

УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ВИДАЛЕННЯ ГНОЮ ПРИ УТРИМАННІ ТВАРИН

*Г.А. Голуб, доктор технічних наук
Р.Л. Швець, аспірант**

Наведений принцип управління видаленням гною при утриманні тварин шляхом зміни дози підстилки.

Гноївка, велика рогата худоба, свині, гній, вологість, підстилка.

Постановка проблеми. Функціонування сільськогосподарського виробництва повинно здійснюватися на безвідходної основі із розширеним відтворенням родючості ґрунтів. Однак, в даний час поширилися методи виробництва сільськогосподарської продукції, які базуються на застосуванні інтенсивних технологій, коли потреба рослин в елементах живлення компенсується за рахунок мінеральних добрив. Натомість дози внесення органічних добрив на порядок менше необхідної кількості для компенсації втрат гумусу, що призводить до погіршення біологічних властивостей ґрунту і його деградації.

Безвідходна технологія являє собою такий спосіб виробництва сільськогосподарської продукції, при якому негативний вплив на навколишнє середовище відсутній або не перевищує рівня санітарно-гігієнічних норм та гранично допустимих концентрацій. Одним з елементів безвідходного виробництва сільськогосподарської продукції є переробка і використання гною.

У зв'язку з цим, виникає необхідність в управлінні процесом видалення гною великої рогатої худоби (ВРХ) та свиней, питома вага якого в загальній кількості гною найбільша, в повноцінні органічні добрива з використанням технологій біогазового зброджування і компостування.

Незважаючи на значну кількість проведених досліджень, питання управління процесом видалення гною, з плануванням його подальшого розподілу шляхом зміни доз підстилки, вимагає проведення подальших досліджень.

Аналіз останніх досліджень. Гній тваринницьких ферм являє собою суміш твердих і рідких екскрементів тварин, розчинених в них мінеральних і газоподібних речовин, технологічної та змивної води,

**Науковий керівник – доктор технічних наук Г.А. Голуб*

© Г.А. Голуб, Р.Л. Швець, 2014

відходів корму. Маючи велику вологість, гній містить значну кількість мінеральних і органічних важко окислювальних речовин. Одночасно має досить великий запас енергії, акумульованої в його біомасі.

Гній використовують не тільки в якості органічного добрива, з нього отримують кормові дріжджі, біогаз, використовують як добавки в корм тваринам, на його основі вирощують хробаків, мух, ряску, глечики сальвінії, хлорелу, використовують в гідропонних системах [6, 8, 9, 10, 17].

Але все ж, у більшості випадків гній використовують в якості органічного добрива, так як він не тільки підвищує вміст гумусу у ґрунті, але й істотно покращує її фізико-хімічні властивості, збільшує запас поживних речовин, знижує кислотність, підвищує поглинальну здатність, буферність, вологоємність, шпаруватість і водопроникність, збагачує ґрунт мікрофлорою, посилює біологічну активність і виділення вуглекислоти, зменшує опір робочих органів при обробці ґрунту [1, 3, 4].

В процесі переробки гній фермських підприємств є джерелом для отримання газоподібного палива на основі біометану, а також компостів на основі підстилкового гною і гноївки після метанового зброджування, які повинні бути основним видом органічних добрив у рослинництві.

Гноївка – рідина, яка виділяється із гною при його видаленні та зберіганні. Її використовують для виробництва компостів, як рідке органічне добриво і в якості біосировини в біогазових технологіях [3].

Одним з найважливіших принципів виробництва компосту є додавання у вихідну суміш вуглецевих матеріалів, які є основним компонентом дихання і живлення мікроорганізмів і які здійснюють процес аеробного зброджування. При закладці матеріалів на компостування потрібно витримувати певне співвідношення між азотом і вуглецем. Для підтримки заданого балансу, багаті азотом матеріали насичують вуглецевими матеріалами, зокрема до гною додають відповідну норму підстилки. Для того, щоб процес компостування йшов у потрібному напрямку, компостна суміш повинна мати вуглець і азот у співвідношенні $C:N = 20-30:1$ (C – кількість вуглецю, N – кількість азоту) [15].

При використанні гною для виробництва біогазу виділяють дві технології: рідко фазну і твердо фазну. При твердо фазній технології виникають труднощі, пов'язані із забезпеченням оптимальних умов протікання мікробіологічних процесів ферментації біомаси. У першу чергу це стосується завантаження і гомогенізації біомаси яка надходить на зброджування. Застосування рідко фазної ферментації є більш поширеним у практиці використання біогазових установок. При цьому, забезпечують безперервне введення невеликими

порціями вхідної біомаси в метантенк, який представляє собою ємність-змішувач, де підтримується задана вологість і температура без доступу повітря [5].

Система видалення гною з приміщень для тварин і добовий обсяг гною істотно позначаються на обсягах гноєсховищ, а отже, на капітальних витратах, необхідних для їх спорудження. Крім того, при накопиченні сировини необхідно враховувати ті обставини, що з часом гній втрачає азот та органічну речовину, що багато в чому визначає ефективність наступного етапу його використання для виробництва компосту та отримання біогазу [5].

Слід зазначити, що метанове зброджування не забезпечує знезараження гною, який піддається ферментації в біогазових установках, крім того у разі відкритого зберігання відходів зброджування виділятися метан. Так, наприклад, відповідно до законів Німеччини про поновлювані джерела енергії, підвищена увага приділяється закритим сховищам для зберігання біомаси після зброджування. Розміри таких сховищ, як правило, споруджують об'ємом, який забезпечував би утримання зброженої біомаси не менш ніж 180 днів [13].

Нами також запропоновано технологію, яка передбачає збір суміші гною і підстилки вздовж зони утримання тварин, її поділ на гноївку і підстилковий гній, видалення їх з тваринницького приміщення та подальше використання гноївки для анаеробного зброджування з отриманням біогазу, а підстилкового гною, який містить підстилку, для компостування і подальшого використання отриманого компосту як органічного добрива [5, 11].

Мета досліджень. Встановлення закономірностей виходу гноївки з підстилкового гною при утриманні тварин в залежності від дози підстилки.

Результати досліджень. Добова кількість гноївки яку можна отримати з тваринницьких підприємств залежить від добової кількості підстилки та добової кількості гною, яка обумовлюється видом, кількістю тварин та кількістю і видом використовуваної підстилки.

Загальновідомо, що добова кількість гною та необхідна кількість підстилки, а також загальна кількість їх суміші на тваринницьких підприємствах визначається наступним чином:

$$Q_G = nq, \quad (1)$$

де Q_G – добова кількість гною тварин, кг/добу; n – кількість тварин, гол.; q – добовий вихід гною на тваринницьких підприємствах, відповідно до ВНГК-АПК-09.06 (табл. 1, табл. 2) [14], перерахований

на одну свиноматку (табл. 3), та одну дійну корову (табл. 4), кг/гол. за добу.

1. Добові норми виходу та вологості екскрементів на свинофермах.

Групи тварин	Вихід екскрементів та їх склад					
	всього		у тому числі			
	маса, кг	вологість, %	кал		сеча	
маса, кг			вологість, %	маса, кг	вологість, %	
Кнури	11,04	89,43	3,80	75,0	7,24	97,0
Свиноматки:						
холості	8,80	90,87	2,46	73,8	6,34	97,5
супоросні	10,00	91,01	2,60	73,1	7,40	97,3
підсисні	15,30	90,14	4,30	73,1	11,00	96,8
Поросята віком, днів						
26–42	0,40	90,03	0,10	70,0	0,30	96,7
43–60	0,70	85,29	0,30	71,0	0,40	96,0
60–106	1,80	86,62	0,70	71,4	1,10	96,3
Свині на відгодівлі масою, кг						
до 70	5,00	86,98	2,05	73,0	2,95	96,7
більше 70	6,50	87,68	2,70	74,7	3,80	96,9

2. Добові норми виходу та вологості екскрементів на молочних фермах.

Групи тварин	Вихід екскрементів та їх склад					
	всього		у тому числі			
	маса, кг	вологість, %	кал		сеча	
маса, кг			вологість, %	маса, кг	вологість, %	
Корови	55,00	88,44	35,00	85,2	20,00	94,1
Телята ремонтні:						
до 3-х місяців	4,50	91,74	1,00	80,0	3,50	95,1
від 3-х до 6 місяців	7,50	87,40	5,00	83,0	2,50	96,2
Телиці і нетелі:						
від 6 до 12 місяців	26,00	86,24	14,00	79,5	12,00	94,1

$$Q_{II} = nq, \quad (2)$$

де Q_{II} – добова потреба у підстилці, кг/добу; q_{II} – добова потреба у підстилці перерахована на одну тварину, кг/гол. за добу.

$$Q_C = n(q_I + q_{II}), \quad (3)$$

де Q_C – загальна добова кількість суміші гною та підстилки, кг/добу.

3. Добовий вихід гною на свинофермах із розрахунку на одну свиноматку.

Група тварин	Вихід екскрементів та їх склад			
	Кал		Сеча	
	маса, кг	вологість, %	маса, кг	вологість, %
Основні свиноматки	2,9	73,2	7,8	97,2
Ремонтні свиноматки	1,0	73,8	2,5	97,5
Кнури та ремонтні хряки	0,1	75,0	0,3	97,0
Поросята	1,7	71,3	2,7	96,3
Свині на відгодівлі	12,2	74,0	17,3	96,8
Загальний вихід і вологість гною із розрахунку на одну свиноматку	17,9	73,6	30,7	96,9
	48,5	кг	88,3	%

4. Вихід гною на скотарських підприємствах із розрахунку на одну дійну корову.

Група тварин	Вихід екскрементів та їх склад			
	кал		сеча	
	маса, кг	вологість, %	маса, кг	вологість, %
Дійні корови	35	85,2	20	94,1
Нетелі	4	80,0	3	94,4
Вихід і вологість гною із розрахунку на одну дійну корову за добу	39	84,7	23	94,1
	62	кг	88,2	%

Вологість підстилкового гною при максимальній водоутримуючій здатності (МВЗ) обумовлюється видом підстилки і для рослинних матеріалів вона знаходиться, як правило, в межах від 76 до 84% [3]. Відомо, також, що кількість води, яка перевищує максимальну водоутримуючу здатність підстилкового гною, обумовлену наявністю підстилки, становить:

$$Q_G^B = Q_C \frac{W_C - W_{ПН}}{100 - W_{ПН}}, \quad (4)$$

де Q_G^B – добова кількість води, яка не утримується підстилковим гномом і надходить до гноївки, кг/добу; W_C – вологість суміші гною та підстилки, %; $W_{ПН}$ – вологість підстилкового гною при максимальній кількості утримуваної води (вологість при максимальній водоутримуючій здатності), %.

Очевидно, що вологість суміші гною та підстилки визначається так:

$$W_C = \frac{q_G W_G + q_{П} W_{П}}{q_G + q_{П}}, \quad (5)$$

де W_C – вологість суміші гною та підстилки, %; W_G – вологість гною, %; $W_{П}$ – вологість підстилки, %.

Враховуючи, що добова кількість гноївки становить:

$$Q_{ГН} = \frac{Q_{Г}^B}{W_{ГН}}, \quad (6)$$

де $Q_{ГН}$ – добова кількість гноївки, кг/добу; $W_{ГН}$ – вологість гноївки, відн. од., та підставивши значення кількості води, яка перевищує максимальну водоутримуючу здатність підстилкового гною, обумовлену наявністю підстилки, одержимо:

$$\begin{aligned} Q_{ГН} &= \frac{Q_C}{W_{ГН}} \cdot \frac{W_C - W_{ПН}}{100 - W_{ПН}} = \frac{n(q_{Г} + q_{П})}{W_{ГН}} \cdot \frac{W_C - W_{ПН}}{100 - W_{ПН}} = \\ &= \frac{n(q_{Г} + q_{П})}{W_{ГН}} \cdot \frac{q_{Г}W_{Г} + q_{П}W_{П} - W_{ПН}}{100 - W_{ПН}} = \\ &= \frac{n}{W_{ГН}} \cdot \frac{q_{Г}W_{Г} + q_{П}W_{П} - (q_{Г} + q_{П})W_{ПН}}{100 - W_{ПН}}. \end{aligned} \quad (7)$$

На основі отриманого рівняння побудовано залежність виходу гноївки в залежності від вологості підстилкового гною при МВЗ та дози підстилки для свиней (рис. 1) та корів (рис. 2).

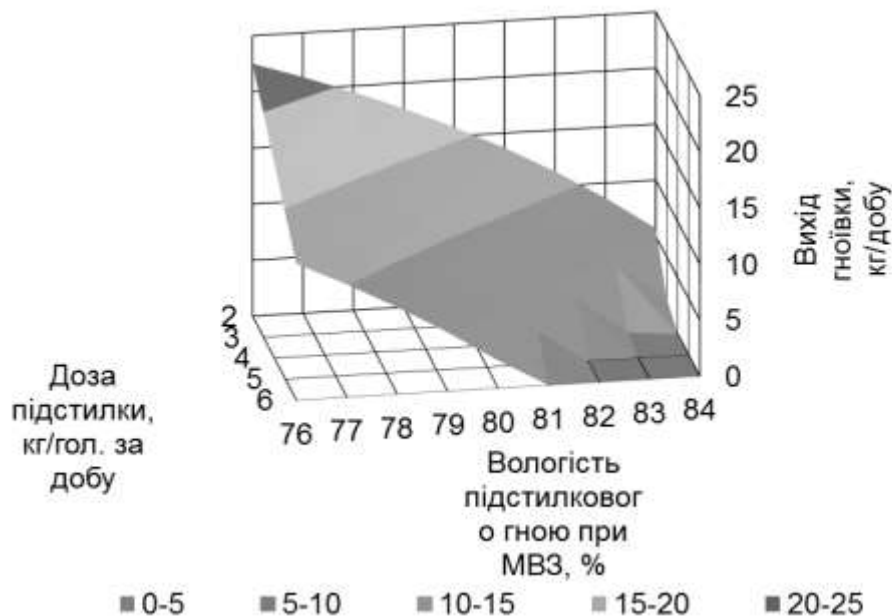


Рис. 1. Залежність виходу гноївки від вологості підстилкового гною при МВЗ та дози підстилки для свиней.

Аналіз взаємного впливу вологості підстилкового гною при МВЗ та дози підстилки в залежності від потреби для тварин показав, що максимальний вихід гноївки спостерігається при зменшенні внесення підстилки та зменшенні вологості підстилкового гною при МВЗ. Натомість при збільшенні внесення підстилки від 4 до 6 кг/гол. для

свиней та 5 до 8 кг/гол за добу для ВРХ будемо мати відсутність виходу гноївки в межах зміни вологості підстилкового гною при МВЗ від 82 до 84 % відповідно.

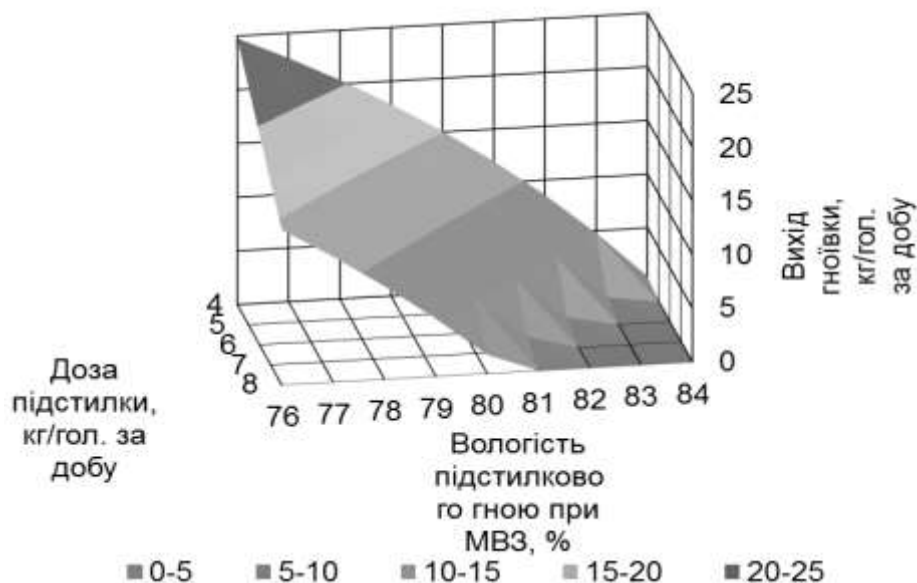


Рис. 2. Залежність виходу гноївки від вологості підстилкового гною при МВЗ та дози підстилки для корів.

Встановлено, що зі збільшенням внесення підстилки та вологості підстилкового гною при МВЗ від 77 до 82 %, вологість підстилкового гною збільшується на величину від 1 до 1,5 % (рис. 3 для свиней та рис. 4 для корів).

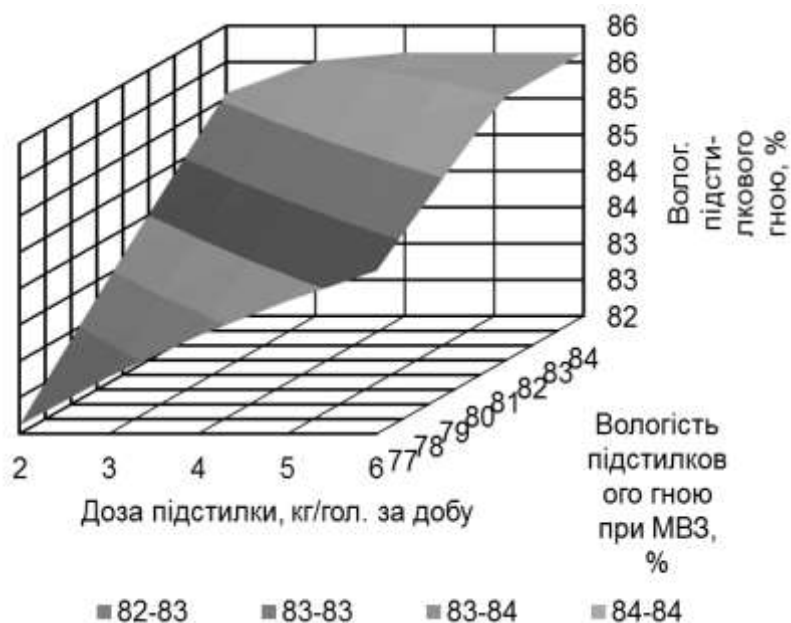


Рис. 3. Залежність вологості підстилкового гною від вологості підстилкового гною при МВЗ та дози підстилки.

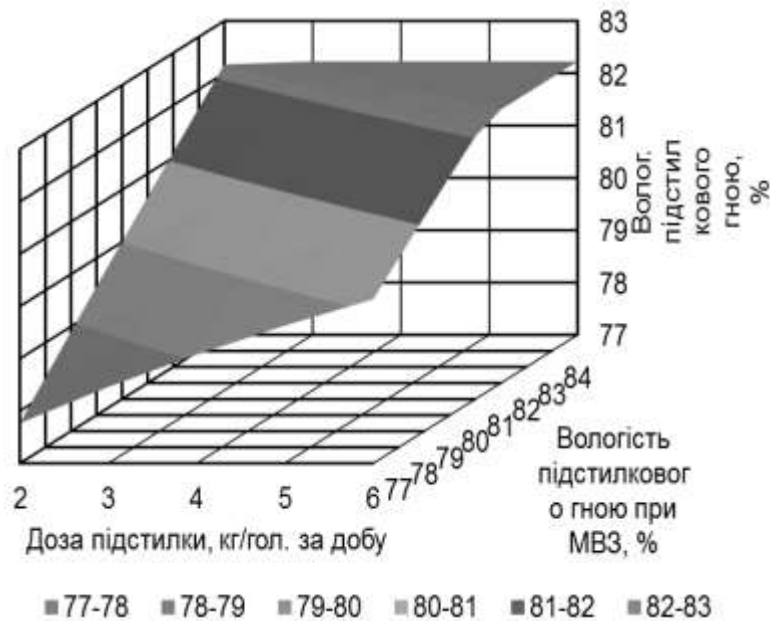


Рис. 4. Залежність вологості підстилкового гною від вологості підстилкового гною при MBЗ та дози підстилки.

Зі збільшенням вологості підстилкового гною при MBЗ більше 82 % внесення підстилки понад 3 кг/гол за добу не має суттєвого впливу на вологість підстилкового гною свиней та ВРХ. Це пов'язано з тим, що вологість підстилкового гною досягає своєї критичної межі і подальше поглинання рідкої фракції припиняється.

Із збільшенням дози внесення підстилки спостерігається зменшення виходу гноївки при незмінному значенні вологості. На основі отриманого рівняння було побудовано залежності виходу гноївки від виду тварин при внесенні різної дози підстилки та величині максимальної водоутримуючої здатності на рівні 80% (рис. 5).

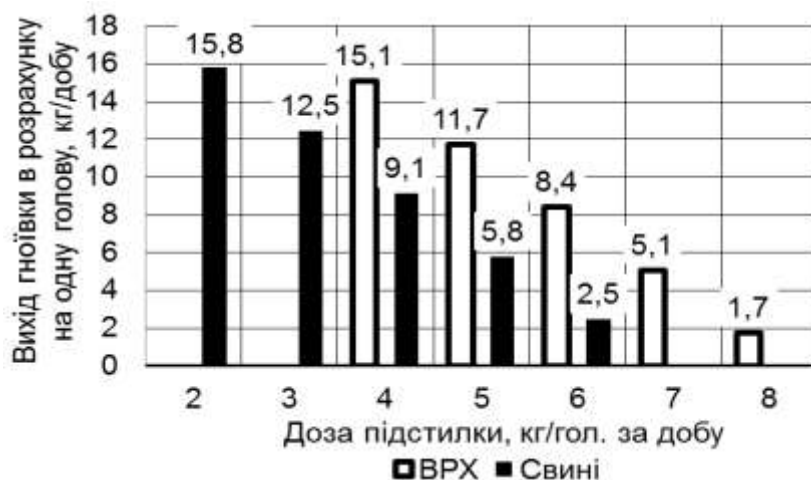


Рис. 5. Залежність виходу гноївки від дози підстилки при вологості підстилкового гною, яка відповідає MBЗ на рівні 80 %.

Із графіка видно, що зі збільшенням дози внесення підстилки спостерігається зменшення виходу гноївки при постійному значенні величини вологості підстилкового гною, яка відповідає МВЗ. Так, наприклад, при добовому використанні підстилки в кількості 4 кг/гол., вихід гноївки становитиме 15,1 кг/гол. за добу для ВРХ та 9,1 кг/гол. за добу для свиней, а при збільшенні дози підстилки до 6 кг/гол., відповідно – 8,4 та 2,5 кг/гол. за добу.

Висновок. Встановлені закономірності виходу гноївки залежно від дози підстилки дозволяють здійснювати управління процесом видалення гною з плануванням обсягів подальшого розподілу підстилкового гною на аеробну ферментацію та гноївки на анаеробне зброджування в біогазових установках з подальшим її поверненням у процес компостування підстилкового гною.

Список літератури

1. *Агрохимия* / Под ред. В.М. Ключковского, А.В. Петербургского. – М.: Колос, 1967. – 583 с.
2. *Агрохимия в вопросах и ответах* / [А.А. Каликин, И.Р. Вильдфлуш, В.А. Ионас и др.]. – Минск: Ураджай, 1991. – 240 с.
3. *Васильев В.А.* Справочник по органическим удобрениям / В.А. Васильев, Н.В. Филиппова [2-е изд.] – М.: Росагропромиздат, 1988. – 255 с.
4. *Васютин А.С.* Земледелие России: состояние и задачи / А.С. Васютин // *Земледелие*. – 1996. – № 3. – С. 4–5.
5. *Голуб Г.А.* Агропромислове виробництво їстівних грибів. Механіко–технологічні основи / Г.А. Голуб. – К.: Аграрна наука, 2007. – 332 с.
6. *Долгов В.С.* Гигиена уборки и утилизации навоза / В.С. Долгов. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 175 с.
7. *Дубровин В.О.* Виробництво біогазу з органічних відходів в умовах окремого господарства / В.О. Дубровин, В.Г. Мироненко, В.В. Криворучко, В.І. Тимошенко, І.В. Мельник // *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. – К., 2009. – Вип. 134, ч. 2. – С. 96–100.
8. *Звягинцев Д.Г.* Современные проблемы экологии почвенных микроорганизмов / Д.Г. Звягинцев // *Микробиология окружающей среды*. – Алма-Ата, 1980. – С. 65–78.
9. *Лер Р.* Переработка и использование сельскохозяйственных отходов : пер. с англ. / Под. ред. А. Н. Шамко. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
10. *Методические рекомендации по проектированию систем удаления, обработки, обеззараживания, хранения и утилизации навоза и помета*. – М.: Колос, 1983. – 61 с.
11. *Патент* на корисну модель № 18512 Україна, МПК (2013.01), А01К 23/00. Спосіб видалення та підготовки підстилкового гною до утилізації / *Голуб Г.А., Заболотько О.О., Хмельовський В.С., Марус О.А.* ; власник Національний університет біоресурсів і природокористування України – Заяв. 08.02.2012, № а 201201345; Опубл. 10.07.2013, Бюл. №13.
12. *Поліщук В.М.* Біотехнологічні основи виробництва біогазу / В.М. Поліщук, М.М. Лоботко, О.В. Дубровіна // *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. – К., 2013. – Вип. 185, ч. 2. – С. 289–296.

13. *Руководство по биогазу от получения до использования/* Идентификационный номер проекта (FKZ/ИНП): 22005108/ Немецкий центр исследования биомассы Torgauer Straße 116- 04347 Leipzig [5-е полностью перераб. изд.] Гюльцов,; издано агентством по возобновляемым ресурсам (FNR) FachagenturNachwachsendeRohstoffee. V. 2010. – 214 с.
14. *Системи видалення, обробки, підготовки, та використання гною: ВНТП–АПК 09.06.* Офіц. видання. – К.: Міністерство аграрної політики України 2006. – 100 с.
15. *Справочная книга по химизации сельского хозяйства /* [Под ред. В.М. Борисова.] – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Колос, 1980. – 560 с.
16. *Технологія переробки біологічних відходів у біогазових установках з обертовими реакторами /* [Голуб Г.А., Сидорчук О.В., Кухарець С.М., та ін.]; за ред. д-ра техн. наук, проф. Г.А. Голуб. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2014. – 106 с.
17. *Тиво П.Ф.* Эффективное использование бесподстилочного навоза / П.Ф. Тиво, С.Г. Дробот. – Минск: Ураджай, 1988. – 116 с.

Приведено принцип управління удалением навоза при содержании животных путем изменения дозы подстилки.

Навозная жижа, крупный рогатый скот, свиньи, навоз, влажность, подстилка.

The management principle of animals manure removal by changing of dose litter is given.

Aqua manure, cattle, pigs, manure, humidity, litter.

УДК 631.354.2

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЙМОВІРНИХ ВТРАТ ЗЕРНА ЗА МСП КОМБАЙНІВ ДОН-1500Б

О.А. Демко, аспірант*

Аналітично визначено ймовірні значення механічних втрат в залежності від їх площ за соломотрясом і за решітним станом.

Зернозбиральні комбайни, площа, п'єзометричні датчики, ймовірність, числові значення, оцінка.

Аналіз останніх досліджень. В більшості публікацій [1–6] тільки констатуються числові значення механічних втрат за молотильно-сепаруючим пристроєм зернозбиральних комбайнів. Про те не розглядається і не аналізується сама система

*Науковий керівник – доктор технічних наук В.О. Дубровін