ammonia emission in the process of its biothermal treatment, the influence of biothermal treatment on microbial contamination, and the chemical composition of litter have been studied. **Results.** Pre-treatment of the used bird litter with microbiological preparation provided

intensification of the process of biothermal treatment and increase of temperature by 1–7°C ($P < 0,01$), which created better conditions for its disinfection. The use of microbiological preparation, as well as ozonation in the room and irradiation of the litter surface with ultraviolet bactericidal radiation, helped to reduce ammonia emissions, respectively, by 1–27, 1–23, and 1–16 mg/m^2 for 1 h ($P < 0,05$). After biothermal treatment, the nitrogen content in the litter decreased by 10–17%. Slightly higher nitrogen content after treatment (by 0.2%) was in the litter, which before treatment in the piles was treated with a microbiological preparation. Biothermal treatment of litter in the process of regeneration ensured the reduction of its contamination with enterobacteria by 0.5–1.1 \log_{10} , fungi — 2–5 times. **Conclusions.** The developed methods of regeneration of used poultry litter help to intensify the process of its biothermal treatment, reduce contamination by enterobacteria by 0.5–1.1 \log_{10} , fungi — 2–5 times, ammonia emissions — by 1–27 mg/m^2 in 1 hour.

Key words: poultry keeping, composting, biothermal treatment, microbiological preparations, ultraviolet radiation, ozonation.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202201-09>

Бібліографія

1. Dunlop M., Gallagher E., Sohn J.H. Odour emissions from tunnel-ventilated broiler sheds: case study of nine Queensland farms. *Animal Production Science*. 2010. № 50. P. 546–551. doi: 10.1071/AN09188

2. Modini R.L., Agranovski V., Meyer N.K. et al. Dust emissions from a tunnel-ventilated broiler poultry shed with fresh and partially reused litter. *Animal Production Science*. 2010. № 50. P. 552–556. doi: 10.1071/AN09207

3. *Kyoung S.Ro., Moore P.A., Szogi A.A., Millner P.D.* Ammonia and Nitrous Oxide Emissions from Broiler Houses with Downtime Windrowed Litter. *J. of Environmental Quality*. 2017. V. 46(3). P. 498–504. doi: 10.2134/jeq2016.09.0368

4. *Lopes M., Roll V., Leite F.* et al. Quicklime treatment and stirring of different poultry litter substrates for reducing pathogenic bacteria counts. *Poultry Science*. 2013. V. 92. P. 638–644. doi: 10.3382/ps.2012-02700

5. *Karthiga S., Sharmilaa G.* Methodologies for re-use of poultry litter in broiler farms — A Review. *International J. of Civil Engineering and Technology*. 2018. V. 9(4). P. 230–233.

6. *Chapman H.D., Rayavarapu S.* Acquisition of immunity to *Eimeria maxima* in newly hatched chickens reared on new or reused litter. *Avian*

Pathol. 2007. V. 36(4). P. 319–323. doi: 10.1080/03079450701460773

7. *Lee K.W., Lillehoj H.S., Lee S.H.* et al. Impact of fresh or used litter on the posthatch immune system of commercial broilers. *Avian Dis.* 2011. V. 55. № 4. P. 539–544. doi: 10.1637/9695-022511-Reg.1

8. *Abougabal M. Sh.* Possibility of broiler production on reused litter. *Egypt. Poult. Sci.* 2019. V. (39) (II). P. 405–421. doi: 10.21608/epsj.2019.35039

9. *Мельник В.О., Рябініна О.В., Руда С.В.* Вплив мікробних препаратів на процес компостування пташиного посліду та якість компосту. *Сучасне птахівництво*. 2019. № 11–12. С. 18–22. doi: 10.31548/poultry2019.11.018

10. *Мельник В.О., Рябініна О.В., Гавілей О.В., Чаплигін Є.В.* Компостування птиці, що загинула. *Сучасне птахівництво*. 2020. № 5–6. С. 18–25.