



УДК 620.953

DOI: 10.31388/2220-8674-2020-2-19

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЕЛЕТ З ПЕРЕПЕЛИНОГО ПОСЛІДУ

Комар А.С., інж.

ORCID: 0000-0001-7037-8402

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного*

e-mail: artem.komar@tsatu.edu.ua

Постановка проблеми. В агропромисловому комплексі сьогодні активно розробляються нові промислові напрямки, де застосовуються технології брикетування та гранулювання здрібнених матеріалів [1, 2]. Фахівцями обґрунтована можливість стиснення більше 5000 різних видів сировини. Впровадження технологій безвідходного виробництва є нагальною потребою для тих підприємств сільського господарства, які в процесі виробництва продукції утворюють велику кількість відходів [3]. Одними з найбільших виробників відходів в сільському господарстві України є птахофабрики. За оцінками фахівців, вихід посліду природної вологості на птахофабриках України складає близько 5,2 млн. т.

Відходи у вигляді пташиного посліду використовується нераціонально і неекологічно при: компостуванні в бурти, зберіганні в спеціальних гноєсховищах, спалюванні посліду для отримання теплової та електричної енергії, анаеробному процесі розкладання компонентів компосту для отримання біогазу, сушінні посліду різної вологості, термічної сушки для отримання сухого пташиного посліду, використуваного як органічне добриво, спалюванні посліду, переробці посліду методом біоферментації в спеціальних установках, проведенні піролізу. Одним з сучасних підходів до технологій утилізації пташиного посліду є виготовлення пелет [4], які в холодний період року використовуються для обігріву самих пташиних ферм, для використання у власних твердопаливних котельнях. Таким чином птахофабрики зможуть поліпшити складну екологічну ситуацію, пов'язану з накопиченням посліду, що став серйозним джерелом забруднення навколишнього природного середовища. В сучасному світі з кожним днем розробляється і впроваджується велика кількість технологій, що сприяють зменшенню шкідливих викидів відходів у навколишнє середовище. В Україні такі технології також представлені, хоча й в недостатній мірі.



Аналіз останніх досліджень. Вивченням та дослідженням процесів виготовлення біопалива з сільськогосподарської сировини присвячені наукові доробки таких вітчизняних вчених: Гелетуха Г. Г., Зіновчук Н. В., Сухін Є. І., Кириленко І. Г. та ін. [5]. Відкриттям нових горизонтів в питаннях ущільнення органічних відходів рослинного походження зробили вітчизняні та зарубіжні вчені, серед яких Горячкін В. П., Пустигін М. О., Гутьяр Є. М., Долгов І. О., Особов В. І., Некрашевич В. Ф., Храпач Є. І., Колотєв О. О., Шульга Г. Н., Канафойський Ч., Скальвейт Х., Мак-Коллі Х.Ф., Дж.-Л.Батлер, та інш. [6, 7]. Основну увагу науковці зосередили в пошуку найефективнішого способу використання біомаси, ущільненню органічних відходів та створенню транспортувального обладнання для вихідної сировини та ущільненого матеріалу.

Розвитком біогазових технологій з відходів рослинного та тваринного походження та дослідженням бродіння присвячені роботи Омелянського В. Л., Желих В. М., Фурдаса Ю. В., Скляр О.Г., Скляр Р.В. [8, 9]. Науковці також повсякчас намагаються питання ресурсозбереження [10, 11]. Дослідженням переробки відходів птахівництва присвячені праці Смирнова О. П., Димиденка В. М., Ярошенка Ф. О., Борщевського П., Сахацької Т., Вальдмана А., Сахацького М. та інших [12]. Науковцями було висунуто цілий ряд ідей щодо утилізації відходів птахівництва.

Проте проблема утилізації відходів тваринного походження, а саме пташиного посліду і виготовлення з нього органічних добрив, або ж приготування пелет при сучасних тенденціях до переходу на відновлювальні джерела енергії в сучасній Україні є актуальним [13]. Сьогодні в Україні розведення перепелів стало досить поширеним видом птахівництва і вигідним середнім та малим бізнесом [14]. Виготовлення пелет з посліду цих птахів, що за своїми енергетичними властивостями не поступається деревному, та послідує їх використання для опалення невеликої перепелиної ферми взимку є вигідною справою.

Формулювання цілей статті. Розробити методику експериментальних досліджень установки для виготовлення пелет з перепелиного посліду.

Основна частина. Щоб дослідити технологічний процес виготовлення пелет з перепелиного посліду розроблено конструктивно-технологічну схему (рис. 1) та створено експериментальну установку (рис. 2) [15, 16] для його реалізації.

Установка (рис. 1) для виготовлення пелет складається з рами 1, електродвигуна 2, горизонтально розташованих привідних валів (не вказано), муфти 3, редуктора 4, вертикального привідного валу (не вказано), корпусу 5, завантажувальної горловини 6, вивантажувального

патрубка 7, прикочувальних роликів 8, матриці 9. Установка працює наступним чином. Вмикається встановлений на рамі 1 електродвигун

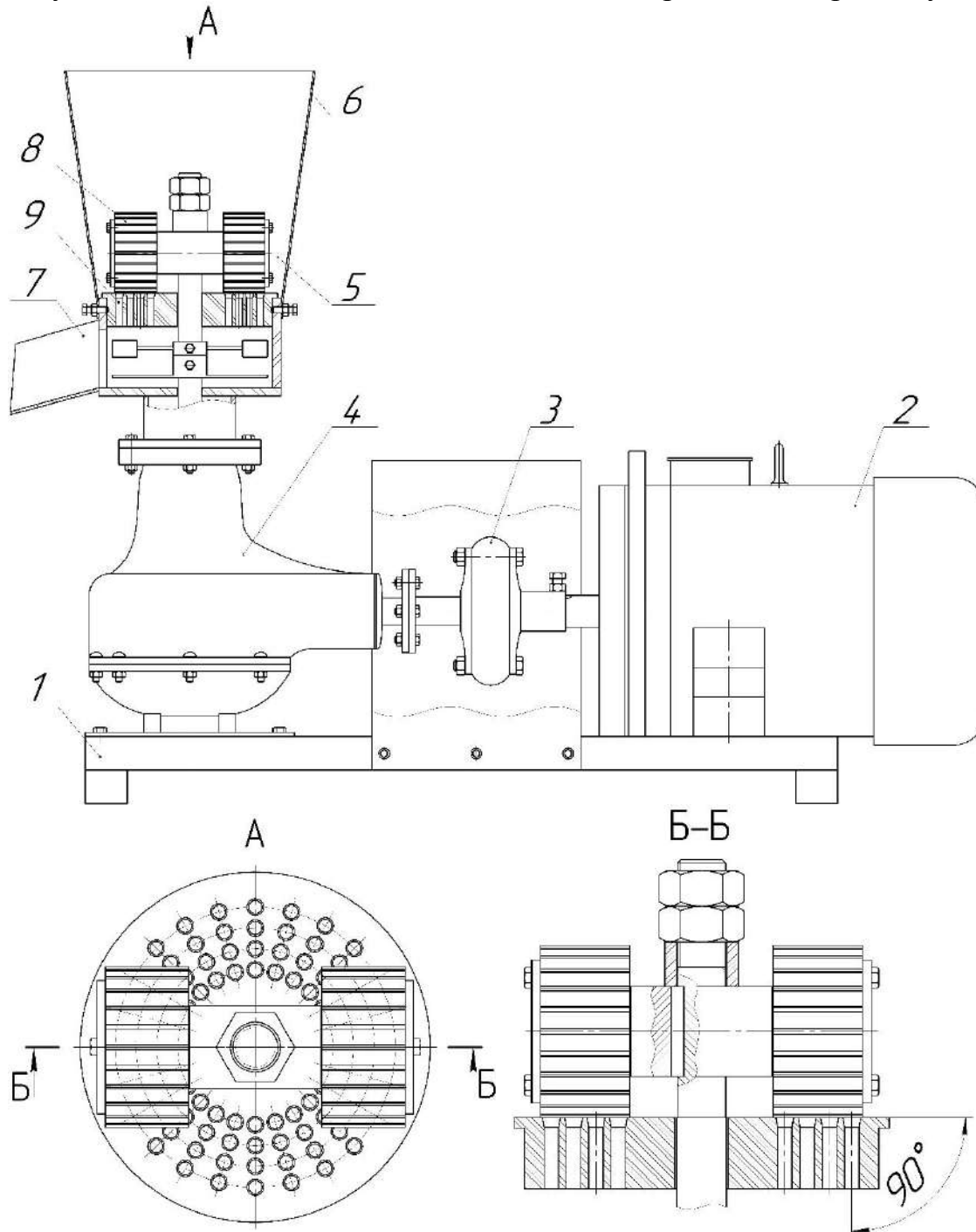


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема установки для виготовлення пелет.

2, який через редуктор 4 приводить в дію прикочувальні ролики 8. Перепелиний послід рівномірно подається до завантажувальної горловини 6 де потрапляє в корпус 5 робочої камери, яка складається з прикочувальних роликів 8 та нерухомо закріпленої матриці 9.



а



б



в



г

Рис. 2. Експериментальний зразок установки для виготовлення пелет: а – загальний вигляд; б – вузол пресування; в – прикочувальний ролик; г – плоска матриця.

Прикочувальні ролики 8, закріплені на вертикальному приводному валу за допомогою втулки з пружним елементом, поступово протискають послід відповідної вологості крізь канали



матриці, які мають циліндричну форму і направлені під кутом 90° до робочої поверхні матриці (рис. 1). Сформовані пелети циліндричної форми за допомогою жорстко закріплених на вертикальному приводному валу вивантажувальних лопатей з прикочувальними роликками 8, відокремлюються та потрапляють до приймального резервуару, через вивантажувальний патрубок 7 [17]

В установці для виготовлення пелет є можливість регулювання зазору між прикочувальними роликками 8 та матрицею 9. Плоска матриця 9, що входить до складу установки має отвори діаметрами 7,5 мм.

Подача посліду до завантажувальної горловини 6 здійснюється оператором, який впливає на швидкість подачі сировини та може змінювати в діапазоні 10-200 кг/год. Визначаємо умови проведення досліджень перед початком експериментальних досліджень та підготуємо перепелиний послід масою 5 кг для кожного досліду.

Для кожної порції посліду визначаємо вологість за допомогою вологоміру зерна і сипучих речовин «Condevo MD7822» згідно ДСТУ 4922:2008 «Лісоматеріали та пилопродукція. Методи визначення вологості» [18] та хімічний склад посліду за ДСТУ 7527:2014 «Послід птиці. Технології біологічного перероблення. Загальні вимоги» [19]

Маса кожної порції визначається шляхом статичного зважування на механічних поштових вагах РН-50Ш13П-1. Перед кожним дослідом на установку для виготовлення пелет встановлюється відповідна конфігурація розташування прикочувальних роликів.

Пташиний послід масою 5 кг поступово засипається до завантажувальної горловини, оператор регулює і встановлює задану швидкість подачі матеріалу в установку для виготовлення пелет.

Значення потужності, що витрачається електродвигуном в процесі дослідження фіксується на портативному вимірювальному комплекті К505 разом з часом проходження 5 кг матеріалу крізь плоску матрицю установки для виготовлення пелет.

Початком виробничого циклу вважався процес завантаження вихідного матеріалу, а тривалість виробничого циклу замірялась секундоміром. Закінчення виробничого циклу – завершення процесу накопичення пелет.

По закінченні кожного досліду установка вимикається і готується до наступного. Отримані пелети підлягають визначенню маси, геометричних розмірів, а також насипної об'ємної маси.

Дослідження проводились для двох варіантів конфігурації розташування прикочувальних роликів (рис. 3). Варіант 1 – два прикочувальні ролики розміщені вздовж однієї осі. Варіант 2 – три прикочувальні ролики розташовані послідовно через кут зміщення 120° .



Факторами досліджень є відстань між матрицею та прикочувальними роликками установки для пресування, швидкість подачі сировини та її вологість. Рівні та інтервали варіювання факторів у проведених лабораторних і експериментальних дослідженнях наведені в таблиці 1.

Продуктивність виробничого процесу створення пелет Q , потужність електродвигуна P і об'ємна маса пелет ρ обрані за критерії досліджень.

Таблиця 1

Інтервали і рівні варіювання факторів при експериментальних дослідженнях установки

Фактори та їх позначення		Найменування факторів та одиниця вимірювання	Рівні варіювання			Інтервал варіювання
Кодове	Натуральне		-1	0	1	
X_1	h	Відстань між матрицею та роликками, мм	0	2	4	2
X_2	q	Швидкість подачі сировини, кг/год	30	60	90	30
X_3	W	Вологість перепелиного посліду, %	10	15	20	5

Для трифакторного експерименту використана трирівнева матриця (B_3) оптимального плану Бокса (табл. 2), а досліді проводяться у дворазовій повторюваності [20-22]

Таблиця 2

Трирівнева матриця оптимального плану Бокса другого порядку для трьох факторів

№ досліджу	Фактор			№ досліджу	Фактор		
	X_1	X_2	X_3		X_1	X_2	X_3
1	-1	-1	-1	8	-1	0	0
2	1	-1	-1	9	1	0	0
3	-1	1	-1	10	0	-1	0
4	1	1	-1	11	0	1	0
5	-1	-1	1	12	0	0	-1
6	1	-1	1	13	0	0	1
7	1	1	1	14	0	0	0

Продуктивність виробничого процесу визначаємо шляхом розрахунку за формулою:

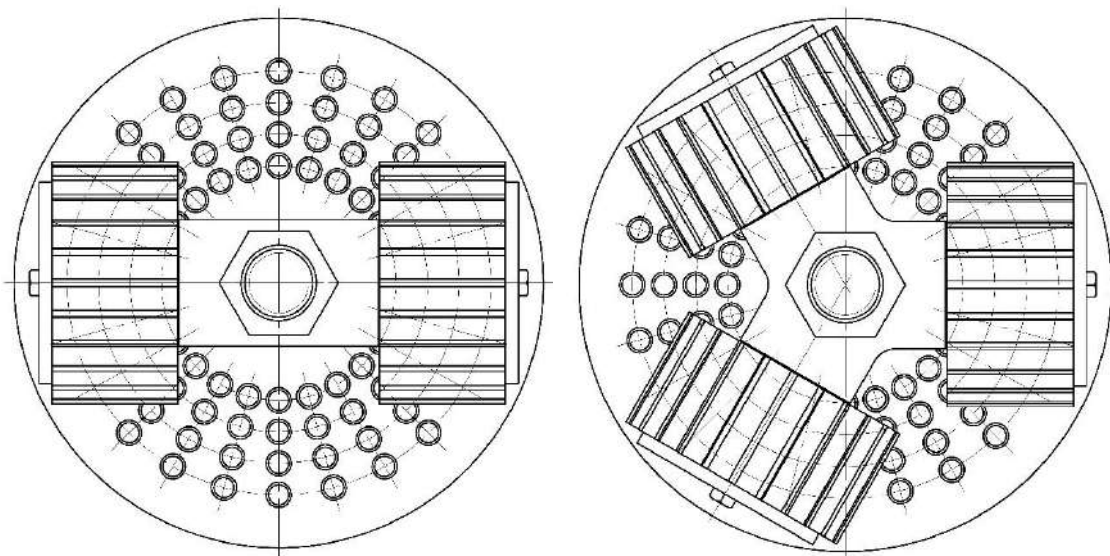
$$Q = \frac{m}{t} \quad (1)$$

де: m – маса перепелиного посліду, приймаємо $m = 5$ кг;

t – тривалість виробничого циклу, год.

Критерієм оптимізації факторів досліджень обираємо питомі енерговитрати, які визначаємо за формулою:

$$E = \frac{P}{Q} \quad (2)$$



Варіант 1

Варіант 2

Рис. 3. Варіанти конфігурації розташування прикочувальних роликів установки для виготовлення пелет.

Висновок. Таким чином, розроблена методика експериментальних досліджень установки для виготовлення пелет з перепелиного посліду дозволяє з мінімальними витратами створити модель процесу. Представлено необхідне обладнання та методика обробки отриманих експериментальних даних. Наведено математичний метод планування, визначено рівні та інтервали варіювання діючих факторів. За результатами проведених досліджень в подальшому побудуємо математичну модель залежності потужності необхідної для виготовлення пелет, продуктивності виробничого процесу та об'ємної маси виготовлених пелет від швидкості подачі матеріалу, його вологості і відстані між плоскою матрицею та прикочувальними роликами для двох варіантів конфігурації розташування прикочувальних роликів.



Список використаних джерел

1. Мілько Д. О., Рогач Ю. П. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів гранулятора з нерухомою матрицею. *Вісник ХНУТУСГ: Проблеми надійності машин*. Харків: ХНТУСГ. 2018. Вип. 192. С. 202–209.
2. Boltianska N. Processing of poultry manure for fertilization by granulation. *Innovative Technologies for Growing, Storage and Processing of Horticulture and Crop Production*. Uman, 2019. Pp. 18–20.
3. Комар А. С., Мілько Д. О. Доцільність використання паливних брикетів з відходів сільськогосподарського виробництва. *Мат. VIII Всеукр. наук.- техн. конф. «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві»* ННЦ «ІМЕСГ». 2020. С. 68–71.
4. Boltianska N. Analysis of the design of presses for the preparation of feed pellets and fuel briquettes. 2018. Issue 8. Vol. 2. Pp. 44–56.
5. Комплексний аналіз українського ринку пелет з біомаси: посібник. / Гелетуґа Г. Г. та ін. Київ, 2016. 336 с.
6. Quaak P., Knoef H., Stassen H. Energy from Biomass : A Review of Combustion and Gasification Technologies. *World Bank Technical Paper № 422. Energy Series*. Washington: The World Bank. 2009. URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/936651468740985551/Energy-from-biomass-a-review-of-combustion-and-gasification-technologies> (date of application: 15.10.2020)
7. Болтянська Н.І. Гранулювання органічних відходів рослинного походження на прикладі очерету. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 1. URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/10726> (дата звернення: 05.11.2020)
8. Skliar A., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plant. *Motrol: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Vol. 16, No 2. Pp. 183–188.
9. Sklar O. Mechanization of technological processes in animal husbandry: a textbook. manual. Melitopol: Color Print. 2012. 720 p.
10. Boltianska N. I. Analysis of the main areas of resource conservation in animal husbandry. *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*. 2016. Vol. 18, No 13. Pp. 49–54.
11. Skliar R. Measures to improve energy efficiency of agricultural production. *Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference. Bordeaux «Social function of science, teaching and learning»*. Bordeaux, France 2020.
12. Вяткін П.С. Визначення загального ефекту формування безвідходного виробництва на переробних підприємствах АПК. *Економіка розвитку*. 2010. №1(53). С. 65–69.



13. Болтянська Н.І., Комар А.С. Переробка пташиного посліду на добриво шляхом його гранулювання. *Інноваційні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва та рослинництва*: мат. V Міжн. наук.-практ. конф. Умань, 2019. С. 18–20.
14. Болтянський Б.В., Болтянська Л.О. Розведення перепелів – родинний бізнес. *Тваринництво сьогодні*. Київ, 2018. №5. С. 37–43.
15. Гранулятор: пат. 129109 Україна: МПК В 01 J 2/20. №u201803046; заявл. 26.03.2018; опубл. 25.10.2018, Бюл. № 20. 4 с.
16. Zabolotko O.O. Performance indicators of farm equipment. *Proceedings of the IV International Scientific and Technical Conference «Kramar Readings» 2017*. P. 155–158.
17. Комар А.С., Болтянська Н.І. Обґрунтування основних параметрів, що впливають на продуктивність гранулятора. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. Вип. 19, т. 4. С. 118–129.
18. ДСТУ 4922:2008 Лісоматеріали та пилопродукція. Методи визначення вологості. [Дата введення 2009-07-01]. Київ, 2014. 11 с.
19. ДСТУ 7527:2014 Послід птиці. Технології біологічного переробляння. Загальні вимоги. [Дата введення 2015-02-01]. Київ, 2017. 22 с.
20. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Роцин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Колос, 1980. 168 с.
21. Boltianska N. Development of the design of a press-granulator for the processing of bird manure. *Topical issues of development of agrarian science in Ukraine*. Nizhin, 2019. P. 84–91.
22. Основы научных исследований: в 4-х кн. / Кононюк А.Е. Киев: КНТ, 2011. К.2: Общая теория эксперимента. 452 с.

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЕЛЕТ З ПЕРЕПЕЛИНОГО ПОСЛІДУ

Комар А. С

Анотація

В статті розроблена методика експериментальних досліджень установки для виготовлення пелет з перепелиного посліду, що дозволяє з мінімальними витратами створити модель процесу. Представлено необхідне обладнання та методика обробки отриманих експериментальних даних. Наведено математичний метод планування, визначено рівні та інтервали варіювання діючих факторів. За результатами проведених досліджень в подальшому побудуємо математичну модель залежності потужності необхідної для виготовлення пелет, продуктивності виробничого процесу та об'ємної маси виготовлених пелет від швидкості подачі матеріалу, його вологості і відстані між плоскою матрицею та прикочувальними роликками для двох варіантів конфігурації розташування прикочувальних роликів.

Ключові слова – дослідження, перепелиний послід, утилізація, пелети, установка, біопаливо.



МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЛЛЕТ ИЗ ПЕРЕПЕЛИНОГО ПОМЕТА

Комар А. С.

Аннотация

В статье разработана методика экспериментальных исследований установки для изготовления пеллет из перепелиного помета, которая позволяет с минимальными затратами создать модель процесса. Представлены необходимое оборудование и методика обработки полученных экспериментальных данных. Приведены математический метод планирования, определены уровни и интервалы варьирования действующих факторов. По результатам проведенных исследований в дальнейшем построим математическую модель зависимости мощности необходимой для изготовления пеллет, производительности производственного процесса и объемной массы изготовленных пеллет от скорости подачи материала, его влажности и расстояния между плоской матрицей и прикатывающими роликами для двух вариантов конфигурации расположения прикатывающих роликов.

Ключевые слова – исследования, перепелиный помет, утилизация, пеллеты, установка, биотопливо.

EXPERIMENTAL RESEARCH METHODS INSTALLATION FOR MANUFACTURING PELLETS FROM QUAIL DROPPINGS

A. Komar

Summary

The introduction of waste-free production technologies is an urgent need for agricultural enterprises, in the production process of which a large amount of waste is generated. Poultry farms are one of the largest producers of agricultural waste in Ukraine. According to experts, the yield of natural moisture droppings in poultry farms in Ukraine is about 5.2 million tons. Waste in the form of poultry manure is used irrationally and not environmentally friendly. One of the modern approaches to technologies for utilizing poultry manure is the manufacture of pellets, which in the cold season are used to heat the poultry farms, for use in their own solid fuel boiler houses. Therefore, the preparation of pellets with modern trends towards the transition to renewable energy sources in modern Ukraine is relevant. Today in Ukraine, quail breeding has become a fairly common type of poultry farming. Therefore, the manufacture of pellets from the droppings of these birds, which are not inferior to wood pellets in their energy properties, and their subsequent use for heating a quail farm in winter is advantageous.

Methodology for experimental research of the installation for the manufacture of pellets from quail droppings, which allows you to create a model of the process with minimal costs is developed in article. The necessary equipment and methods for processing the obtained experimental data are presented. The mathematical method of planning is given, the levels and intervals of variation of the acting factors are determined. Based on the results of the studies carried out, in the future, we will construct a mathematical model of the dependence of the power required for the manufacture of pellets, the productivity of the production process and the volumetric mass of the manufactured pellets on rate the material feed, its moisture content and the distance between the flat die and the press rollers for two configurations of the arrangement of the press rollers.

Key words – research, quail droppings, recycling, pellets, installation, biofuel.