

ТЕМПЕРАТУРНІ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПОСЛІДУ
ПТИЦІ ЗА РІЗНИХ РЕЖИМІВ ЙОГО ФЕРМЕНТУВАННЯП. В. КОВТУН, аспірант, <https://orcid.org/0009-0000-3935-3207>

E-mail: 986609085@ukr.net

С. В. МЕРЗЛОВ, доктор сільськогосподарських наук, професор,

<https://orcid.org/0000-0002-9815-4280>*Білоцерківський національний аграрний університет*[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.014](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.014)

Анотація. Гостро стоїть проблема зростання об'ємів накопичення відходів птахівництва в тому числі і посліду. Зберігання посліду курчат-бройлерів на обмежених площах негативно впливає на навколишнє середовище. Дослідження умов компостування посліду бройлерів як ефективного способу його утилізації має науково-господарське значення. Метою роботи є встановлення температурних і мікробіологічних показників за компостування посліду бройлерів використовуючи різні режими його аерації. Для реалізації поставленої мети в умовах дослідного центру БНАУ свіжий послід бройлерів компостували за внесення суміші біодеструкторів та різних режимів аерації. У контролі бурти із послідом збагачували киснем шляхом його механічного перемішування один раз на 10 діб. У дослідних групах аерацію виконували нагнітанням повітря компресором через отвори у трубах на яких були складенні бурти посліду. Аерація тривала у I дослідній групі 15 хв один раз на добу, в II дослідній групі двічі на добу по 15 хв. Встановлено, що температура компостування посліду залежала від інтенсивності аерації останнього. У II дослідній групі на 6 добу компостування температура біомаси посліду була найвищою і переважала показники контролю на 87,8 %. У I та II дослідних групах період ферментації у термофільному режимі був однаковим. Доведено, що за активного збагачення повітрям посліду птиці (II дослідна група) збільшується показник КМАФАнМ та кількість бактерій *Bacillus spp.* відносно контролю, відповідно, на 7,6 та 24,0 %. Перспективними дослідженнями є вивчення хімічних показників посліду курчат-бройлерів компостованого прискореним методом за різних режимів аерації.

Ключові слова: підстилка, подрібнена солома злакових, компостування, біопрепарати, бактерії

Актуальність. Об'єми накопичення посліду птиці збільшуються у зв'язку із постійним збільшенням виробництва продукції птахівництва. Послід птиці містить значну кількість поживних речовин.

Проте за постійного концентрування його на невеликих територіях виникає загроза для навколишнього середовища. Неконтрольоване його зберігання і використання як органічного добрива може

Ковтун П. В., Мерзлов С. В.

призводити до забруднення повітря шкідливими газами, нітрифікації підземних і наземних водойм, забруднення важкими металами-токсикантами. Слід зазначити, що за напільного вирощування і утримання птиці об'єми і маса посліду значно збільшується так як такі технології передбачають застосування великої кількості підстилки [1-4].

Для покращення з господарсько-екологічної точки зору ефективності використання відходів птахівництва розроблені різні способи їх компостування. Одним із способів утилізації посліду птиці є його ферментування із використанням біодеструкторів, постійно підтримуючи аеробні умови. Дані процеси дають можливість отримати ефективне органічне добриво і зменшити шкідливі викиди у атмосферу [5, 6]. Дослідження впливу інтенсивності аерації посліду птиці на технологічні показники і швидкість його ферментації має науково-практичний інтерес, так як від цих величин залежить рівень викидів шкідливих сполук і якість кінцевого продукту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Під час процесу компостування за дії ензимів продуцентом яких є бактерії, дріжджі, гриби та простійші, які знаходяться у органічній біомасі метаболізуються залишкові поживні речовини у тому числі і клітковина. За оптимальної вологоти, співвідношення хімічних

елементів компостування проходить інтенсивно. За несприятливих умов гідролітичні процеси знижуються. Для прискорення процесів ферментування застосовують різної природи бактеріальні або грибові біопрепарати [7, 8, 14].

Важливим фактором, який впливає на гідроліз поживних речовин у органічних відходах за допомогою ензимів мікроорганізмів є вміст Оксигену у біомасі. Особливо коли домінуючими в конгломераті мікроорганізмів є аеробні бактерії. За зменшенням концентрації Оксигену у компостованій біомасі процеси гідролізу знижуються і пролонгуються [9, 10-12].

Недостатньо у доступній літературі зустрічається інформація щодо температурних і мікробіологічних показників у посліді курчат-бройлерів за його компостування із використанням біодеструкторів і додаткової аерації.

Мета і завдання. Тому метою досліджень є встановлення впливу режимів аерації посліду курчат-бройлерів із вмістом біопрепаратів на процеси ферментування, його температурні та мікробіологічні показники.

Матеріали та методи. Для проведення експерименту в умовах науково-навчального дослідного центру Білоцерківського національного аграрного університету було відібрано 5400 кг посліду курчат-бройлерів із

Ковтун П. В., Мерзлов С. В.

підстилкою (подрібнена солома злакових). Послід птиці відбирали безпосередньо із пташників через 2 доби після забою птиці та ретельно перемішували. Під час перемішування у послід курчат-бройлерів вносили розчин суміші біопрепаратів. Із гомогенного посліду курчат-бройлерів із внесеними біопрепаратами формували групи буртів для компостування – контрольну і дві дослідних. Кожна група містила по 3 бурти. Маса посліду курчат-бройлерів у одному бурті становила - 600 кг. У контрольній групі бурти складали на бетонну площадку де аерацію посліду проводили шляхом механічного його

перемішування один раз на 10 діб. У дослідних групах бурти формували на бетонних площадках на яких були розміщені каркаси із спаяних поліпропіленових труб із багаточисельними отворами діаметром 2,5 мм. Каркаси були виготовлені ідентично за кількістю і довжиною поперечних, повздовжніх труб та кількістю отворів у них. Кожний каркас через труби був приєднаний і з компресором. У I дослідній групі бурти аерували шляхом нагнітання повітря компресором продовж 15 хв в першій половині доби. У II дослідній групі нагнітання повітря проводили двічі по 15 хв в ранці і у вечері (табл. 1).

1. Схема проведення експерименту.

Група	Кількість буртів у групі, шт	Вага посліду у одному бурті, кг	Спосіб аерації посліду
Контрольна	3	600	Механічне перемішування посліду один раз на 10 діб
I дослідна	3	600	Нагнітання повітря компресором продовж 15 хв один раз на добу
II дослідна	3	600	Нагнітання повітря компресором продовж 15 хв два рази на добу

Бурти у групах формували під навісом для запобігання дії прямих сонячних променів. Вміст вологи у посліді курчат-бройлерів з підстилкою закладений у бурти був на рівні $61,0 \pm 0,3$ %. Мікробіологічні дослідження посліду курчат-бройлерів проводили керуючись методиками описаними [13].

Температуру посліду курчат-бройлерів у буртах визначали

застосовуючи термометр, який відповідає ДСТУ OIML R 133:2019 занурюючи його на глибину 30-35 см витримуючи по 10 хвилин у одній позиції [15]. Експеримент тривав з травня по вересень місяць. Середньодобова температура повітря змінювалась від 13,5 до 29,6 °C.

Застосовуючи програму Statistica проводили статистичні обрахунки результатів експериментів.

Результати та обговорення. На початку експерименту (доба формування буртів) температура посліду курчат-бройлерів у дослідних групах була аналогічною. Через 24 години від закладання компосту, встановлено що температура посліду в контрольних буртах зросла до 15,0 °С. У цей самий період за використання одноразової аерації (І дослідна група) температура компостованої біомаси зросла на 5,0 °С або 33,3 % відносно контролю. За двократного аерування продовж доби (ІІ дослідна група) різниця між контролем і І дослідною групою за показником температури становила, відповідно, 7,0 та 2,0 °С. До 4 доби компостування відмічалось стрімке наростання температури у середині буртів із посліду курчат-бройлерів. У І та ІІ дослідній групі збільшення температури було, відповідно, у 3,9 та 4,09 рази відносно першої доби компостування і на 72,0 і 80,0 % відносно контролю. За активного збагачення повітрям посліду птиці у ІІ дослідній групі на 6 добу температура компостованої маси була найвищою і переважала показники у контролі і І дослідній групі, відповідно, на 87,8 та 1,6 %.

Починаючи із 4 до 26 доби була встановлена закономірність, що постійна аерація сприяє підвищенню температури у середині буртів посліду курчат-бройлерів. У цей період ферментування посліду

протікало за термофільного температурного режиму. Компостування посліду птиці у контрольній групі за температури вище 40,0 °С тривало лише 12 діб. Тривалість цього періоду була коротшою у порівнянні із ІІ дослідною групою у 1,91 рази. У І дослідній групі термофільний режим ферментації тривав 23 доби (рис. 1).

Найвищу температуру в середині буртів посліду курчат-бройлерів було зафіксовано у ІІ дослідній групі на 10 добу. Показник був вищим порівняно із контролем на 61,5 %. Порівнюючи температуру ферментування посліду курчат-бройлерів у термофільному режимі між І і ІІ дослідними групами встановлено, що додаткова аерація біомаси призводить до підвищення температури лише на 1,0-2,0 °С.

Слід відмітити, що за компостування посліду птиці без активної аерації (контрольна група) просліджується плавніше зниження температури біомаси у буртах із 28 до 32 доби. У цей самий період спостерігається підвищення температури у контролі відносно І дослідної групи на 2,0-8,0 °С. Поясненням такого явища може бути те, що у контролі до 28 доби послід містив ще достатню кількість легкодоступних поживних речовин для мікроорганізмів і метаболічні процеси ще активно протікали викликаючи зростання температури.

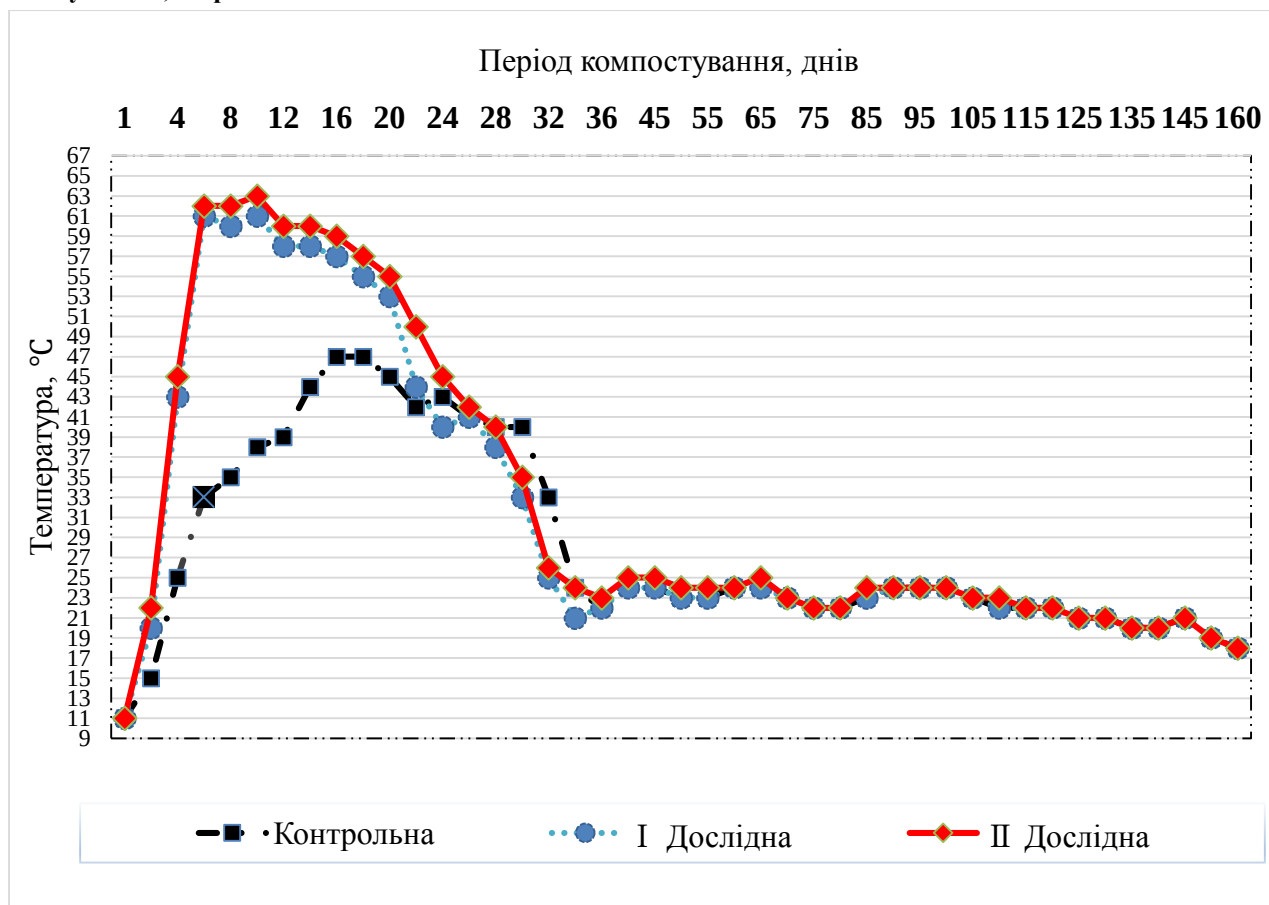


Рис 1. Динаміка температури компостування

Із 28 доби компостування у дослідних групах проходило у мезофільному режимі. Після 45 доби компостування вірогідної різниці за температурою у посліді бройлерів дослідних і контрольної групи не було відмічено. Температура біомаси у буртах залежала від температур навколишнього середовища. Із 150 доби температура ферментованого посліду курчат-бройлерів знизилась до психрофільного режиму.

Таким чином встановлено, що додаткове однократне і двократне аерування посліду птиці призводить до швидкого підвищення температури в середині бортів, а відповідно і до прискорення

метаболических процесів, у порівнянні із варіантом де збагачення Оксигеном біомаси шляхом нагнітання повітря компресором не здійснювали. Порівнюючи вплив однократного і двократного збагачення посліду повітрям на температуру компостування виявлено, що за двократного аерування статистично значущого зростання температури в середині бортів не відмічалось.

Мікробіологічне дослідження у посліді курчат-бройлерів проводили на 4 добу від початку ферментування. Показник КМАФАнМ у цей період ферментування становив $7,5 \cdot 10^8$. За одноразового нагнітання повітря у біомасу посліду курчат-бройлерів

Ковтун П. В., Мерзлов С. В.

значення КМАФАнМ зросло на 17,3 % відносно контролю. У II дослідній групі показник КМАФАнМ був найбільшим. Різниця із контрольною та I дослідною групами становила, відповідно, 22,7 та 4,5 % (табл. 2).

Встановлено вплив різних режимів збагачення посліду курчат-бройлерів із підстилкою у буртах повітрям на кількість бактерій у ньому. Найменший показник КУО/г був встановлений у контрольній

групі. У посліді курчат із I дослідної групи кількість клітин *Bacillus spp.* була більшою на 40,4 % відносно контролю. Двократне збагачення повітрям компостованої біомаси продовж доби сприяє активнішому зростанню показника КУО *Bacillus spp.* Різниця із контролем мала статистичну значущість. Відносно показника у I дослідній групі кількість клітин бактерій у II дослідній групі була більшою на 19,6 %.

2. Деякий мікробіологічний склад ферментованого посліду бройлерів (4 доба експерименту), КУО/г

Показник	Група		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
КМАФАнМ	$7,5 \cdot 10^8$	$8,8 \cdot 10^8$	$9,2 \cdot 10^8$
<i>Bacillus spp.</i>	$4,7 \cdot 10^7$	$6,6 \cdot 10^7$	$7,9 \cdot 10^7$
<i>Staphylococcus</i>	$1,6 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^5$
<i>Clostridium</i>	$6,8 \cdot 10^8$	$6,0 \cdot 10^8$	$5,2 \cdot 10^8$

Аналізуючи кількість клітин *Staphylococcus* у посліді курчат-бройлерів виявлено вплив на їх ріст і розмноження аерації ферментованої біомаси і збільшення чисельності у ній клітин сінної палички. Із збільшенням у біомасі *Bacillus spp.* чисельність бактерій *Staphylococcus* зменшується. У I і II дослідних групах показник КУО *Staphylococcus* був меншим ніж у контролі, відповідно, на 18,7 та 31,2 %.

Аналогічно виявлено зменшення кількості бактерій *Clostridium* у посліді курчат-бройлерів із дослідної

групи. Дане явище можливо пояснити принципом антагонізму між мікроорганізмами.

На 30 добу ферментування показник КМАФАнМ у контролі зріс у 3,33 рази відносно даних отриманих на 4 добу. Виявлено збільшення показника КМАФАнМ у I та II дослідні відносно 4 доби дослідження, відповідно, у 3,29 та 3,36 рази. Показник КМАФАнМ у посліді курчат-бройлерів, який однократно і двократно збагачували повітрям був вищий ніж у контролі, відповідно, на 16,0 та 24,0 % (табл. 3).

3. Деякий мікробіологічний склад ферментованого посліду бройлерів (30 доба експерименту), КУО/г

Показник	Група		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
КМАФАнМ	$2,5 \cdot 10^9$	$2,9 \cdot 10^9$	$3,1 \cdot 10^9$
<i>Bacillus spp.</i>	$9,2 \cdot 10^8$	$9,6 \cdot 10^8$	$9,9 \cdot 10^8$
<i>Staphylococcus</i>	$2,2 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^5$	$1,7 \cdot 10^5$
<i>Clostridium</i>	$7,1 \cdot 10^8$	$6,8 \cdot 10^8$	$6,4 \cdot 10^8$

Встановлена закономірність, чим активніше проводили аерацію посліду бройлерів під час компостування тим кількість клітин *Bacillus spp* була більшою. Різниця із контролем становила, відповідно, 4,3 та 7,6 %. Також залишалась закономірність, яка полягала у тому, що із збільшенням у компостованій біомасі *Bacillus spp.* показник КУО *Staphylococcus* та *Clostridium* знижувався.

Висновки і перспективи. За щоденного аерування посліду курчат-бройлерів двічі на добу час підвищення температури останнього до термофільного режиму скорочується на 8 діб. Доведено, що активне збагачення компостованої біомаси (II дослідна група) призводить до підвищення

температури у період із 10 до 14 доби ферментування на 36,3-65,7 % відносно контролю.

Використання двократної аерації дозволяє збільшити тривалість ферментування посліду курчат-бройлерів у термофільному режимі на 10 діб відносно контролю.

Додаткове збагачення посліду курчат-бройлерів повітрям сприяє нарощуванню клітин *Bacillus spp.* та зростанню показника КМАФАнМ на 30 добу компостування, відповідно, на 7,6 та 24,0 % відносно контролю.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним дослідженням є встановлення хімічного складу компостованого посліду курчат-бройлерів за різних режимів його аерації.

Список використаних джерел

1. Hepperly, P. et al., Compost, manure and synthetic fertilizer influences crop yields, soil properties, nitrate leaching and crop nutrient content. *Compost Sci Util*, 2009. 17, 117-126.
2. Shen, X. et al., Compositional characteristics and energy potential of Chinese animal manure by type and as a whole. *Appl. Energy*, 2015. 160, 108-119.
3. Amanullah, M.M., Secar, S., & Muthukrishnan, P. Prospects and potential of

poultry manure. *Asian J. Plant Sci.* 2010. 9 (4), 1-11.

4. Jessica, K.L., and David, C.V. Improving Waste management strategies for small livestock farms. *Sci. Technol.* 2013. 47, 11940-11941.

5. Zhahg, H. et al., Influence of aeration on volatile sulfur compounds (VSCs) and NH_3 emissions during aerobic composting of kitchen waste. *Waste Manage.* 2016. 58, 369-375.

6. Nasiru, A., Ismail, N. and Ibrahim M.H. Vermicomposting: Tool for Sustainable Ruminant Manure Management. *Journal of*

Ковтун П. В., Мерзлов С. В.

Waste Management Volume. 2013. dx.doi.org 10.1155/2013/732759

7. Raut, M.P., et al., Microbial dynamics and enzyme activities during rapid composting of municipal solid waste – a compost maturity analysis perspective. *Bioresource Technology*. 2008. 99 (14), 6512-6519.

8. Khan, N., et al., Maturity indices composting of chicken manure and sawdust with biochar. *Bioresour. Technol.* 2014. 168, 245-251.

9. Amir, S., et al., Microbial community dynamics during composting of sewage sludge and straw studied through phospholipid and neutral lipid analysis, *J.Hazard. Mater.* 2008. 159 (2-3), 593-601.

10. Liu, D., et al., Changes in biochemical and microbiological during the period of rapid composting of dairy manure with rice chaff. *Bioresource Technology*. 2011. 102, 9040-9049.

11. Nakasaki, K., et al. Production of well-matured compost from night-soil sludge by an extremely short period of thermophilic composting. *Waste Manage.* 2011. 31, 495-501.

12. Blazy, V., et al. Process condition influence on pig slaughter house compost quality under forced aeration. *Waste Biomass Valor.* 2014. 5, 451-468.

13. Wollum A.G. Cultural methods for soil microorganisms. In: *Methods of Soil Analysis. Chemical and Microbiological properties*, 2nd edn. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA, 1982. p. 781-813.

14. Tiquia, S.M., Tam NFY, and Hodgkiss IJ. Microbial activities during composting of spent pig-manure sawdust litter at different moisture contents. *Biores. Technol.* 1996. 55, 201-206.

15. ДСТУ ОІМЛ R 133:2019 Термометри рідинні скляні (ОІМЛ R 133:2002, IDT) від 21 грудня 2019 р. № 466 з 2021-01-01.

References

1. Hepperly, P. et al., (2009). Compost, manure and synthetic fertilizer influences crop yields, soil properties, nitrate leaching and crop nutrient content. *Compost Sci Util*, 17, 117-126.

2. Shen, X. et al., (2015). Compositional characteristics and energy potential of Chinese animal manure by type and as a whole. *Appl. Energy*, 160, 108-119.

3. Amanullah, M.M., Secar, S., & Muthukrishnan, P. (2010). Prospects and potential of poultry manure. *Asian J. Plant Sci.* 9 (4), 1-11.

4. Jessica, K.L., and David, C.V. (2013). Improving Waste management strategies for small livestock farms. *Sci. Technol.* 47, 11940-11941.

5. Zhahg, H. et al., (2016). Influence of aeration on volatile sulfur compounds (VSCs) and NH₃ emissions during aerobic composting of kitchen waste. *Waste Manage.* 58, 369-375.

6. Nasiru, A., Ismail, N. and Ibrahim M.H. (2013). Vermicomposting: Tool for Sustainable Ruminant Manure Management. *Journal of Waste Management Volume*. dx.doi.org 10.1155/2013/732759

7. Raut, M.P., et al., (2008). Microbial dynamics and enzyme activities during rapid composting of municipal solid waste – a compost maturity analysis perspective. *Bioresource Technology*. 99 (14), 6512-6519.

8. Khan, N., et al., (2014). Maturity indices composting of chicken manure and sawdust with biochar. *Bioresour. Technol.* 168, 245-251.

9. Amir, S., et al., (2008). Microbial community dynamics during composting of sewage sludge and straw studied through phospholipid and neutral lipid analysis, *J.Hazard. Mater.* 159 (2-3), 593-601.

10. Liu, D., et al., (2011). Changes in biochemical and microbiological during the period of rapid composting of dairy manure with rice chaff. *Bioresource Technology*. 102, 9040-9049.

11. Nakasaki, K., et al. (2011). Production of well-matured compost from night-soil sludge by an extremely short period of thermophilic composting. *Waste Manage.* 31, 495-501.

12. Blazy, V., et al. (2014). Process condition influence on pig slaughter house compost quality under forced aeration. *Waste Biomass Valor.* 5, 451-468.

13. Wollum A.G. (1982). Cultural methods for soil microorganisms. In: *Methods of Soil Analysis. Chemical and Microbiological*

Ковтун П. В., Мерзлов С. В.

properties, 2nd edn. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA, p. 781-813.

14. Tiquia, S.M., Tam NFY, and Hodgkiss IJ. (1996). Microbial activities during composting of spent pig-manure sawdust litter

at different moisture contents. *Biores. Technol.* 55, 201-206.

15. DSTU OIML R 133:2019 Termometry ridynni skliani (OIML R 133:2002, IDT) vid 21 hrudnia 2019 r. № 466 z 2021-01-01.

TEMPERATURE AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS OF POULTRY MANURE UNDER DIFFERENT FERMENTATION MODES

P. V. Kovtun, S. V. Merzlov

Abstract. To meet food needs both in Ukraine and globally, the production of affordable and relatively cheap poultry meat will increase. At the same time, the problem of increasing poultry waste accumulation, including manure with and without bedding, is becoming more acute. Large volumes of broiler manure in limited areas due to different storage conditions have a negative impact on the environment. The study of the conditions and modes of composting broiler manure as an effective way of its utilisation is of scientific and economic importance. The aim of the study is to determine the temperature and microbiological parameters of broiler manure composting using different modes of its aeration. To achieve this goal, fresh broiler manure was composted in the conditions of the scientific and educational research centre of the Bila Tserkva National Agrarian University using a mixture of biodestructors and different aeration regimes. In the control group, the piles were formed on a concrete platform without the use of a tubular frame of the barbital type, and aeration was carried out by mechanical mixing of broiler manure once every 10 days. In the experimental groups, piles of broiler manure were formed on tubular frames through which air was injected by a compressor. In the first experimental group, air injection was carried out for 15 minutes in the first half of the day. In the second experimental group, air was injected into the broiler manure twice for 15 minutes in the morning and in the evening. It was experimentally established that the composting temperature of broiler manure depended on the intensity of aeration of the latter. With daily aeration twice a day, the temperature of the manure biomass (6th day of composting) was the highest and exceeded the control values by 87.8 %. In experimental groups I and II, with one and two daily enrichment of broiler manure, the period of fermentation in the thermophilic mode was the same. Comparing the groups where poultry manure was enriched once and twice a day, it was found that double aeration did not lead to a statistically significant increase in the temperature of composted biomass. It was proved that active air enrichment of poultry manure (experimental group II) increased the QMAFAnM index and the number of *Bacillus* spp. bacteria by 7.6 and 24.0%, respectively, compared to the control group. The study of a number of chemical parameters of broiler chickens' manure composted by the accelerated method under different aeration regimes is promising.

Keywords: litter, chopped cereal straw, bacteria, composting, biological products, bacteria