



ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСТРУДУВАННЯ КОМБІКОРМІВ ІЗ ВМІСТОМ ВОЛОГИХ КОРМОВИХ ТРАВ (частина 1)

В даній статті проаналізовано фактори, що впливають на ефективність процесу екструзії, надані певні практичні рекомендації режимів екструзії комбікормів із включенням вологих кормових трав.

Ключові слова: екструзія, теплова обробка, комбікорм, оптимізація, режим, вологість, продуктивність, каротин, енергоємність.

This paper analyzes the factors that influence the effectiveness of the extruding provided some practical guidance modes extrusion animal feed with the inclusion of wet forage grasses.

Keywords: extrusion, thermal processing, feed, optimization mode, humidity, performance ca-rotyn, energy.

Екструзія, відоме ще з 60-х років минулого сторіччя, нині переживає еру розквіту. Екструдери получили розповсюдження та застосування для виготовлення багатьох продуктів харчування – макаронні вироби, сухі сніданки, у тому числі зірочки, подушечки з різними наповнювачами, зернові палички, напівфабрикати (соєві текстурати, модифікований крохмаль), тощо. В комбікормовому виробництві цьому процесу також приділяють все більше уваги. Розвиток знань в галузі екструзії дозволяє заново глянути на кормові засоби, які через свої недоліки (низька поживність та перетравність поживних речовин, висока вологість, незадовільні технологічні властивості, санітарний стан тощо) раніш не розглядалися у якості компонентів комбікормової продукції – відходи переробки риби, м'яса, після спиртова барда, соняшникове, рисове та соєве лушпиння, солома злакових та бобових культур, гарбуз, картопля, кормові трави та ін.

Як відомо, екструзією називають технологічний процес видавлювання джгутів продукту скрізь формуючий отвір матриці з метою отримання виробів заданої форми та поліпшеними фізико-механічними властивостями [1, 2]. Суть його полягає у перетворенні механічної енергії, яка виникає при переміщенні вологого матеріалу через прес, в тепло завдяки подоланню внутрішнього тертя та пластичній деформації, і тим самим підвищенні тиску в машині; та у «декомпресійному шоку», який виникає на виході сировини із екструдера при різкому перепаді тиску та температури через випаровування вологи.

Під дією цих процесів при екструзії полімери продукту піддаються фазовим перетворенням. Внаслідок набуття еластичності в зоні стиску відбувається руйнування клітинної структури та текстури, часткове руйнування целюлозо-лігнінового комплексу. В зоні гомогенізації продукт набуває в'язко-текучого стану, завдяки чому розтягуються та перебудовуються полімери та розширюються маси: білки денатурують, крохмаль та клітковина піддаються деструкції та декстринізації. В останній зоні екструдера ці процеси завершуються [3]. В ході реалізації цього процесу за рахунок фазових перетворень не тільки ліквідуються майже всі «недоліки» малоцінної сировини, але й майже повністю розкривається за-

кладений в них кормовий потенціал, покращується санітарний стан. Тому екструзія робить означені кормові засоби потенційно придатними для використання в у складі комбікормової продукції та необмежено розширює запаси сировинної бази, оскільки ці малоцінні корми є побічними продуктами та відходами переробки харчових підприємств.

Екструзія є одним з самих енергоємних процесів як в харчовій, так і комбікормовій промисловості, що надважливо в умовах подорожчання та дефіциту енергоресурсів. Однак, рекомендації щодо режимів процесу в комбікормовому виробництві для інших видів сировини, крім зернових, знаходяться у стадії розробки. У спеціальній літературі відсутні дані про оптимальні режими екструзії як кормових трав, так і комбікормів із їх включенням. Відомі режими екструзії зернових застосовувати не можливо внаслідок їх відмінностей як за хімічним складом, так і за фізичними властивостями, особливо масовим вмістом вологи.

Таким чином, мета дослідження полягає в обґрунтуванні оптимальних режимів екструзії комбікормів-концентратів з включенням кормових трав. Об'єктом дослідження виступає процес екструзії, на ефективність якого впливають фактори, які незалежно від фізико-хімічної сутності поділяємо на 4 групи: параметри управління, збурень, контролю та стану об'єкта [4, 5]. Екструзія дослідних зразків здійснювали в ОНАХТ на кафедрі Технології комбікормів і біопалива за допомогою виробничого прес-екструдера марки ЕЗ-150.

Звичайно, при детальному вивченні процесу екструзії до першої групи факторів відносять деякі конструктивно-кінематичні параметри пресу, виходячи з того, що ні рецептуру, ні хімічний склад комбікорму-концентрату та його фізичні властивості змінювати немає потреби. Таким чином, до параметрів збурень, тобто факторів, які не доцільно використовувати в якості факторів управління, віднесемо: коефіцієнти внутрішнього та зовнішнього тертя комбікорму, неоднорідність розподілу в кормових травах масової частки вологи та каротину, геометричні розміри робочого органу преса – шнека, частоту обертання шнека, s^{-1} ; діаметр отвору матриці, мм, та матеріал; фізичні властивості розсипного комбікорму;



умови навколишнього середовища – температуру та відносну вологість повітря. Для визначення показників якості (параметрів) процесу необхідно визначити проміжні параметри, що забезпечують їх характеристики: силу електричного струму в приводі екструдера, А; тривалість перебування продукту в екструдері, с; вміст каротину в продукті до та після екструдювання, мг/кг СР; масову частку води комбікорму, %.

Припустимо, що конструктивно-кінематичні параметри преса – незмінні, тоді домінуючий вплив на об'єкт будуть мати сировина та її наступні властивості: кількість люцернової різки, %; довжина люцернової різки, мм; крупність зернової сировини, мм.

У відповідності із поставленою задачею дослідження, формування режимів екструдювання здійснюємо за критеріями оптимізації, які характеризуються: кількісним показником - продуктивністю преса, Q, кг/год, на суху речовину; енергетичним – енергоємністю процесу, $N_{\text{пит}}$, кВт год/кг, якісними показниками – домінуючий – втрати каротину,%. Виходячи з отриманих даних досліджуваних величин всі ці критерії повинні бути оптимізовані таким чином, аби отримувати якомога більшу кількість екструдату за одиницю часу стандартної вологості (не більше 13%) із найменшими втратами каротину та витратами електроенергії.

До факторів, від яких залежить режим роботи преса, віднесено кількість кормових трав з наступних причин. Включення цього виду сировини у діапазоні 10–20 % з початковою вологістю 65–70 % забезпечує середньозважений вміст масової частки води в розсипному комбікормі в межах 16–27 %, тобто відповідає рекомендованому для екструдювання [6]. Звичайно цього рівня води досягають зволоженням продукту паром, що є достатньо дорогою процедурою. Включення ж компонентів із високим вмістом води дозволить уникнути додаткових витрат. Відомо, що вода виконує функцію пароутворення при отриманні екструдату пористої структури, а при „холодному” та „теплому” екструдюванні її кількість визначає температуру процесу [7], оказує домінуючий вплив на продуктивність та енергоємність процесу [8].

Вплив води на ефективність процесу екструдювання вивчали на зразках розсипних комбікормів-концентратів, що містять люцерну синьогібридну із масовою часткою води 65–70% та довжиною частинок 6 мм у діапазоні 10–20%. Крупності розмелу зернової сировини сягали традиційним шляхом, встановлюючи в молотковій дробарці сито з отворами діаметром 3 мм.

Найбільша продуктивність спостерігається у зразка із вмістом трав'яної різки 13–15 % і становить 115–120 кг/год, найменша 83–85 кг/год при вмісті 20% різки, тобто зменшення складає 23–30 % (рис. 1).

Зростання продуктивності у діапазоні 10–15 % різки можна пояснити зменшенням коефіцієнту тертя у зв'язку із зростанням масового вмісту води. Швидке падіння продуктивності після 15 % пояснюється наступним. Екструдювання – це надзвичайно складний технологічний процес, який в собі поєднує протікання багатьох процесів (подрібнення, змішування, гомогенізація та ін.). В I зоні екструдера відбувається за необхідністю доподрібнення частинок продукту, а також остаточне надання однорідності розподілу компонентів суміші по її масі, що нерідко викликає її заворот. Цей процес набуває сили, оскільки усі сипкі компоненти комбікормів значно відрізняються за фізичними властивостями від кормових трав, особливо вологістю. В II та III зонах екструдера продукт піддається гомогенізації. Тобто у даному випадку відбувається одночасно рівномірний перерозподіл води між адсорбентами та перехід у в'язко-текучий стан. Описані процеси, домінуючи над рештою, в ході екструдювання призводять до зменшення продуктивності при вмісті кормових трав в комбікормі понад 15 %.

Результати дослідження впливу води на питомі енерговитрати виявили (рис. 2), що у межах 13–15 % вмісту різки спостерігаються майже сталі значення питомих витрат електроенергії на рівні 30–32 кВт год/т. Далі, із збільшенням вмісту кормових трав витрати швидко зростають та при рівні 20 % становлять майже 44 кВт год/т, тобто збільшуються на половину.

Від вмісту масової частки води залежать не тільки умови протікання технологічного процесу, але й фізичні властивості та якість екструдату. Підвищення води матеріалу приводить до зниження температури екструдювання, що позитивно впливає на вміст термолабільних сполук, особливо таких як каротин, груп вітамінів та ін. Це пояснюється тим, що

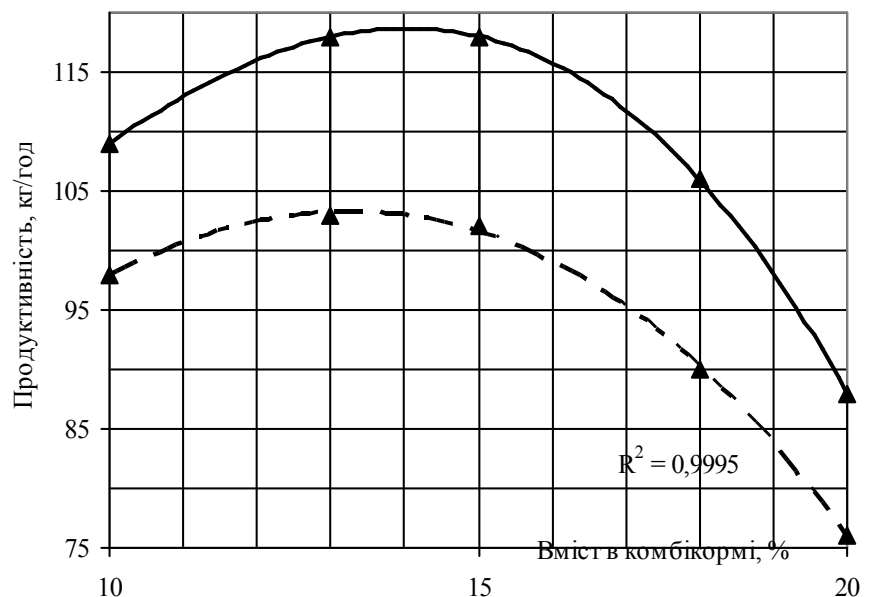


Рис. 1. Залежність продуктивності екструдера від вмісту кормових трав у виразі:

— при фактичній вологості; - - на суху речовину



підвищення температури продукту при „холодному” та „теплому” екструдуванні відбувається за рахунок

пошарового змішування та внутрішнього перетворення механічної енергії тертя у теплову. Що підтверджують дані експериментальних досліджень (рис. 3). Дійсно, із зростанням рівня вологи, яке відповідає коливанню з 10 до 15% вмісту трав'яної різки, спостерігаються зменшення втрат каротину з 7,8% до 6,8%. Подальше збільшення вологи викликає зворотне явище: втрати каротину підвищуються та сягають 10%. Це пояснюється наступним. Відомо, що окрім температурного фактору на збереженість каротину впливає тривалість теплової обробки. І хоча температура екструдування при 20% кормових трав зменшується до 80°C, час обробки зростає на 40% у порівнянні зі значенням цього показника для 15%. Тому збереженість каротину складає лише 90%.

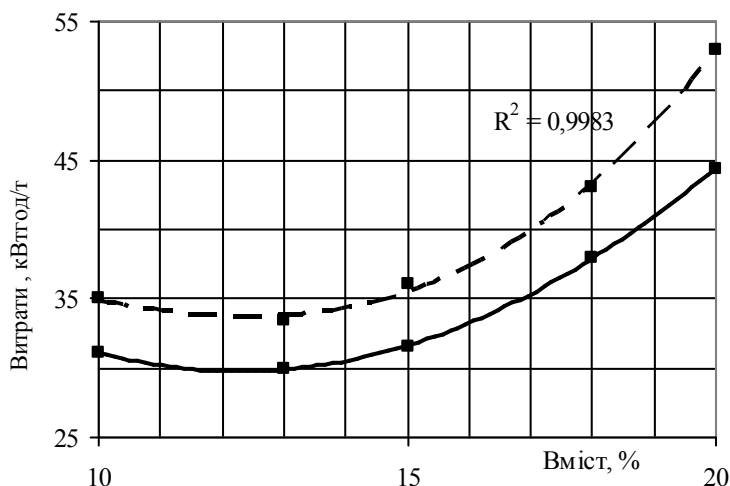


Рис. 2. Залежність питомих витрат електроенергії на екструдування від вмісту кормових трав у виразі:

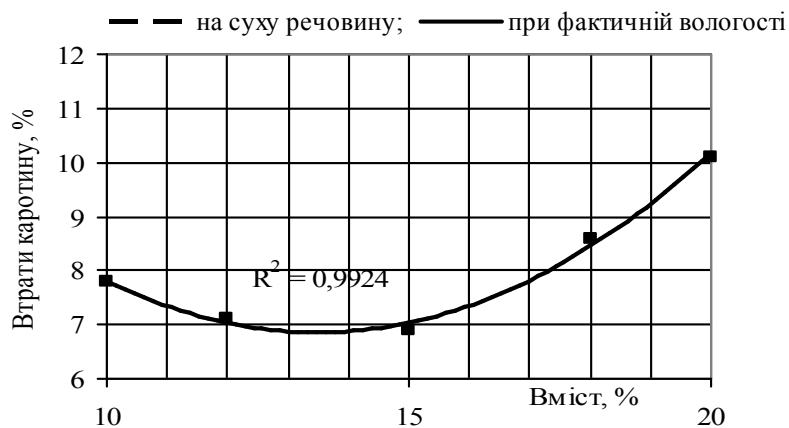


Рис. 3. Залежність втрат каротину в процесі екструдування від вмісту кормових трав

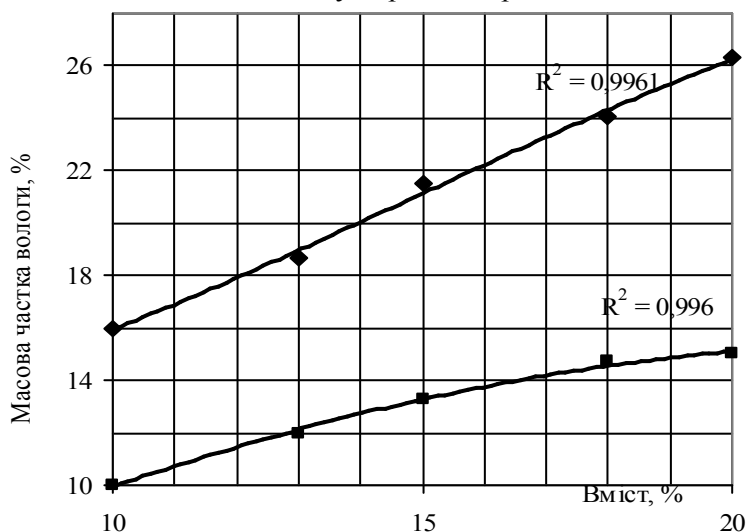


Рис. 4. Залежність масової частки вологи від вмісту кормових трав в комбікормі:

■ екструдованому; ◆ розсипному

Особливість екструдування, як зазначено раніше, полягає у тому числі в ефективному частковому зневодненні (до 50% масової частки вологи від початкової): при різкому перепаді тиску на виході продукту з екструдера внутрішня енергія вивільняється за рахунок миттєвого випаровування вологи. Екструдування дослідних зразків комбікорму, які на відміну від традиційної технології, набувають підвищеної вологості не шляхом пропарювання або зволоження, а за рахунок сирого компоненту, має певну специфіку. Зрозуміло, що випаровуватись буде:

- волога, поглинена сипкими компонентами в процесі зберігання,
- волога, вивільнена в результаті руйнування клітин рослин та адсорбована сипкими компонентами;
- залишкова волога рослин, що знаходиться у зв'язаному стані. Слід пам'ятати, що частка хімічно зв'язаної у загальному балансі вологи трави складає 5-10% [9].

Максимальне значення масової частки вологи екструдату спостерігається у зразка із вмістом різки 10% і становить 10% (рис. 4); найбільше зневоднення продукту – при вмісті 20% трав'яної різки, так як випарувалося майже 45% від початкової вологи. Однак у цього зразка все одно незадовільна масова частка вологи 15%, яку можна зменшити при подальшому охолодженні.

Таким чином, оптимальними межами включення кормових трав з початковою вологістю 65–70% у складі комбікормів є діапазон 10–15% стосовно ефективності процесу екструдування, що підтверджує максимальний рівень продуктивності 115–120 кг/год, мінімальні питомі енерговитрати 30–32 кВт год/т при стандартній вологості 10–13,5% та незначних втратах каротину 6,8–7,8%.

Продовження в №2 (54) 2014



ЛІТЕРАТУРА

1. Термопластическая экструзия: научные основы технологии, оборудование. Под ред. А.Н. Богатырева, В.П. Юрьева.-М. «Ступень», 1994.-200 с.
2. Касьянов Г.И., Бурцев А.В., Грицких В.А. Технология производства сухих завтраков. Учебно-практическое пособие. Серия "Технология пищевых производств".— Ростов н/Д: "Издательский центр МарТ", 2002. — 96 с.
3. Экструзионная обработка крахмала и крахмалсодержащего сырья / А.И.Жушман, Е.К. Коптелова, Карпов В.Г.// М.: ЦИИНТЭИ Пищепром, серия Крахмало-паточная промышленность, Вып. 3, 1980. — 36 с.
4. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов/ К. Хартман, Э. Лецкий, В. Шефер. — Под ред. Э.К. Лецкого. — М.: Мир, 1977. — 552 с.
5. Остапчук Н.В. Оптимизация технологических процессов на зерноперерабатывающих предприятиях. — М.: Колос, 1974. — 144 с.
6. Применение экструзии при производстве диетических продуктов, обогащенных пищевыми волокнами / О.Е. Павловская, Л.Ф. Голвяница, Л.Г. Винникова, и др.// Обзор. Информ. МСХ Рос. федер. АгроНИИТЭИПП. Пищ. пром-сть. Серия „Кондитерская пром-сть”. - 1992. — Вып. 2. — 20 с.
7. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи по курсу „Учбово-дослідна робота студентів” для студентів, які навчаються за навчальним планом спеціальності 7.091701 денної форми навчання (російською мовою) // Б.В. Єгоров, А.О. Кочетова, та ін./ За ред. Б.В. Єгорова — Одеса: ОНАХТ, 2004. — 42 с.
8. В.Г. Коротков, В.Ю. Полищук, Д.А. Мусиенко Влияние влажности и высоты фильтры на процесс экструдирования комбикормов. Вестник ОГУ, 2000 г., № 2. — С. 117 — 118.
9. Кучинская З.М. Оборудование для сушки, гранулирования и брикетирования кормов / З.М. Кучинская, В.И. Особов, Ю.Л. Фругер. — М.: Агропромиздат, 1988. — 208 с.

Надійшла 07.03.2014

Адреса для переписки: вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039



УДК 628.1.034.3-021.4:[591.133.14-02.412.1:636.5]

Б.В. ЕГОРОВ, д-р техн. наук, профессор, член-кор. УААН України,
Ю.Я. КУЗЬМЕНКО, аспірант кафедри технології комбікормів і біотоплива
Одеська національна академія пищевих технологій, г. Одеса

КАЧЕСТВО ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И ЕЕ РОЛЬ В СИСТЕМЕ КОРМЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ

Представлены санитарные нормы и требования, которые предъявляются к качеству воды используемой при выращивании птицы. Проанализирована роль качественной воды в кормлении сельскохозяйственной птицы.

Ключевые слова: птица, кормление, вода, комбикорм, показатели качества.

Presented sanitary standards and requirements that apply to the quality of water used for growing birds. The role of quality of water in the feeding of poultry.

Keywords: bird, feeding, water, feed, quality indicators.

Вода для птицы имеет не менее важное значение, чем корм. Потребность птицы в чистой питьевой воде predetermined участием воды в процессах пищеварения и всасывания питательных и биологически активных веществ, деятельностью разных биологических транспортных систем, она также служит физиологическим растворителем, обеспечивая обмен и транспорт питательных веществ, способствует удалению токсических продуктов.

Качество питьевой воды — один из наиболее серьезных факторов риска в современном животноводстве и птицеводстве. Организм животных и птицы на 60 – 70% состоит из воды. Потребность в воде у животных и птицы в два раза больше, чем в кормах, а при разных заболеваниях они раньше отказываются от корма, чем от воды [1].

Потребление питьевой воды птицей зависит от многих факторов: возраста, массы птицы, температуры окружающей среды, физического состояния и химического состава кормов. Организм птицы всегда реагирует на количество и качество воды, которое она потребляет.

Нормативным документом, регламентирующим качество воды в Украине относятся: ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая"; "Гигиенические требования и контроль за качеством"; ГСанПиН 2.2.4.-171-10 "Ги-

гиенические требования к воде питьевой, предназначенной для потребления человеком" и Приказ Минздрава Украины от 23.12.1996 № 383 Об утверждении Государственных санитарных правил и норм "Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения"[2].

Качество воды в широком смысле определяется ее пригодностью для потребления животными, поддержания нормального функционирования организма. Основные факторы, влияющие на качество воды, состоят в следующем:

1. сенсорные (органолептические) свойства, такие как запах и вкус;

2. физико-химические свойства (рН, общее количество растворенных твердых веществ, жесткость и т.д.);

3. химический состав:

- содержание макро- и микроэлементов и наличие токсичных соединений (тяжелые металлы, пестициды, радионуклиды, гербициды, углеводороды и т.д.);

- избыток минеральных веществ или соединений, таких как нитраты, сульфаты натрия, хлориды, фосфаты, карбонаты;

- биологические загрязнения (бактерии, водоросли, вирусы, остаточное количество пестицидов,