



Спалювання підстилкового посліду: аргументи ЗА і ПРОТИ

✍ **В.О. МЕЛЬНИК,**
кандидат сільсько-
господарських наук

Найбільш поширена в Україні технологія виробництва м'яса бройлерів передбачає вирощування курчат на підлозі на глибокій незмінюваній підстилці. Основні переваги такої технології - використання порівняно нескладного та дешевого обладнання, високий рівень механізації технологічних процесів, простота та низька трудомісткість виконання робіт по догляду за птицею і по санації пташника, менша кількість дефектів тушок, підвищення їх категорійності порівняно з клітковим вирощуванням. Основний же недолік - потреба в значній кількості дефіцитних підстилкових матеріалів. У розрахунку на 1-го вирощеного бройлера необхідно витратити 1-1,5 кг підстилки в залежності від сезону і терміну вирощування. За 5-7 тижнів вирощування курчат до підстилки додається послід. У підсумку - на кожного вирощеного бройлера отримуємо близько 3-5 кг підстилкового посліду (ПП) вологістю від 15 до 50%. Якщо рахувати, що в Україні за рік вирощується біля 500 млн. курчат-бройлерів, вихід тільки підстилкового бройлерного посліду

складе як мінімум 2 млн. тонн. Якщо ж додати сюди ПП, отриманий при утриманні інших видів і виробничих груп птиці - загальний його вихід можна оцінити кількістю не менше, ніж 3 млн тонн.

Утилізація ПП завдає птахівницьким господарствам чимало клопоту. Для його зберігання та переробки потрібні великі земельні ділянки. ПП містить значну кількість шкідливих для довкілля речовин, насіння бур'янів, часто - яйця та личинки гельмінтів, патогенні мікроорганізми. Він є також сприятливим середовищем для розвитку мух, гризунів, гельмінтів та мікроорганізмів і, за неналежних умов зберігання, переробки та використання служить джерелом забруднення наземних та ґрунтових вод, ґрунтів і атмосфери шкідливими речовинами, несе епізоотичну та санітарно-епідеміологічну загрозу для самих птахівницьких господарств, навколишніх територій і довкілля в цілому.

Згідно державного класифікатора відходів, послід віднесено до III-ї групи небезпечних речовин. Сільськогосподарські підприємства, селянські та інші господарства, які займаються

1. Хімічний склад підстилкового посліду після вирощування курчат-бройлерів, %

| Найменування показників | Значення показників |
|---------------------------------------|---------------------|
| Вміст вологи, % | 15,9 |
| Вміст сухої речовини, % | 84,1 |
| Вміст в перерахунку на суху речовину | |
| Азоту, % | 5,41 |
| Кальцію, % | 2,25 |
| Фосфору, % | 2,13 |
| Сирих ліпідів, % | 4,04 |
| Сирої клітковини, % | 21,52 |
| Безазотистих екстрактивних речовин, % | 36,74 |
| Лізіну, % | 0,45 |
| Гістидину, % | 0,20 |
| Аргініну, % | 0,63 |
| Аспарагінової кислоти, % | 1,12 |
| Треоніну, % | 0,56 |
| Глутамінової кислоти, % | 1,12 |
| Проліну, % | 0,57 |
| Гліцину, % | 0,74 |
| Аланіну, % | 0,31 |
| Валіну, % | 0,31 |
| Ізолейцину и лейцину, % | 1,08 |
| Тірозіну, % | 0,27 |
| Фенілаланіну, % | 0,32 |
| Міді, мг/кг | 3,125 |
| Цинку, мг/кг | 6,453 |
| Заліза, мг/кг | 621,05 |
| Марганцю, мг/кг | 253,03 |
| Кобальту, мг/кг | 66,71 |
| Магнію, мг/кг | 24,02 |

виробництвом, переробкою і збутом продукції тваринництва та птахівництва, і при цьому здійснюють розміщення відходів (гною та пташиного посліду), є платниками екологічного податку. Вартість їх розміщення на відкритих полігонах в середньому складає 100 грн./т. З-за проблем з утилізацією посліду у птахівницьких господарств виникають постійні конфлікти з місцевими екологічними та санітарними службами. То ж з урахуванням вищенаведеного, кожне птахівницьке підприємство постає перед проблемою: що робити з пташиним послідом?

Традиційним способом використання ПП є його переробка в органічні добрива, оскільки він містить значну кількість поживних речовин для рослин (азоту, фосфору, калію, кальцію, мікроелементів) (табл. 1). У США та деяких європейських країнах перероблений послід використовують також як кормовий інгредієнт для жуйних тварин, тому що він містить також значну кількість клітковини, протеїну, окремих амінокислот, ліпідів, безазотистих екстрактивних речовин.

Способи переробки ПП в органічні добрива або кормові добавки мають забезпечувати знешкодження патогенної мікрофлори, насіння бур'янів, яєць та личинок гельмінтів, стабілізацію поживних речовин, дезодорацію кінцевого продукту, а це вимагає чималих витрат. До речі, великі витрати на утилізацію посліду та платежі за екологічне забруднення стали однією з причин припинення діяльності низки бройлерних птахофабрик в Західній Європі. Крім того, значна кількість птахівницьких підприємств в Україні не мають в достатній кількості земель сільськогосподарського для використання всього обсягу отриманого посліду як органічного добрива на власних полях. Реалізація ж посліду у будь-якому вигляді іншим підприємствам пов'язана із значними трудно-

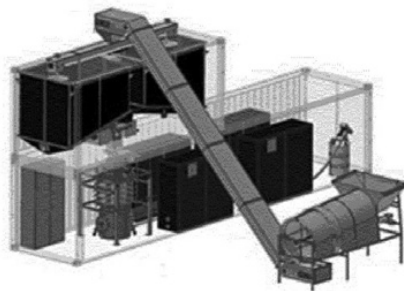


Рис. 1. Агрегат для піролізного спалювання посліду



Рис. 2. Брикети з посліду

щами та витратами. У зв'язку з цим, останнім часом все частіше як альтернативу переробці посліду в органічні добрива пропонують спалювання підстилкового та безпідстилкового посліду тим чи іншим способом з метою отримання теплової та електричної енергії. В обох варіантів є свої прихильники та противники. Розглянемо аргументи тих і інших.

Виробництво на основі підстилкового посліду органічних або органічно-мінеральних добрив

Аргументи за:

- а) отримання цінного для рослинництва продукту у вигляді органічних або органічно-мінеральних добрив з високим вмістом азоту, фосфору та калію, правильне використання яких сприяє покращенню структури та мікрофлори ґрунтів, збагаченню їх гумусом, підвищенню врожайності сільськогосподарських культур на 10-30%;
- б) покращення стану довкілля в результаті знешкодження патогенної мікрофлори, насіння бур'янів, яєць та личинок бур'янів, дезодорації речовин з неприємним запахом;
- в) можливість організації замкнутого циклу утилізації посліду у вертикально-інтегрованих агропромислових об'єднаннях.

Аргументи проти:

- а) значна кількість азоту (до 50%) та інших поживних речовин в процесі зберігання, переробки та використання як добрива втрачається;
- а) велика тривалість циклу переробки, у зв'язку з чим названі вище негативні чинники діють протягом значного часу;
- б) необхідні комплекс механізованих засобів, значні праце- та енерговитрати на зберігання і переробку сировини, зберігання, транспортування та використання отриманих добрив;
- в) потреба в значних земельних площах для зберігання, переробки та використання отриманих добрив.

- маних добрив. Максимальна доза внесення органічних добрив на основі пташиного посліду: компосту – 60 т/га, сухого пташиного посліду – 8 т/га;
- г) в разі неправильної переробки, внесення надлишкових доз посліду відбувається деградація земель, накопичення в урожаї сільськогосподарських культур нітратів та нітритів, забруднення земель насінням бур'янів, доквілля – шкідливими речовинами та неприємними запахами.

Використання підстилкового посліду для отримання енергії

Аргументи за:

- найбільш просте та найменш праце- і енерговитратне рішення проблеми утилізації посліду;
- швидке на надійне знешкодження всіх шкідливих чинників і покращення стану довкілля;
- отримання теплової або електроенергії, які з кожним роком зростають у ціні;
- можливість забезпечення за рахунок спалювання посліду власних потреб в тепловій та електричній енергії;
- зола від спалювання посліду можна зберігати роками без втрат поживних речовин, використовувати як мінеральне добриво, що містить калій, фосфор, кальцій та ряд інших

2. Хімічний склад золи після спалювання підстилкового бройлерного посліду

| Найменування речовини | Вміст, % |
|--------------------------------|----------|
| SiO ₂ | 8,1 |
| Al ₂ O ₃ | 1,9 |
| TiO ₂ | 0,2 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,16 |
| CaO | 17,3 |
| MgO | 5,0 |
| Na ₂ O | 9,2 |
| K ₂ O | 16,3 |
| P ₂ O ₅ | 24,4 |
| SO ₃ | 6,7 |
| Решта | 9,74 |

- елементів (табл. 2) в оптимальні агротехнічні строки;
- короткий цикл виробництва, у зв'язку з чим, згадані вище негативні чинники діють протягом нетривалого часу;
- зменшення транспортних витрат в 5-6 разів;
- непотрібні значні земельні ділянки для зберігання та переробки посліду.

Аргументи проти:

- втрата азоту сировини в технологічному циклі;
- досить висока вартість обладнання для спалювання посліду (в той же час вона не є більшою, ніж, наприклад, для переробки посліду в біогазових установках);
- можливі проблеми з реалізацією отриманих теплової і електроенергії та золи.

Аналізуючи плюси і мінуси кожного варіанту, можна прийти до висновку, що енергетична переробка ПП може бути цілком конкурентоспроможною з варіантом переробки його в органічні добрива як мінімум в птахівницьких підприємствах, що не мають в достатній кількості власних земель сільськогосподарського призначення.

Зараз пропонуються кілька можливих варіантів енергетичного використання ПП шляхом спалювання:

- пряме спалювання в котельних установках для отримання гарячої води, пари або електроенергії;
- газифікація (піроліз) посліду з тією ж метою;
- виготовлення з ПП паливних гранул (пілет) або брикетів, далі – гранули або брикети можуть спалюватися на місці для отримання гарячої води, пари або електроенергії, чи реалізуватися для використання як добрива або як палива.

Переробка ПП методом прямого спалювання

Пряме спалювання ПП не вимагає обов'язкового його гранулювання або сушіння. Теплота згорання ПП знаходиться в межах 2600–3400 ккал/кг (10300–14250 МДж/кг). Вміст

шкідливих речовин у продуктах згорання, що викидаються в атмосферу, за застосування сучасних топкових пристроїв не перевищує гранично допустимих концентрацій (ГДК). Спалювання 1 тонни ПП дає змогу отримати до 2 Гкал тепла у вигляді гарячої води або 3 тонн пари на технологічні потреби. При цьому економиться до 270 м³ природного газу чи до 240 кг рідкого палива. Коефіцієнт корисної дії котельних агрегатів при прямому спалюванні посліду становить 60–85%. Вихід золи складає 10–18% від вихідної кількості ПП. Зола може вноситися під різні сільськогосподарські культури без додаткової обробки у кількості 2–10 ц/га. Використання цієї золи як добрива сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур на 10–15%.

Особливістю ПП як палива є висока вологість, зольність, наявність в золі значної кількості лужних та лужно-земельних металів, що спричиняє його високу шлакоутворюючу здатність. У зв'язку з цим, до останнього часу не завжди вдавалося досягти стійкого і надійного горіння ПП у котельному агрегаті. Зараз цю проблему вирішено шляхом застосування технології спалювання у високотемпературному циркулюючому киплячому шарі, яка забезпечує на-

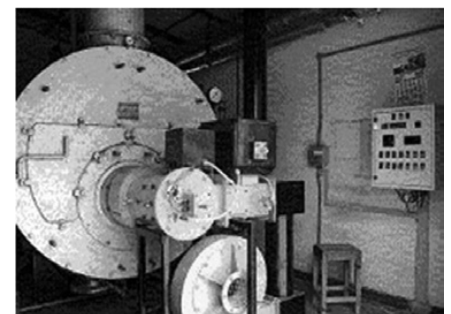


Рис. 3. Газогенераторна станція



Рис. 4. Гранули з курячого посліду

дійне згоряння матеріалу з вологістю до 60%.

Отримана тепла енергія може бути використана для теплотабезпечення, перш за все, потреб самого птахівницького господарства, а також найближчих населених пунктів. Однак на практиці це не завжди можливо. В такому разі рекомендується використовувати отриману теплову енергію для вироблення електроенергії. Так, при виробленні 7 т/год. пари з параметрами 1,4 МПа та 250°C, підігріванні води в мережі до 80°C, можна виробляти щогодини ще і приблизно 630 кВт·год. електроенергії, з них 100 кВт·год. – буде витрачено на власні потреби котельні, решта – на потреби птахівницького господарства або на реалізацію.

Газифікація (піроліз) підстилкового посліду

Газифікацію (піролізом) називається термічний розклад органічних речовин за недостачі кисню. Газифікація або піроліз посліду, як підстилкового, так і безпідстилкового, вважається перспективним напрямком його енергетичного використання, який на думку деяких фахівців має низку переваг порівняно з переробкою посліду в біогазових установках, зокрема:

- більш високий ККД перетворення біомаси в корисну енергію (в біогазових установках не більше 50%, в піролізних до 85%);
- всесезонність, оскільки ефективність вироблення генераторного газу практично не залежить від зовнішніх умов;
- компактність, менша металомісткість використовуваного обладнання;
- менші транспортні витрати на всіх стадіях процесу утилізації відходів;
- можливість перетворення в газ та електроенергію посліду, що містить лігнінвміщуючі добавки (стружку, солому тощо);
- безвідходність процесу утилізації;
- можливість практично повної автоматизації процесу переробки, низькі експлуатаційні витрати;

- універсальність обладнання, що застосовується, можливість його використання для спалювання будь яких видів біомаси;
- висока екологічність технології, що застосовується.

В результаті піролізу посліду за температури 300–800°C отримують парогазову суміш, яка складається з суміші горючих газів (так званий генераторний або піролізний газ), вуглеподібний твердий залишок (напівкокс) та золю. Генераторний газ використовують для підтримання роботи самої піролізної установки, отримання теплової енергії для господарських потреб, для заміни природного або зрідженого газу в різних пристроях, для виробництва електроенергії, а після відповідної підготовки – і як паливо в двигунах внутрішнього згоряння. Вуглеподібний залишок також використовують як паливо в самій піролізній установці або для виготовлення паливних брикетів. Золю використовують як добриво, в металургійній та в будівельній промисловості.

Середня теплота згоряння генераторного газу – 1200 ккал/м³ (5030 кДж/м³). Його усереднений компонентний склад наведено в таблиці 3. Після відповідної обробки можна отримати генераторний газ з підвищеним вмістом горючих газів.

3. Компонентний склад генераторного газу від газифікації ПП

| Назва компоненту | Вміст, % за об'ємом |
|--------------------------|---------------------|
| Чадний газ (CO) | 16–18 |
| Водень (H ₂) | 16–18 |
| Метан (CH ₄) | 2–3 |
| Азот (N ₂) | 59–62 |
| Інші гази | Менше 2 |

Процес газифікації має сумарний ККД до 80%. З 1 кг ПП в перерахунок на суху речовину отримують в середньому 2 м³ генераторного газу загальною теплотворною здатністю 2400 ккал.

Піролізні котли, в тому числі і побутові, в яких можна спалювати і ПП, зараз випускають багато виробників, в тому числі і в Україні («Мотор Січ» тощо). До провідних виробників

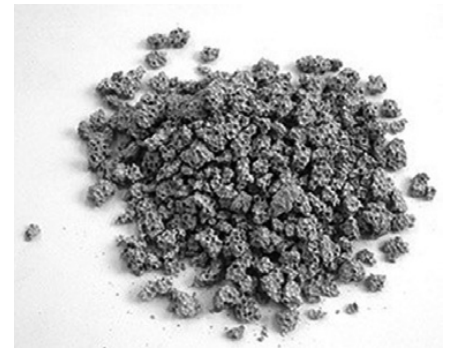


Рис. 5. Добриво з золи

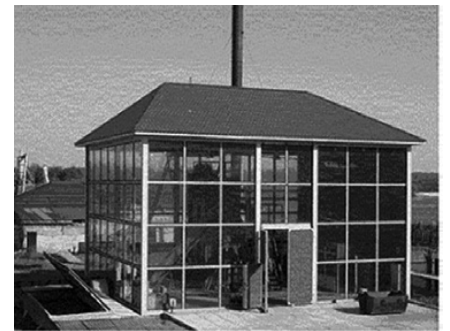


Рис. 6. Котельня для спалювання посліду

промислового обладнання для газифікації різних органічних відходів, зокрема посліду, належать компанії "Flex Technologies" (Великобританія) та "Planitec s.r.l." (Італія). Остання постачає міні-ТЕЦ в діапазоні потужностей від 60 кВт до 1 МВт.

Підготовка посліду в установках цієї компанії «для наступної газифікації» передбачає:

- підсушування сировини до відносної вологості 12–15%;
- видалення сторонніх металевих домішок;
- подрібнення посліду до часток не більше 3 см;
- дозоване додавання вапняку для нейтралізації кислот, що утворюються при газифікації.

Для підсушування посліду використовується оборотне тепло, що утворюється при відведенні генераторного газу і тепло, що відводиться від системи охолодження газотурбінного двигуна.

Показники роботи міні-ТЕЦ, розрахованої на переробку ПП від одного пташника на 50 тис. курей-несучок або ж бройлерів наведено в таблиці 4. Вартість обладнання міні-ТЕЦ складає близько 200 тис. євро.

Обладнання міні-ТЕЦ дає змогу

4. Показники роботи міні-ТЕЦ продуктивністю 900 т ПП за рік

| Найменування показників | Значення показників |
|--|---------------------|
| Час роботи ТЕЦ за добу, год. | 24 |
| Час роботи ТЕЦ за рік, год. | 8000 |
| Загальна кількість посліду, що переробляється за рік, тонн | 900 |
| Кількість посліду, що переробляється за добу, тонн | 2,7 |
| Середня вологість посліду, % | 30 |
| Виробляється електричної енергії за годину, кВт-год. | 75 |
| Теплова потужність для зовнішнього споживача, кВт (Гкал x год.) | 100 (0,086) |
| Теплова потужність, що споживається для власних потреб, кВт (підсушування посліду, підтримання роботи газогенератора), кВт (Гкал x год.) | 50 (0,043) |
| Вихід золи за рік, тонн | 135 |

Таблиця 5. Порівняльні характеристики видів палива

| Вид палива | Теплота згоряння, МДж/кг | Вміст сірки, % | Вміст золи, % | Ціна за 1 кг | Вартість отриманого тепла, грн./ГДж |
|------------------|--------------------------|----------------|---------------|--------------|-------------------------------------|
| Кам'яне вугілля | 20 | 2 | 20 | 2,3 | 112 |
| Гранули з ПП | 18 | 0,1 | 8 | 1,5 | 84 |
| Природний газ* | 36 | 0,0 | 0 | 6,9 | 196 |
| Гранули з дерева | 17,5 | 0,1 | 1 | 1,9 | 129 |
| Гранули з соломи | 14,5 | 0,2 | 4 | 1,5 | 104 |

*Примітка: * – у розрахунку на 1 м³*

забезпечити виробництво з 1 кг ПП 0,8 кВт електричної енергії з ККД 27%, виробництво теплової енергії для системи опалення у вигляді гарячої води з ККД 45%, відповідність газоподібних викидів в атмосферу чинним вимогам екологічного законодавства.

Основні недоліки піролізних котельних агрегатів порівняно з агрегатами прямого спалювання – вища

в 1,5-2 рази ціна обладнання, дещо складніша експлуатація.

Використання ПП для отримання паливних гранул або брикетів

Як вже згадувалося, використання отриманої при спалюванні посліду теплової та електроенергії на місці не завжди можливо. Продати електроенергію можливо, але

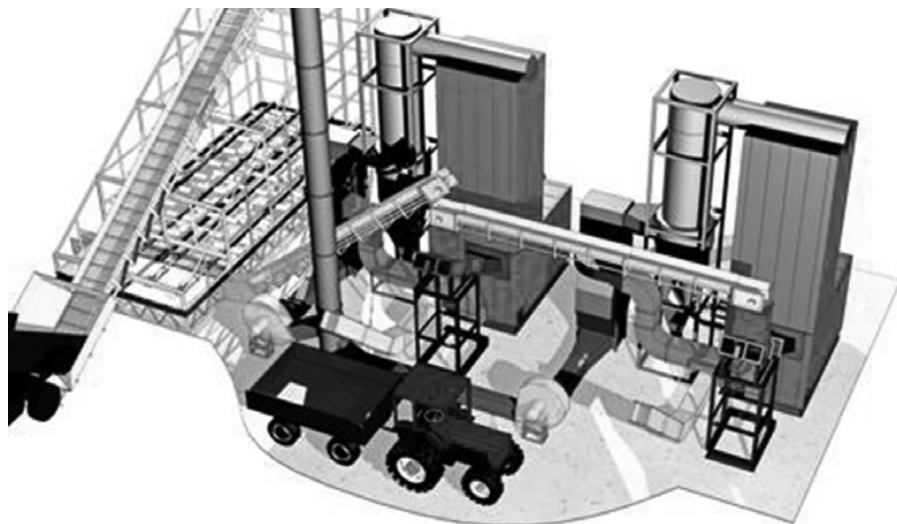


Рис. 7. Обладнання для спалювання посліду

складно і дорого підключитися до загальної електромережі. У цьому разі доцільно застосовувати такий варіант енергетичного використання посліду, як виготовлення з нього паливних гранул або брикетів. Найбільш придатний для цих цілей ПП вологістю не більше 30%. Технологічна лінія виготовлення гранул вже згадуваної вище компанії "Planitex s.r.l" передбачає подрібнення ПП, підсушування до вологості 15–18%, гранулювання або брикетування, охолодження і затарювання, очищення парогазових викидів. Вартість установки підсушування та гранулювання продуктивністю 2 т гранул за годину складає близько 390 тис. євро. Отримані гранули можна використовувати в твердопаливних котлах будь якого типу, в тому числі в побутових, а також як добриво. Вони можуть зберігатися тривалий час без втрати своїх корисних властивостей. Характеристику гранул з посліду порівняно з іншими видами палива наведено в таблиці 5.

За даними вітчизняних виробників, термін окупності обладнання для виготовлення гранул складає близько 3-4 років.

Висновки

1. Переробку підстилкового посліду для отримання енергії можна розглядати як економічно обґрунтовану альтернативу переробці його в органічні добрива в птахівницьких підприємствах, що не мають в достатній кількості власних земель сільськогосподарського призначення.

2. Пряме спалювання підстилкового посліду для отримання теплової або електроенергії доцільно застосовувати в птахівницьких господарствах, що можуть забезпечити їх раціональне використання або реалізацію.

3. Газифікацію (піроліз) підстилкового посліду рекомендується застосовувати за можливості комплексного використання або реалізації всіх отримуваних продуктів.

4. Переробка підстилкового посліду в паливні гранули або брикети дає змогу розширити ринки збуту продукції та можливості її використання (пряме спалювання, піроліз, як добрива). ■