



УДК 620.92

**ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ БІОПАЛИВА З КУРЯЧОГО ПОСЛІДУ**

**Середа Леонід Павлович**, к.т.н., професор  
**Паладійчук Юрій Богданович**, к.т.н., доцент  
**Зінєв Михайло Вікторович**, асистент  
Вінницький національний аграрний університет

**L. Sereda**, PhD, Full Professor  
**Y. Paladiichuk**, PhD, Associate Professor  
**M. Ziniev**, Assistant  
Vinnitsa National Agrarian University

*Розглянуто перспективну технологію утилізації пташиного посліду, за допомогою спалювання в суміші з деревною щепю. Визначено що дана технологія є доступною та ефективною, за умови впровадження дозволить в разі зменшити необхідні для зберігання сирого пташиного посліду площі сховищ, знижує шкідливе навантаження на навколишнє середовище, підвищить економічні показники виробництва продукції галузі птахівництва. Наведено існуючу технологію утилізації пташиного посліду, що реалізована і успішно використовується в Канаді, на базі даної технології рекомендується впровадити удосконалений спосіб утилізації пташиного посліду.*

*Ключові слова: пташиний послід, спалювання, щепи, екологія, біомаса, відходи деревини, органічне добриво, зола, електроенергія, опалення.*

Табл. 1. Рис. 3. Літ. 12.

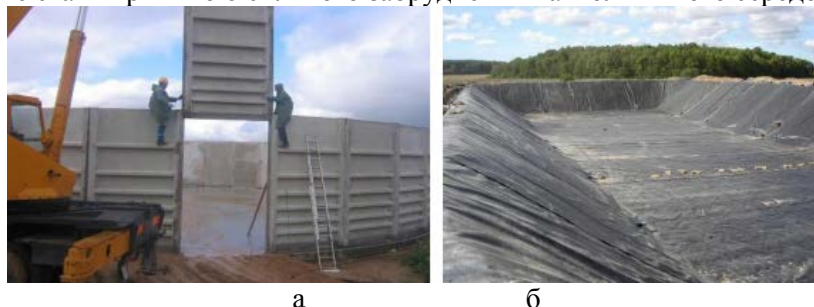
**1. Вступ**

За даними Державної служби статистики України, Вінницька область є лідером з виробництва продукції тваринництва, а першість в цьому списку займає птахівництво. Так за період 2017 року в області нараховувалось 29619,7 тис. голів птиці свійської, що на 0,9 більше, аналогічного періоду 2016 року. Загальний же обсяг реалізації на забій (у живій масі) птиці свійської по області склав 332,5 тис. т. Першість з виробництва м'яса птиці належить курятині [1, 2].

Основним виробником м'яса курятини в області є ТОВ «Вінницька птахофабрика», де щоденно фактично виробляється близько 910 тон м'яса та м'ясних продуктів. Фактичний обсяг виробництва м'ясних виробів, за рік – 277803 т. Для отримання такої кількості продукції необхідно вирощувати одночасно 180 млн. голів бройлерів щорічно, відповідно вони потребують організації системи належного утримання. Для утримання такої кількості птиці використовується 38 пташників, у кожному пташнику одночасно утримується 54 тисячі голів птиці. З введенням їх в експлуатацію необхідно було вирішити ряд проблем. Одна з найбільш важливих це утилізація пташиного посліду (ПП) [3].

**2. Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Сьогодні на великих промислових тваринницьких комплексах таких як, ТОВ «Вінницька» птахофабрика використовують технологію утилізації посліду, що передбачає його внесення на поля в якості органічного добрива після тривалого знезараження у спеціально організованих відстійниках (рисунк 1), цеможе стати причиною сильного забруднення навколишнього середовища.



**Рис. 1. Відстійник для пташиного посліду: а) бетонний; б) плівковий**



Діючі методи утилізації посліду вирішують проблему лише частково. Метод компостування потребує великих, спеціально обладнаних площадок, значних матеріальних і енергетичних затрат [4, 5].

Біогазова технологія переробки ПП в метантанках потребує значних капіталовкладень, вона енергоємна потребує додатково до 30 днів на виділення біогазу. На виході отримують рідке органічне добриво вологістю 92-95%, яке потребує грамотного внесення, а також зберігання.

Пташиний послід характеризуються низьким вмістом органічних речовин, незбалансованим співвідношенням N:P:K, високим інфекційним та інвазійним потенціалом, значним вмістом токсичних сполук (метану, скатолу, меркаптану, фенолів, крезолу, аміаку, сірководню тощо), які пригнічують ріст та розвиток рослин.

Тип і кількість сховищ-відстійників багато в чому залежить від технологій транспортування і внесення добрива.

Зберігання посліду слід здійснювати в при фермерських сховищах у разі застосування прямої і перевантажувальної технології транспортування. Польові сховища прийнятні при застосуванні перевалочної технології транспортування або за нестачі місця на при господарській території. З метою поєднання карантину і зберігання пташиного посліду кількість секцій сховищ має бути не менше двох.

Однак значна концентрація тварин на обмеженій площі викликає необхідність проектувати сховища значного об'єму або ж будувати декілька однотипних сховищ. Досить часто це викликає додаткові фінансові витрати, тому на птахофермах пташиний послід можуть знезаражувати в мінімальний термін 4 місяці, за цей час він втрачає частину вологи від 1 до 10 % залежно від пори року, однак все ж може вміщувати значну кількість вологи до 25 %, тому його транспортування до місць внесення проводиться мобільними засобами [6, 7].

Хімічний склад посліду залежить від виду птиці, способу утримання і незначною мірою – від її віку.

Основна кількість поживних речовин зосереджена у твердій органічній фракції посліду. Тому розбавлення його речовинами з більш низьким вмістом поживних елементів або водою призводить до значного збільшення об'єму, однак, через значну агресивність даного виду органічного добрива, це є необхідним технологічним заходом. За кліткового утримання птиці у послід додається технологічна вода, що спричинює 2-6-кратне розбавлення та пропорційне зниження у ньому концентрації поживних речовин.

Поживні речовини посліду перебувають у доступній формі, значна частина їх легко переходить у водну витяжку: калію – 75-100%, азоту – 30-75, фосфору – 3-47%. Розчинність їх значно підвищується під час зберігання та розбавлення водою. Така технологія підвищує ступінь засвоєння добрива рослинами, полегшує технологічний процес внесення, однак викликає необхідність організації додаткових сховищ, кількість і об'єм яких, зазвичай дуже точно прораховані, а будівництво нових викличе необхідність додаткових капіталовкладень.

В світі використовують ще один ефективний спосіб утилізації пташиного посліду – це його спалювання. Спалювання ПП не потребує його підготовки, що спрощує і здешевлює процес.

---

### 3. Основні результати досліджень

---

Пташиний послід це важко спалюване паливо з високим ступенем вологості 35-50% і зольністю 15-20%. Для покращення горючих властивостей, у даній роботі пропонується застосувати суміш пташиного посліду з тирсою або подрібненою щепою з відходів деревини. Тирса є побічним продуктом переробки деревини, і за традиційної технології переробки деревини виступає побічним продуктом (відходом), щепа ж може бути отримана з неліквідної деревини чи в результаті переробки деревини отриманої під час санітарних очисток придорожніх смуг та ліній електропередач. Загальний об'єм біомаси відходів деревини оцінюють у 12 млн. м<sup>3</sup> на рік. Технологія отримання щепи з біомаси відходів деревини відома широкому загалу і не потребує пояснення.

Запропонована технологія дозволить зменшити вологість до 15-20%, а також підвищить калорійність з 2500 ккал/кг до 3000 ккал/кг. При спалюванні тонни посліду можна отримати близько 3 т пару або виробити до 250-300 кВт. год. електроенергії. Зола після спалювання ПП, являється комплексним фосфорно-калійним добривом, з вмістом багатьох мікроелементів. Вихід золи складає 10-15% від вхідної кількості суміші пташиного посліду з тирсою чи щепою. Зола займає значно менший об'єм ніж сирий послід, це дозволить зменшити транспортні витрати та витрати на



будівництво сховищ для накопичення та відстоювання посліду, зола вноситься в ґрунт без додаткової обробки, що ще більше спрощує технологію її утилізації [8-11].

В пташиному посліді в тонні маси знаходиться в кг:

- Органічної речовини – 180;
- Золи – 70;
- Азоту – 20;
- Фосфору – 7;
- Калію – 3.

Як видно з приведених показників, особливе значення як добриво має органічна речовина, яка слугує резервом основних діючих речовин, які впливають на структуру ґрунту і являються джерелом енергії для багатьох мікроорганізмів.

Після органічної речовини наступною по значенню являється зола. В золі знаходиться близько 30 мікроелементів в тому числі магній, сірка, залізо, марганець. Фосфор із золи краще засвоюється ніж із суперфосфату. Вона майже не містить хлору і не є шкідливою для багатьох рослин. В США і деяких країнах Європи пташиний послід використовують в якості кормового інгредієнта для жуйних тварин, так як він має клітчатку.

Способи переробки ПП з метою використання у якості добрива повинні забезпечувати обеззараження патогенної мікрофлори, насіння бур'янів, дезодорацію продукту, а це потребує значних затрат на утилізацію. Затрати досить значні і для невеликих птахофабрик вони непосильні. Тому в останній час технологія спалювання все більше впроваджується на великих птахофабриках, особливо в США, Канаді і країнах Європи.

В якості палива ПП має наступні технологічні характеристики:

- теплота згорання – 2500 ккал/кг;
- вологість – 35-50%;
- зольність – 10-15%;
- насипна щільність 380-400 кг/м<sup>3</sup>;
- вміст вуглецю – 30%;
- вміст водню – 3-5%;
- вміст кисню – 15-20%;
- вміст сірки до – 1%;
- вміст азоту – 1-0,2%.

Пряме спалювання ПП не потребує обов'язкового гранулювання або сушки. Вміст шкідливих речовин у продуктах згорання не перевищує допустимих концентрацій.

Спалювання ПП за канадською технологією відбувається в спеціальній котельні функціональна схема якої показана на рисунку 2. Надійне спалювання стало можливим при застосуванні спеціального паливного пристрою для котла. Даний пристрій поєднує пошарове спалювання з вихровим. Конструкція топки з системою багаторазового повітряного дуття забезпечує необхідні умови згорання високоволового низькокалорійного палива з мінімальним виносом золи. Для запобігання зашлаковування водогрійних труб температура газів на виході з топки повинна бути в межах 950±50°C.

Сама котельня, як видно з функціональної схеми, це досить складний об'єкт, який має основні вузли і допоміжні об'єкти та в першу чергу паливний склад.

Паливний склад в залежності від проектної потужності котельні повинен мати приміщення не менше 300 м<sup>2</sup> висотою 5-6 м закритого типу. Враховуючи те, що в заданій роботі пропонується для зменшення вологості і підвищення калорійності додавати 30-40 % деревної щепи, потрібно передбачати закриту площадку для щепи. Для подачі щепи в склад, а також для змішування з послідом необхідно використати обладнання для подачі щепи і змішування її з послідом. Паливний склад як правило обладнується спеціальними пристроями для автономної подачі палива в топку, що забезпечує безперервну роботу котельні.

Економічна ефективність процесу утилізації ПП наведена у таблиці 1.

Канадська технологія утилізації курячого посліду.

Група канадських компаній створила технологію переробки курячого посліду в сухе паливо для отримання теплової і електричної енергії.

Сухий курячий послід має таку ж калорійність як і дерево і якщо є технологія сушки і спалювання то послід може бути цінним паливом.

У Канаді створено систему обладнання для сушки і подрібнення посліду в біомасу.

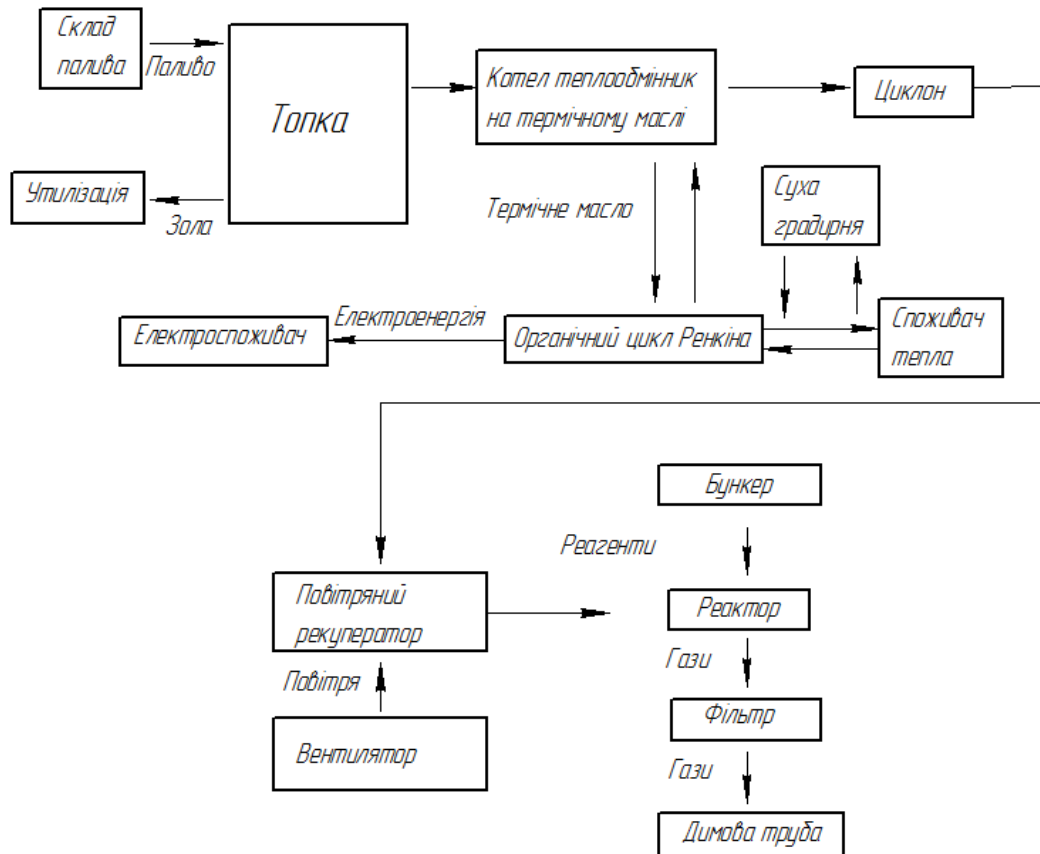


Рис. 2. Функціональна схема спалення курячого посліду

Сушка курячого посліду проходить одночасно з процесом його подрібнення у такій послідовності:

1. Вологий матеріал завантажується в роторну камеру де за рахунок дії кінетичної енергії ротора, який обертається з швидкістю 650 км/год., відцентрові сили відбирають вологу від посліду і видаляються.

2. Другий етап сушки полягає в тому, що кінетична енергія від численних ударів нагріває часточки курячого посліду, які за короткий проміжок часу досягають температури більше 100°C тому вода в масі перетворюється на пару. Пара видаляється і миттєво перетворюється у мілкі краплини води. Оскільки у камері ротора температура сягає майже 90°C, це забезпечує висушування часток курячого посліду без використання зовнішнього джерела тепла, а лише за рахунок кінетичної енергії.

3. Знешкодження бактерій проходить за рахунок дії кінетичної енергії і кінетичного нагріву часток в момент їх удару об ротор і стінки камери. Ці багаточисленні удари піднімають температуру частинок до рівня вищої за температуру пастеризації. Рівень запаху висушеного курячого посліду після сушки значно нижчий за початковий.

Під час переробки курячого посліду з вологістю 30-40 % він подається у систему осушення і при вологості на виході в 10-12 % перетворюється в сухий порошок придатний для спалювання.

Спалювання отриманого порошку проводять за допомогою пилових топок високої інтенсивності.

Пилові топки високої інтенсивності спеціально розроблені для ефективного і повного згорання важкоспалюваних видів палива. Основні характеристики даних топок:

4. Відповідають жорстким екологічним стандартам спалювання з нульовим рівнем CO і екстремально низьким рівнем NO;
5. Повне згорання біомаси;
6. Ефективність, стабільність управління така ж як при роботі на природному газі;
7. Здатність працювати одночасно на різних видах палива;
8. Зменшує розміри основного обладнання в тому числі котла.



Таблиця 1

## Економічна ефективність утилізації пташиного посліду

Показники	Дані при спалюванні ПП т/добу.		
	100	150	200
1. Продуктивність котельні Гкал./добу.	1250	1750	2500
2. Кількість заміщованого газу м <sup>3</sup>	8900	15330	22950
3. Кількість золи т/год.	30,8	43,7	65,5
4. Виробленого тепла Гкал./год.	9,5	14	21
5. Виробництво пару т/год.	15	20	30
6. Капітальні затрати млн. грн.	20	30	40
7. Експлуатаційні затрати млн. грн.	2	3	4
8. Загальний економічний ефект млн. грн.	12,5	16	25
9. Термін окупності місяців.	16	14	14

Пилові топки як нагрівачі використовують в різних типах нагрівальних енергосистем рисунок 3.

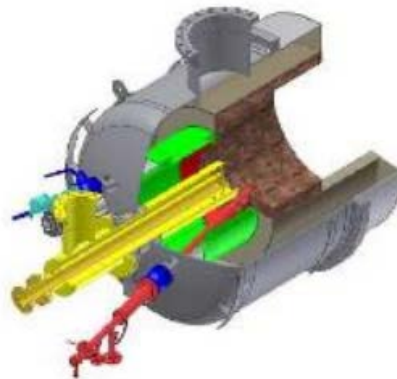


Рис. 3. Пилова топка

Екстремально коротке і чітко направлене полум'я дозволяє використовувати невеликі за розмірами камери згорання. Порошкоподібний матеріал подається у топку через розташований у центрі топки інжектор. Закручене повітря, що подається у топку створюється спеціальними лопатями встановленими у ній. Повітря створює велику циркуляцію, що веде до інтенсивного перемішування пилового палива і забезпечує ефективне і повне спалювання палива і рівномірний розподіл температури всередині топки. Рівномірний розподіл тепла зменшує кількість перегрітих точок, покращує радіаційну передачу тепла, що зменшує закоксування труб.

Пилова топка може бути встановлена як на нові котли, так і на реконструйовані. Сухий послід спалюється практично повністю. Циклонне закручування полум'я у топці приводить в обертний рух газу у камері спалювання, відцентрові сили притискають золу в низ камери, де вона автоматично видаляється. Максимально вільні від золи гарячі газу із камери згорання йдуть на нагрів труб в котлі, де отримують пару, який іде на технологічні потреби. Пара може подаватись на турбіну для отримання електроенергії або на опалення.

#### 4. Висновки

Реалізація запропонованої технології в Україні вимагає її здешевлення, чого можна досягти використавши вітчизняне обладнання. У той же час використання тирси чи щепи дозволить зменшити витрати на зневоднення свіжого пташиного посліду та підвищить калорійність кінцевого продукту, а значні запаси відходів деревини сприятимуть реалізації технології.

#### Список використаних джерел

1. Статистичний бюлетень «Виробництво продукції тваринництва в Україні» / Сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>.



2. Калетнік Г.М. Розвиток виробництва біопалив як фундаментальна основа стабільності агропромислового комплексу [Текст] / Г.М. Калетнік // Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Економічні науки. – 2014. – Вип. 1 (87). – С. 3-12.
3. ТОВ «Вінницька птахофабрика» ПАТ «МХП» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mhp.com.ua/uk/operations/op-vinnitskaja-ptitsefabrika-oao-mkhp>
4. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов [Текст] / С.В. Мельников. – Агропромиздат. – 1985. – 115 с.
5. Семенова П.Я. Бесподстильный навоз и его использование для удобрения [Текст ] / П.Я. Семенова. – М.: Колос, 1978. – 271 с.
6. Bewick W. Hand book of organic wasteconversion / W. Michael Bewick, M.I. Biol // TrinityCollege. University of Cambridge // Van Nostr and Reinhold Environmental Engineering Series. Copyright by Litton Educational Publishing, Inc. – 1980. – 72 p.
7. Антонюк В.С. Автоматизация проектирования технологических процессов / В.С. Антонюк. – Киев, 1989. – 350.
8. Гарзанов А.А. Биотопливо из подстильного навоза / А.А. Гарзанов., А.Н. Аваков., Н.С. Малик // Аграрна техніка. – 2012. – №2. – С. 77-79.
9. Лысенко В.П. Экологические проблемы птицефабрик и роль биотехнологий в переработке органических отходов / В.П. Лысенко // Птица и птицепродукты. – 2013. – №5. – С. 16-22.
10. Мельник В.А. Сжигание подстильного навоза за и против / В.А Мельник // Вестник института птицеводства НАНУ. – 2012. – С. 12-14.
11. Vladimir Rabinovich, Canada Ontario, Toronto, 2014 /Канадська технологія спалювання пташиного посліду [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.studfiles.ru/preview/1839733/page:2/>

#### References

- [1] *Statystychnyy byuleten «Vyrobnnytstvo produktsiyi tvarynnytstva v Ukrayini» [Statistical bulletin "Livestock Production in Ukraine" / The site of the State Statistics Service of Ukraine]. Sayt Derzhavnoyi sluzhby statystyky Ukrayiny. – Rezhymdostupu : <http://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].*
- [2] Kaletnik, G.N. (2014). *Rozvytok vyrobnytstva biopalyv yak fundamentalna osnova stabilnosti ahropromyslovoho kompleksu [ The development of biofuel production as a fundamental basis for the stability of the agro-industrial complex]. Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Serii: Ekonomichni nauky – Collection of scientific works of VNAU. Series: Economic Sciences, 1(87), 3-12 [in Ukrainian].*
- [3] *TOV «Vinnytska ptakhofabryka» PAT «MKhP» [LLC "Vinnytsia Poultry Factory" PJSC "MHP"]. – Rezhym dostupu: <https://www.mhp.com.ua/uk/operations/op-vinnitskaja-ptitsefabrika-oao-mkhp> – Nazva z ekranu [in Ukrainian].*
- [4] Mel'nykov, S.V. (1985). *Tekhnolohycheskoe oborudovanye zhyvotnovodchesykh ferm y kompleksov [Technological equipment of livestock farms and complexes]. Ahropromyzdat, 115 [in Ukrainian].*
- [5] Semenova, P.Ya. (1978). *Bespodstylochnyy navoz y ehoyspol'zovanye dlya udobrenyya [Non-submersible manure and its use for fertilization]. Kolos [in Ukrainian].*
- [6] Bewick, W. Michael, Biol, M.I. (1980). *Hand book of organic waste conversion [Handbook of organic wasteconversion]. Trinity College. University of Cambridge // Van Nostr and Reinhold Environmental Engineering Series. Copyright by Litton Educational Publishing, Inc [in English].*
- [7] Antonyuk, B.C. (1989). *Avtomatyzyatsyyu proektyrovanyya tekhnolohycheskykh protsessov [Automation of technological process design]. Kyev [in Ukrainian].*
- [8] Harzanov, A.A., Avakov, A.N., Malyk, N.S.(2012). *Byotoplyvo y zpodstylochnoho navoza [Biofuel from litter manure]. Ahrarnatekhnik, 2012, №2 [in Ukrainian].*
- [9] Lysenko, V.P. (2013). *Ekolohycheskye problemy pytsefabryk y rol'byotekhnolohyy v pererabotke orhanycheskykh otkhodov [Environmental problems of poultry farms and the role of biotechnologies in the processing of organic waste]. Ptytsa y pytseprodukty, №5 [in Ukrainian].*
- [10] Mel'nyk, V.A. (2012). *Szhyhanye podstylochnoho navoza za y protyv [Burning of litter manure for and against]. Vestnyk ynstytu ta pytsevodstva NANU, 12-14 [in Ukrainian].*
- [11] Vladimir Rabinovich. (2014). *Kanads'ka tekhnolohiya spalyuvannya ptashynoho poslidu. Rezhym dostupu: <http://www.studfiles.ru/preview/1839733/page 2> [in Canada].*

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОТОПЛИВА ИЗ КУРИНОГО ПОМЕТА**

*В статье рассмотрена перспективная технология утилизации птичьего помета с помощью сжигания в смеси с древесной щепой. Определено, что данная технология доступна и эффективна, при условии внедрения позволит в разы уменьшить необходимые для хранения сырого птичьего помета площади хранилищ, снизит вредную нагрузку на окружающую среду, повысит экономические показатели производства продукции отрасли птицеводства. Приведены существующие технологии утилизации птичьего помета, которые реализованы и успешно используются в Канаде, на базе данной технологии рекомендуется внедрить усовершенствованный способ утилизации птичьего помета.*

*Ключевые слова: птичий помет, сжигание, щепа, экология, биомасса, отходы древесины, органическое удобрение, зола, электроэнергия, отопление.*

Табл. 1. Рис. 3. Лит. 12.

**TECHNOLOGY OF RECEIVING BIOFINING FROM CHOCOLATE**

*Perspective technology of bird droppings utilization, with combustion in a mixture with wood chips, is considered. It is determined that this technology is affordable and effective, if implemented, will reduce the storage area of raw poultry farms to be reduced at times, reduce the harmful load on the environment, increase the economic indicators of production of the poultry industry. The present technology of bird droppings disposal, implemented and successfully used in Canada, is based on this technology and recommends the introduction of an improved method for the disposal of bird droppings.*

*Keywords: poultry litter, burning, chips, ecology, biomass, wood waste, organic fertilizer, ash, electricity, heating.*

Fig. 1. Pic. 3. Ref. 12.

**ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ**

**Середа Леонід Павлович** – кандидат технічних наук, професор кафедри «Експлуатації машинно-тракторного парку та технічного сервісу» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: leonidsereda@mail.ru).

**Паладійчук Юрій Богданович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Експлуатації машинно-тракторного парку та технічного сервісу» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: rewet@vsau.vin.ua).

**Зінєв Михайло Вікторович** – асистент кафедри «Експлуатації машинно-тракторного парку та технічного сервісу» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: misha1987@vsau.vin.ua).

**Середа Леонид Павлович** – кандидат технических наук, профессор кафедры «Эксплуатации машинно-тракторного парка и технического сервиса» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: leonidsereda@mail.ru).

**Паладийчук Юрий Богданович** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатации машинно-тракторного парка и технического сервиса» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: rewet@vsau.vin.ua).

**Зинев Михаил Викторович** – ассистент кафедры «Эксплуатации машинно-тракторного парка и технического сервиса» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: misha1987@vsau.vin.ua).

**Sereda Leonid Pavlovich** – PhD, Professor of the Department of "Operation of the Machine and Tractor Park and Technical Service" of the Vinnytsia National Agrarian University (Solnechnaya St., 3, Vinnitsa, 21008, Ukraine, e-mail: leonidsereda@mail.ru).

**Paladiychuk Yuri Bogdanovich** – PhD, Associate Professor, of the Department of "Operation of the Machine and Tractor Park and Technical Service" of Vinnitsa National Agrarian University (3, Solnechnaya St., Vinnitsa, 21008, Ukraine, e-mail: rewet@vsau.vin.ua).

**Zinev Michael Viktorovich** – assistant of the department "Operation of the machine and tractor fleet and technical service" of Vinnytsia National Agrarian University (Solnechnaya St., 3, Vinnitsa, 21008, Ukraine, e-mail: misha1987@vsau.vin.ua).