

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ
ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

УДК 66.099.2:66.083:636.088.55

ТЕХНОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОСКОНАЛЕННЯ
ТЕХНОЛОГІЇ ГРАНУЛЮВАННЯ КОМБІКОРМІВ
TECHNOLOGICAL EFFICIENCY OF IMPROVEMENT
THE GRANULATION TECHNOLOGY OF ANIMAL FEED

Єгоров Б.В., д-р техн. наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України,
Батієвська Н.О., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій
Yegorov B.V., Batievskaya N.O.
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa

Copyright © 2018 by author and the journal «Scientific Works»

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Анотація. Розвиток комбікормової промисловості характеризується інтенсифікацією технологічних процесів, направлених, в першу чергу, на підвищення санітарної якості. До таких процесів відносять волого-теплову обробку. Вплив волого-теплової обробки на засвоюваність поживних речовин окремих інгредієнтів комбікорму було предметом багатьох досліджень. Загалом, волого-теплова обробка комбікорму дозволяє покращити засвоюваність поживних речовин, включаючи білки, амінокислоти і вуглеводи. Наука і практика довели високу ефективність гранульованих комбікормів.

Був проведений огляд літератури. Представлена актуальність проблеми комбікормової галузі, а саме питання по удосконаленню технології гранулювання комбікормів. Стаття присвячена обґрунтуванню доцільності застосування технології гранулювання в комбікормовій галузі. Грануляція дозволяє забезпечити стабільну однорідність, поліпшити санітарно-гігієнічні параметри, збільшити поживну цінність, збільшити термін зберігання, поліпшити фізичні властивості компонентів комбікорму. Однак, незважаючи на всі переваги, існуючі лінії гранулювання мають відносно високу продуктивність і, в той же час, високі питомі витрати електроенергії.

Затверджена мета роботи, а також об'єкт та предмет та завдання дослідження. Мета роботи полягала у обґрунтуванні явних недоліків в традиційній технології гранулювання комбікормів, та зниженні питомих витрат електроенергії на виробництво гранульованих комбікормів у вигляді крупки.

Первинні результати досліджень включали в себе: обґрунтування застосування процесу експандування перед процесом гранулювання; описання удосконаленої технології гранулювання у вигляді параметричної схеми, з наданням технологічних режимів; описання розробленої технології виробництва гранульованих комбікормів у вигляді суміші крупки гранул та крупки експандату, яка передбачає: роздільне гранулювання підготовленої сировини, отримання гранул, отримання крупки гранул, часткове експандування вихідної сировини, отримання експандату, подрібнення експандату, вилучення крупки експандату та її об'єднання з крупкою отриманою з гранул, отримуючи таким чином суміш крупки гранул та крупки експандату в певних обґрунтованих пропорціях. Заключним етапом представлені первинні висновки по проведений роботі.

Abstract. The development of the feed industry is characterized by the intensification of technological processes, aimed primarily at improving the sanitary quality. Such processes include wet-heat treatment. The effect of heat treatment on the nutrient absorption of individual ingredients of compound feed has been the subject of many research. In general, the wet-heat treatment of compound feed can improve the digestibility of nutrients, including proteins, amino acids and carbohydrates. Science and practice proved the high efficiency of granulated mixed fodder products.

A literature review was conducted. The urgency of the problem of the feed mill industry is presented, namely the question of improving the technology of pelleting feed. The article is devoted to the rationale of the use of granulation technology in the feed industry. Granulation allows to ensure stable homogeneity, to improve

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

sanitary and hygienic parameters, to increase nutritional value, to increase the storage period, improve the physical properties. However, despite all the advantages, the existing granulation production lines have a relatively high productivity and, at the same time, a high energy intensity.

Approved the purpose of the work, as well as the object and subject and objectives of the study. The aim of the work was to substantiate obvious shortcomings in the traditional granulation technology and reduce the unit cost of electricity for the production of granulated feed in the form of crumb.

The primary results of the research included: substantiation of the application of the expansion process before the granulation process; description of advanced granulation technology in the form of a parametric scheme, with the provision of technological regimes; A technology has been developed for the production of granulated animal feeds in the form a mixture granules of crumb and expand of crumb, which includes: divide granulation of the prepared animal feed, obtaining granules, grinding the granules, obtaining granules of crumb, partial expansion of animal feed, obtaining of expand, grinding the expander, obtaining expand of crumb, combination and mixing expand of crumb and granules of crumb in certain reasonable proportions.

The final stage presents the primary findings of the work.

Ключові слова: комбікормова промисловість, технологія гранулювання, питомі витрати електроенергії, комбікорм.

Keywords: mixed fodder industry, technology of granulation, reduce energy consumption, mixed fodder.

Вступ. Огляд літератури. На теперішньому етапі розвитку агропромислового комплексу України найважливішими є проблеми зниження питомих витрати електроенергії при виробництві комбікормової продукції, не поступаючи її якостю. Комбікормова промисловість є однією з найбільш конкурентоспроможних галузей в сільськогосподарському секторі. У 2012 році в світі випуск комбікормової продукції склав близько 734,5 млн. тонн комбікорму.

США є одним з найбільших виробників комбікормів в 2011 - 2014 рр. Глобальне виробництво комбікормів забезпечує приблизний річний оборот понад 400 мільярдів доларів США. Одним з найбільших виробників азіатських комбікормів є Charoen Pokphand - тайська компанія, яка виробляє 18 млн. тонн комбікормів в різних місцях Східної Азії. Світове виробництво комбікормів у 2018 році досягло 1 млрд. тонн. В Україні виробництво комбікормів є важливою галуззю сільськогосподарської продукції, яка постійно розвивається [1, 2].

Одним із індикаторів, що характеризує продовольчу безпеку держави, є показник забезпечення раціональної норми споживання населенням України основними продуктами харчування, в тому числі м'ясом. В 1990 році Україна реалізовувала обсяги виробництва м'яса на рівні світових стандартів (82,4 кг на особу в рік). За даними «ПроАгро», в січні-жовтні 2012 року Україна експортувала 78,9 тис. тонн комбікормів на \$ 145,1 млн. Їх імпорт за цей період склав 4,5 тис. тонн. В Україні, в основному, імпортуються кормові добавки, премікси і кормосуміші з Європи та Китаю.

Лідерами виробництва комбікормів в Україні на 2015-2017 роки є Київська (25-30 %), Черкаська (15-19 %), Дніпропетровська (12...15 %) області. Лідерами ринку з 2012 по 2016 роках, були ТОВ «Катеринопільський елеватор», ВАТ «Миронівський ККЗ», ТОВ «Комплекс Агромарс», ТОВ «Таврійський комбікормовий завод», ТОВ «Бориспільський ЕКЗ». Частка ринку інших виробників комбікорму понад 60 % [2].

Останні роки спостерігалось збільшення попиту на тваринницьку продукцію (м'ясо, молоко та рибу). Як правило, спостерігається зростання виробництва, особливо в країнах, що розвиваються, при цьому розвинений світ залишається більш-менш стабільним. Продовольча та сільськогосподарська база Організації Об'єднаних Націй вважає, що до 2050 року попит на продукти харчування зросте на 60%, що виробництво тваринницької продукції у 2010...2050 роках зросте приблизно на 1,7 % на рік, причому прогнозоване зростання виробництва м'яса майже на 70 %, виробництва молока на 55 %, аквакультури на 90 % [3].

Сучасний етап розвитку комбікормової промисловості характеризується інтенсифікацією технологічних процесів, направлених, в першу чергу, на підвищення якості та розширення асортименту готової продукції відповідно до потреб різних видів тварин та птиці. Досягнення науки і практики у племінній роботі та застосування високоякісних комбікормів забезпечили різке збільшення продуктивності тварин. Так, за останні десятиріччя виведені нові породи, гібриди і кроси тварин і птиці, вирощування яких без застосування комбікормів неможливо [3].

Актуальність проблеми. Одним із важливих стратегічних пріоритетів сільськогосподарського виробництва є забезпечення населення високоякісними, безпечними продуктами харчування. Водночас суттєво зросли вимоги до якості комбікормів.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

Проблеми пошуку шляхів або технологій, які б задовольнили зменшення питомих витрат електроенергії, при виробленні комбікормової продукції на всіх етапах виробництва комбікормової продукції є актуальними.

Вагомим та невід'ємним процесом при виробництві комбікормів є процес гранулювання комбікормової продукції, але водночас це один з найбільш енергоємних та витратних процесів.

Стає питання по розробці методів, способів, режимів або технологій, які б задовольнили зменшення питомих витрат електроенергії при виробленні комбікормової продукції. Також існує проблема, що при застосуванні традиційної технології гранулювання комбікормів вихід крупки гранул є невисоким у процентному значенні (не більше 70 %), що призводить до повторного гранулювання продукту мучнистої фракції комбікорму, що також збільшує питомі витрати електроенергії при гранулюванні комбікормів.

Гранулювання – це процес термопластичної дифузії дрібнодисперсного сипучого матеріалу в щільні гранули відповідної форми і розмірів. Іншими словами, при фізичному наданні певного тиску преса-гранулятора, відбувається зовнішнє ущільнення матеріалу за рахунок зменшення порожнин між частинками. Потім ущільнюються і деформуються самі частинки, і між ними виникає молекулярне зчеплення. Високий тиск в кінці процесу пресування призводить до переходу пружних деформацій частинок в пластичні, внаслідок чого структура гранули зміцнюється і зберігається задана їй форма.

Технологія гранулювання почала розвиватися в 1950...1960-і роки, що пройшла період бурхливого розвитку в 70-ті роки. З 2010 - 2012 рр. частка виробництва гранульованих комбікормів зросла до 70...80 % (якщо врахувати країни Західної Європи, наприклад, Нідерланди, то до 90...95 % - великі комбікормові заводи).

Грануляція дозволяє забезпечити стабільну однорідність комбікормів, поліпшити санітарні та гігієнічні параметри, підвищити поживну цінність, збільшити термін зберігання; компоненти комбікорму не піддаються самосортванню; втрати комбікорму зменшуються під час транспортування та зберігання, підвищується ефективність використання зернохвищ, силосів, складів, тощо.

Крупка, отримана шляхом подрібнення гранул, згодовується молодняку сільськогосподарських тварин. Вона, як правило, не тверда, не травмує шлунок тварин; такий продукт не утворює пилу і тим самим не викликає налипання на органи травлення і дихання, зберігає стабільність і стійкість при транспортуванні.

Щоб досягти високих показників ефективності процесу гранулювання, фахівці оперують цими факторами:

- фізико-хімічні властивості розсипного комбікорму (дана група факторів об'єднує властивості компонентів комбікорму, які впливають на ефективність процесу); До першої групи факторів слід віднести масовий вміст вологи у комбікормовій продукції, об'ємну масу, її стан, хімічний склад, структуру, та інше.

- конструктивно-кінематичні фактори (обумовлені в основному особливостями технологічного і допоміжного обладнання); До другої групи відносять геометричну форму робочих органів, стан поверхні, зазор, частоту обертання та кількість шнека, тривалість обробки, тощо.

- технологічні чинники (обумовлені технологією підготовки компонентів і самою технологією гранулювання); До третьої групи факторів відносять об'єм виділеної вологи, спосіб її підведення (пара чи вода), температура обробки, надлишковий тиск в робочій зоні гранулятора, діаметри отвору матриці [4].

Традиційний процес приготування комбікормів включає наступні технологічні процеси (рис. 1), як очищення компонентів зернової і білкової сировини при прийманні сировини, попереднє подрібнення компонентів, зважування - дозування, змішування готової суміші компонентів, отримання розсипного комбікорму. Розсипний комбікорм проходить етап зволоження з наступним гранулюванням, сушінням або охолодженням гранул.

Як у будь-якого технологічного процесу є свої недоліки, так і у технологічного процесу гранулювання є ряд недоліків, які потребують усунення. Серед основних недоліків використання даного процесу можна виділити наступні: можливий розпад термолабільних вітамінів (С до 25...30 %) та термолабільних вітамінів (А до 30 % Е, К до 15 %).

Додаткове встановлення сушарки для висушування гранул, додаткові витрати на придбання допоміжного обладнання гранул (наприклад встановлення попереднього кондиціонера, зволожувача або експандера), додатковий штат для обслуговування обладнання. Але ці капітальні вкладення з часом окупаються. При традиційній технології гранулювання вихід крупки є невисоким у процентному значенні (не більше 70%), що призводить до повторного гранулювання продукту мучнистої фракції, що само по собі, збільшує питомі витрати електроенергії на процес. Тобто основним недоліком є високі питомі витрати електроенергії на проведення даного процесу. Існуючі вітчизняні технологічні лінії з гранулювання і

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

брикетування комбікормів мають порівняно високу продуктивність і, в той же час, високу енергоємність отримання гранульованих і брикетованих комбікормів [5, 6].

Одним з важливих цілеспрямованих шляхів вдосконалення процесу гранулювання є розробка нових технологій гранулювання, з використанням вже існуючого обладнання, але змінюючи при цьому саму структуру технології.

Для реалізації завдань комбікормового виробництва дуже важливо, щоб комбікорми були збалансовані за поживністю, вмістом поживної, амінокислотним складом, для безпечного і якісного годування молодняка сільськогосподарської птиці.

На основі проведеного літературного і патентного оглядів слід сказати, що розробка технології по удосконаленню процесу гранулювання не тільки покращить поживну та санітарну якість комбікормової продукції, але і підвищить продуктивну дію комбікормової продукції та зменшить питомі витрати електроенергії.

Таким чином, виникла необхідність пошуку нової ефективної концепції зміни в структурі існуючої технології гранулювання комбікормової продукції, для її комплексного удосконалення, для вирішення розглянутих проблем.

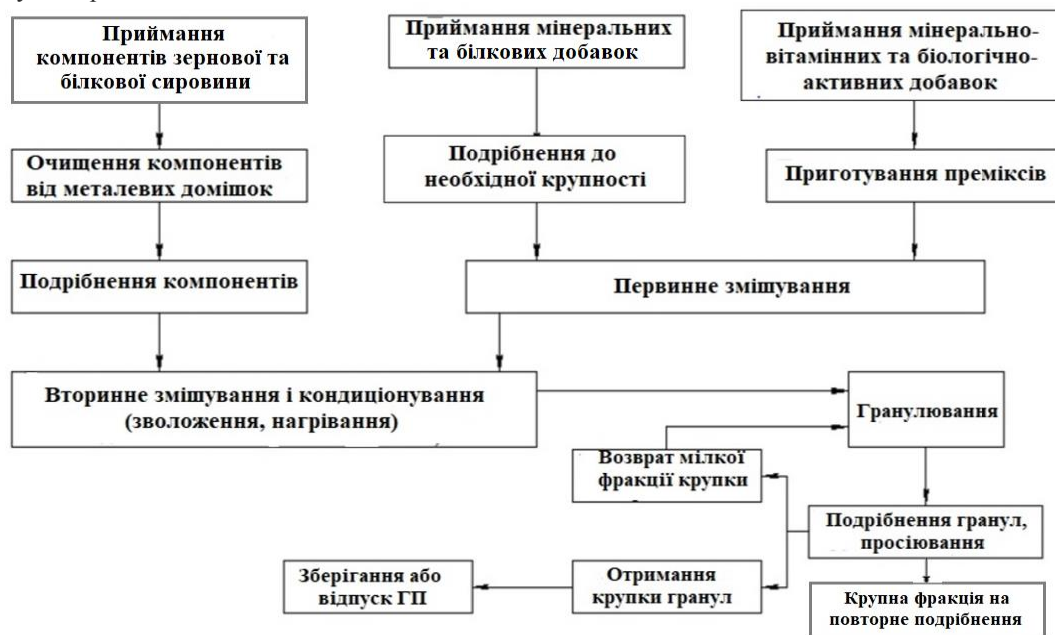


Рис. 1 - Структурна схема традиційної технології виробництва гранульованих комбікормів з отриманням крупки гранул

Мета дослідження. Метою роботи є зниження питомих витрат електроенергії на виробництво гранульованих комбікормів у вигляді крупки.

Предмет дослідження – комбікормова сировина, гранульований комбікорм, експандат, крупка гранул, крупка експандату.

Об'єкт дослідження – технологічний процес гранулювання, експандування, технологічні процеси отримання кормової гранульованої крупки та крупки експандату.

Для досягнення поставленої мети визначені завдання дослідження:

- провести аналіз літературних і патентних джерел інформації та здійснити вибір показників якості гранульованих комбікормів;
- розробити удосконалену технологію гранулювання при виробництві комбікормів у вигляді крупки гранул та крупки експандату.

Первинні результати досліджень. Останнім часом приділяють увагу способам попереднього зволоження і експандування розсипних комбікормів перед їх гранулюванням. Така технологія передбачає, що підготовлений розсипний комбікорм спочатку потрапляє у кондиціонер, де зволожується і набуває більш структурно-механічних властивостей. Здійснюється часткова денатурація білка, що спричиняє за собою підвищення перетравності протеїну, а також желатинізація крохмалю та деструкція целюлозно-лігнінових комплексів, що значно збільшує кормову цінність і засвоєння поживних речовин.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

Далі комбікорм потрапляє в експандер. У експандері під впливом високого тиску і температури відбуваються структурно-механічні та хімічні зміни продукту, здійснюється практично повне знищення грибової і бактеріальної мікрофлори, поліпшуються санітарно-гігієнічні властивості.

При проведенні попередньої водно-теплової обробки не зношується пресуюча матриця прес-гранулятора, а також досягається зменшення питомих витрат електроенергії при проведенні процесу гранулювання.

Хоча термічна обробка часто покращує засвоюваність поживних речовин, застосування тепла може призвести до хімічних реакцій, таких як реакція Майяра між альдегідною групою відновлюваність цукрів і амінокислот, яка значно знижує доступність поживних речовин [1]. Тривалість реакції Майяра зазвичай призводить до розщеплення термолабільних амінокислот, таких як лізин, аргінін і треонін.

Кормові інгредієнти з високим вмістом термолабільних амінокислот, повинні, піддаватися термічній обробці з обережністю. Крім того, відомо, що термічна обробка комбікорму може мати значний вплив на в'язкість, через різну кількість водорозчинних полісахаридів в зерні. Зниження доступності білка може привести до депресивного росту і збільшення смертності у виробництві бройлерів [7].

Саме тому, слід використовувати експандування. Даний процес забезпечить санітарну обробку комбікормів не руйнуючи при цьому вітаміни, і поживні речовини. Процес обробки комбікорму в експандері наступний. В експандері процес пресування обробленої сировини відбувається через щільову матрицю кільцевого типу. Оскільки майже половина поверхні тертя набуває руху під дією окремого приводу, то питомі витрати електроенергії суттєво знижуються. Експандування об'єднує гідротермічний вплив з механічними зусиллями зсуву. Комбікорм піддається короточасній обробці з максимальним часом витримки від 3...6 секунд, температура, при якій подача комбікорму піддається впливу, порівняно вище ніж при гранулюванні і досягає від 80...130 °С. Вологість продукту в експандері становить 16...22 %, Отриманий продукт – експандат має вологість 13...14 %, його температура становить приблизно 85...95 °С. Сам по собі, готовий експандат має вигляд кусків, розмірами від 20...50 мм. [1, 2].

В продукт, який обробляється в експандері, можна добавляти велику кількість рідких компонентів (до 15...20 %), при цьому іноді виникає необхідність сушіння обробленого продукту. При наступному гранулюванні обробленого комбікорму в експандаті, продуктивність преса-гранулятора значно зростає. За даними компанії Amandus KANL (Німеччина) застосування експандерів дозволяє отримувати комбікорми високої санітарної якості.

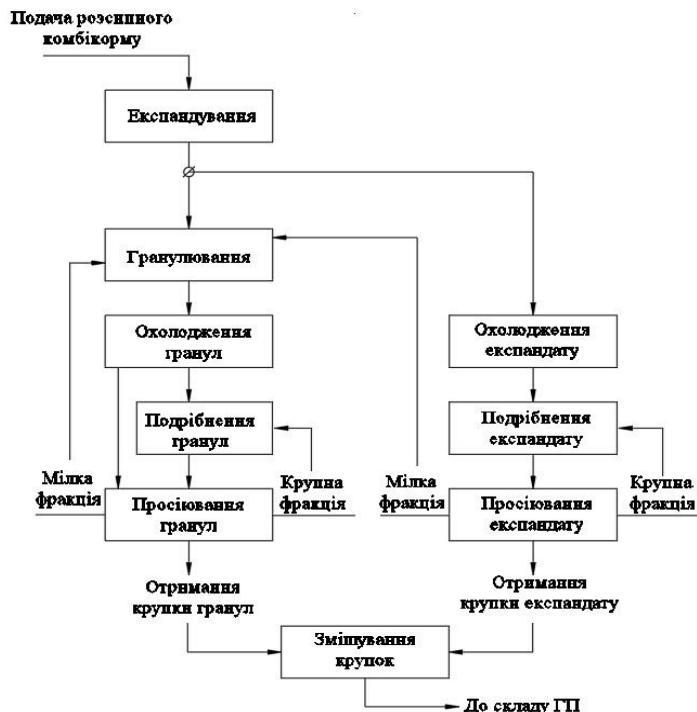


Рис. 2 - Структурна схема лінії гранулювання з попереднім експандуванням і отриманням крупки гранул і експандату

На сьогодні, сучасні, масштабні компанії з виробництва високоякісного технологічного обладнання для комбікормової галузі («Andritz group», Австрія) випускають експандери, що дозволяють отримати експандований структурований комбікорм готовий до згодкування, у вигляді грубого експандату без застосування подальшого процесу гранулювання. Таке технологічне рішення відкриває нові можливості.

На кафедрі технології комбікормів і біопалива ОНАХТ було проведено ряд досліджень, і запропоновано наступне технологічне рішення, що полягає у здійсненні наступних операцій: експандування вихідної сировини, роздільне гранулювання підготовленої сировини, отримання гранул, отримання крупки гранул, часткове отримання експандату, подрібнення експандату, вилучення крупки експандату та її об'єднання з крупкою отриманою з гранульованої мучнистої фракції експандату, отримуючи таким чином суміш крупки гранул та крупки експандату в певних обґрунтованих пропорціях (рис. 2).

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

Спосіб здійснюється в наступному порядку. Готовий розсипний комбікорм обробляють у кондиціонері, де його розігрівають до температури від +50 °С до +85 °С, протягом 5...10 с, та зволожують до вологості 18...22 %. Здійснення такої обробки надає комбікорму термо-пластичних властивостей.

Наступний етап обробки здійснюють із застосуванням експандера. Вологість сировини в експандері складає 16...22 %, а температура від +110 °С до +120 °С. Експандування сировини знищує мікрофлору на його поверхні, що покращує санітарно-гігієнічні, дієтичні та смакові властивості кінцевого комбікорму. Після експандера отримують грубий експандат, у вигляді шматочків розміром від 20 до 50 мм, які мають вологість 13...14 % та температуру 90...95 °С. Частина експандату охолоджується, подрібнюється і просіюється, з отриманням крупки експандату, а частина гранулюється в пресі-грануляторі при стандартних режимах обробки. Величина зазору між внутрішньою поверхнею матриці преса-гранулятора і пресуючим роликком складає 0,3...0,5 мм. Зменшення величини зазору до 0,2 мм знизить довговічність матриці, збільшення до 0,5 мм – знижує міцність отриманих гранул.

У грануляторі під впливом високого тиску і температури відбуваються структурно-механічні та хімічні перетворення продукту, що підвищує ступінь засвоєння тваринами поживних речовин. Оброблений парою комбікорм має вологість 15...18 % і температуру 60...90 °С, тиск пари, як правило становить 0,2...0,5 МПа, витрати пари складають 50...80 кг/т.

Отримані після пресування гранули мають температуру 60...80 °С, їх спрямовують на етап охолодження. Тривалість охолодження становить 300...900 с, в залежності від типу охолоджувача та розмірів гранул. Температура гранул після охолодження не повинна перевищувати температуру оточуючого середовища більше, ніж на 10 °С, а вологість повинна бути не більше 14,5 %. Після здійснення даного етапу отримують охолоджені продукти у вигляді гранул комбікорму, які аналогічно грубому експандату подрібнюють. Подрібнюють продукти на вальцювому подрібнювачі, застосовуючи наступні режими: кількість рифлів 2,0...2,8 на 1 см поверхні вальця; зазор між вальцями 0,1 до 0,2 мм. Далі продукти подрібнення (крупку експандату та гранульовану крупку) просіюють на окремих просіювачах для контролю кількості продуктів. Продукти подрібнення відправляють в просіювальну машину, в якій установлюють два сита: верхнє – № 30. Схід з верхнього сита спрямовують на повторне подрібнення. Нижнє сито в просіювачі установлюють № 10. Проходом даного сита отримують мучнисту фракцію, яку відправляють на повторне гранулювання. Проходом верхнього і сходом з нижнього сита в просіювачі вилучають комбікормову крупку.

Надалі, при проведенні майбутніх наукових досліджень, планується визначити повний фізико-хімічний склад крупок. Фізико-технологічні властивості крупок планується оцінювати за такими показниками, як масова частка вологи, об'ємна маса, сипкість, кут природного укосу, модуль крупності, ступінь декстринізації крохмалю та індекс розширення експандату. Відповідно до стандартних методів і методик, які рекомендовані для наукових досліджень.

Попередньо передбачається, за літературними даними [1], крупки мають приблизно однаковий фізико-хімічний склад в основних показниках і кормову цінність, тому їх об'єднують та таким чином підвищують загальний вихід готової продукції, тобто крупки.

Запропонований спосіб забезпечує можливість отримання нового комбікормового продукту – суміші крупок.

Проведений енергетичний аудит базової (традиційної) та удосконаленої технології гранулювання комбікормової продукції з отриманням крупки гранул та крупки експандату, показав, те що технологія є енергоефективною та економічно доцільною, у порівнянні з традиційною технологією гранулювання, оскільки відбувається загальна економія паливно-енергетичних ресурсів на лінію приблизно 7,5...8,2 кВт/год.

Висновки. Сьогодні більше, ніж будь-коли, гранулювання є важливим кроком у загальному виробничому процесі сільськогосподарського виробництва. Завдяки прогресу у виробництві технології комбікормів для сільськогосподарських тварин, зниженню споживання питомих витрат електроенергії та підвищенню доступності автоматизації, існує безліч економічно вигідних рішень для зменшення витрат на електроенергію.

Удосконалення технології гранулювання комбікормів поліпшить поживну і санітарну якість комбікормів; забезпечить зниження питомих витрат електроенергії при виробництві гранульованих комбікормів; збільшення виходу готової продукції – крупки гранул та крупки експандату.

Узагальнення проведених аналітичних та експериментальних досліджень дозволило розробити удосконалену технологію гранулювання у вигляді суміші крупок, яка дозволить збільшити випуск готової продукції та зекономити паливноенергетичні ресурси.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ
ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК**

При традиційній технології гранулювання розсипного комбікорму, вихід крупки складає до 70 %. В результаті застосування удосконаленої технології гранулювання, за запропонованим способом загальний вихід готової продукції – суміші крупок, склав близько 85 %.

Крім того, при проведенні попереднього енергетичного аудиту, було доведено, що загальне споживання питомих витрат електроенергії всієї лінії грануляції в цілому зменшується до 7,5...8,2 кВт/год на тону, що зменшує енергоємність виробництва на 15...20 %.

Отже слід зробити висновок, що удосконалення технології процесів водно-теплової обробки, а саме технології гранулювання комбікормової продукції, є актуальними проблемами для комбікормової галузі на сьогоднішній час, і потребують подальших рішень.

Для реалізації завдань комбікормового виробництва дуже важливо, щоб комбікорми були збалансовані за поживністю, вмістом поживної енергії, амінокислотним складом, для безпечного і якісного годування молодняка сільськогосподарської птиці.

Література

1. Єгоров Б.В. Технологія виробництва комбікормів : підручник для студентів вищих навчальних закладів . Одеса, 2011. 448 с.
2. Process technologies, equipment, plants, and systems // ANDRITZ: [Website]. 2019. URL: <https://www.andritz.com/group-en> (viewed on: 10.12.2018).
3. IFIF represents and promotes the global feed industry // The International Feed Industry Federation (IFIF) : [Website]. 2019. URL: <https://ifif.org/> (viewed on: 25.12.2019).
4. Єгоров Б.В., Батієвська Н.О. Способи зменшення споживання енергії у виробництві комбікормів // Тези доповідей Академічної конференції викладачів Академії . 2017. Вип. 77. С. 14 - 16.
5. Єгоров Б.В., Батієвська Н.О. Гранулювання - запорука прибутковості виробництва // Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів. 2017. Вип. 1. С. 29 - 30.
6. Єгоров Б.В., Батієвська Н.О. Удосконалення технології гранулювання при виробництві комбікормів, шляхи зниження енерговитрат // Тези доповідей Академічної конференції викладачів Академії . 2018. Т. 1, вип. 78. С. 19 - 20.
7. Yegorov B.V., Batievskaya N.O. Application of granulation technology in various industries // Зернові продукти і комбікорми . 2017. Вип. 3. С. 33 - 38.

References

1. Yehorov, B. V. (2011). *Tekhnolohiia vyrobnytstva kombikormiv*, 448.
2. Process technologies, equipment, plants, and systems // ANDRITZ: [Website]. 2019. URL: <https://www.andritz.com/group-en> (viewed on: 10.12.2018).
3. IFIF represents and promotes the global feed industry // The International Feed Industry Federation (IFIF) : [Website]. 2019. URL: <https://ifif.org/> (viewed on: 25.12.2019).
4. Yehorov, V. V. (2017). *Sposoby zmenshennia spozhyvannia enerhii u vyrobnytstvi kombikormiv. Tezy dopovidei Akademichnoi konferentsii vykladachiv Akademii* Odessa, 14 - 16.
5. Yehorov, B.V., Batiievskaya, N. O. (2017). *Hranuliuvannia zaporuka prybutkovosti vyrobnytstva // Zbirnyk naukovykh prats molodykh uchenykh, aspirantiv ta studentiv*, 1. 29 - 30.
6. Yehorov, B. V., Batiievskaya, N. O. (2018). *Udoskonalennia tekhnolohii hranuliuvannia pry vyrobnytstvi kombikormiv, shliakhy nyzhennia enerhovytat. Tezy dopovidei Akademichnoi konferentsii vykladachiv Akademii*, (78), 19 - 20.
7. Yegorov, B., & Batievskaya, N. (2017). Application of granulation technology in various industries. *Зернові продукти і комбікорми*, 17(3), 33 - 38.

Cite as

Єгоров Б.В., Батієвська Н.О. Технологічна ефективність удосконалення технології гранулювання комбікормів // Наук. пр. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2018. Т. 82, вип. 2. С. 10 – 16.

Отримано в редакцію 14.09.2018
Прийнято до друку 25.10.2018

Received 14.09.2018
Approved 25.10.2018