

УДК [636.0855-027.332:664.75]:639.3.043

Б.В. ЄГОРОВ, доктор техн. наук, професор, чл.-кор. НААН України, заслужений діяч науки і техніки України, зав. каф. технології комбікормів і біопалива, ректор ОНАХТ
Л.В. ФІГУРСЬКА, асистент кафедри технології комбікормів і біопалива
 Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕКСТРУДОВАНОЇ КОРМОВОЇ СУМІШІ ДЛЯ РИБ

У статті наведена розроблена схема технологічного процесу виробництва екструдованої кормової суміші, виготовлена шляхом екструдування кукурудзи і малоцінної риби, досліджено її фізичні та хімічні показники якості.

Ключові слова: екструдування, екструдат, екструдована кормова суміш, комбікорми для риб, рибна мука, збагачення зернової сировини.

In the article research is resulted in determination of basic chemical and physical indexes of quality of mixture of corn and fish. Important changes which take a place in the process of extrude are considered.

Keywords: extruding, extrudate, forage addition, fish flour, grain's enriching.

Питання білкового забезпечення комбікормів для риб пов'язане, у першу чергу, з обмеженими можливостями використання основних білкових компонентів (дріжджів, макухи і шротів) у рецептах. Головне джерело білків у комбікормах для риб – рибна мука, дорогий компонент, на сьогодні виключно імпортований в Україну. Тому зменшення її кількості у рецептах комбікормів для риб – актуальне завдання промисловості.

До переваг використання рибної муки відносять те, що рибний протеїн має найвищу концентрацію незамінних амінокислот серед усіх відомих азотистих з'єднань тваринного походження; він максимально наближений (92...95 %) до співвідношення амінокислот білка курячого яйця згідно ФАО ВОЗ; у складі рибних кормових продуктів є потужний неіндифікований фактор росту, ефект якого встановлений, але його біологічна природа не визначена. Рибну муку вводять до складу комбікорму для балансування рецептур не лише за вмістом сирого протеїну, а й амінокислотного і жирокислотного складу (важливе джерело ω-3 жирних кислот), рівня кальцію і фосфору, обмінної енергії та вітамінів [1, 2]. Рибну муку виготовляють з будь-яких морепродуктів, але, як правило, її виготовляють з малоцінної риби, яка містить високий відсоток кісток і жиру, і, як правило, вважається непридатною для споживання людиною, а також побічних продуктів або відходів обробки риби.

Актуальною є проблема використання малоцінної риби у кормовиробництві. При вилові риби біля 200 тис. тонн у рік тільки з Чорного моря, 1 % – це некондиційна, мілка, кістлява, пошкоджена риба, малоцінна для харчування людей. Одним з способів утилізації малоцінної риби і високоцінних відходів рибопереробки є переробка у рибомучних установках. При виробництві рибної муки традиційним способом її якість суттєво знижується із-за високотемпературного сушіння (температура не менше 80°C протягом 30 хв), метіонін, аргінін і лізин частково втрачають здатність всмоктуватися в травному тракті, крім того за таких режимів утворюються такі отруйні речовини, як кадоверін, гістамін і гіцерозин, які негативно впливають на травлення [3, 4]. Із-за тривалого зберігання і транспортування в рибній муці може розвиватись патогенна мікрофлора.

Знаючи поживну цінність малоцінної риби, розробка нових і удосконалення існуючих способів вводу малоцінної риби до складу комбікормів для риб без втрати поживності – важливе завдання комбікормової промисловості.

Враховуючи можливість обробки у одношнекових зернових екструдерах суміші вологістю до 25 % [5], нами було запропоновано технологічний спосіб збагачення зерна кукурудзи шляхом екструдування у зерновому екструдері суміші подрібнених до необхідної крупності кукурудзи і малоцінної риби та використання отриманого продукту (екструдованої кормової суміші) у виробництві комбікормів для риб.

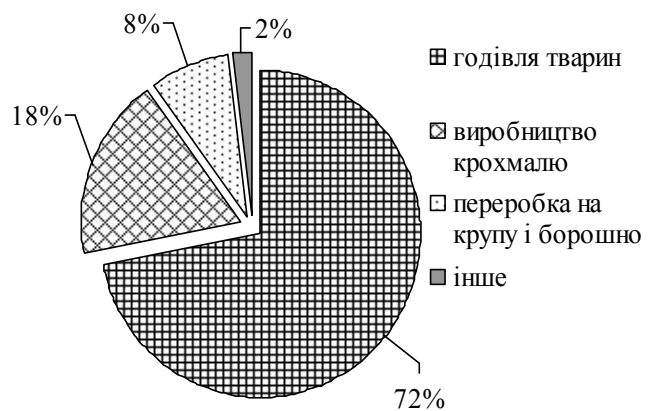


Рис. 1. Розподіл сфер використання зерна кукурудзи у Європі (за даними Maisadour Semences)

У комбікормах для риб до 30% від складу рецепту використовують зернові компоненти. Кукурудза – однорічна рослина родини злакових, цінна кормова, продовольча і технічна культура (рис. 1), найурожайніша зернова культура. Володіючи високою енергетичною поживністю (1424 Дж/100 г), кукурудза містить велику кількість крохмалю, але бідна на протеїн (до 50 % потреби), причому протеїн низької біологічної цінності (низький рівень лізину, метіоніну і триптофану) [6, 7]. Обмежене використання кукурудзи пов'язане саме з низькою біологічною цінністю білка, але кукурудза має позитивний вплив на колір філе риби, із-за наявності каротиноїдів, також володіє найкращим індексом розширення екструдату



Таблиця 1
Хімічний склад малоцінної риби (n = 3, P ≥ 0,95)

| Показники | Вид риби | | |
|-----------------------------------|----------|--------|---------------------|
| | Хамса | Кілька | Салака чорноморська |
| Масова частка: вологи, % | 71,20 | 66,32 | 69,00 |
| сирого протеїну, % | 19,10 | 19,43 | 17,41 |
| сирого жиру, % | 5,25 | 12,52 | 5,02 |
| валіну, % | 1,34 | 0,53 | 0,87 |
| лейцину, % | 1,68 | 1,43 | 1,40 |
| лізину, % | 1,49 | 1,86 | 1,60 |
| метіоніну+ цистину, % | 0,80 | 0,95 | 0,64 |
| треоніну, % | 0,76 | 0,97 | 0,70 |
| триптофану, % | 0,22 | 0,22 | 0,21 |
| вітаміну В ₁ , мг/100г | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| вітаміну В ₂ , мг/100г | 0,10 | 0,12 | 0,15 |
| фосфору, мг/100 г | 190,00 | 240,00 | 218,00 |
| кальцію, мг/100 г | 48,00 | 30,00 | 21,00 |

[8]. Найкращу ефективність збагачення кукурудзи можна досягти використовуючи малоцінну рибну сировину, оскільки малоцінна риба багата на такі незамінні амінокислоти як лізин, триптофан і метіонін, які є лімітуючими у комбікормах для риби. Тому збагачення кукурудзи рибним протеїном розширить можливості її використання у комбікормах для риби.

У дослідженні кукурудзу збагачували малоцінною рибою салакою чорноморською. Хімічний склад малоцінної риби представлений у табл. 1.

Збагачення кукурудзи малоцінною рибою шляхом екструдуювання суміші зернової сировини і малоцінної риби проводили в ОНАХТ у спеціалізованій лабораторії кафедри технології комбікормів і біопалива на виробничому екструдері ЕЗ-150, який оснащений автоматичною системою збору даних і керування для проведення досліджень процесу екструдуювання і розробки ефективних систем автоматичного керування цим процесом. Система передбачає вимір температур у трьох робочих зонах екструдера, температури поверхні матриці, а також струму навантаження приводу шнека, автоматичне регулювання струму навантаження приводу шнека за рахунок зміни продуктивності живильника й автоматичне регулювання температур у робочих зонах екструдера за рахунок зміни потужності тенів установлених у кожній робочій зоні екструдера. Система складається з датчиків, модулів-перетворювачів сигналів, виконавчих пристроїв і персонального комп'ютера, який є її інтелектуальним ядром.

Для визначення оптимального співвідношення у суміші зерна кукурудзи і малоцінної риби було досліджено вплив введення малоцінної риби на ефективність процесу екструдуювання. Завданням було ввести максимальну кількість малоцінної риби за

умов отримання ЕКС оптимальної якості. Ефективність процесу оцінювали за кількісними, якісними і енергосиловими показниками. У якості кількісного показника визначали продуктивність екструдера, якісного – індекс розширення екструдату, енергосилового – питомі затрати електроенергії на виробництво продукції. Було сформовано 4 зразки сумішей компонентів:

- 1 – введення 8 % малоцінної риби у суміш;
- 2 – введення 10 % малоцінної риби у суміш;
- 3 – введення 12 % малоцінної риби у суміш;
- 4 – введення 14 % малоцінної риби у суміш;
- 5 – введення 16 % малоцінної риби у суміш.

Використання менше 8 % малоцінної риби у суміші недоцільно із-за недостатнього збагачення зернової сировини, більше 16 % – із-за надмірної вологості суміші, при якій не рекомендовано екструдувати у одношнекових екструдерах.

У результаті екструдуювання (рис. 2) масова частка вологи у першому зразку зменшилась на 33,3 % з 14,1 % до 9,4 %, у другому – на 39,3 % з 16,7 % до 10,2 %, третьому – на 39,0 % з 17,2 % до 10,5 %, четвертому – на 30,42 % з 18,98 % до 13,2 %, п'ятому – на 28,4 % з 20,4 % до 14,6 % відповідно.

Відповідно до кривих на рис. 3 продуктивність екструдера зростає зі збільшенням масової частки вологи ЕКС, а питомі енерговитрати зменшуються. Аналіз рис. 4 показує, що зі збільшенням вологості кормової суміші зменшується індекс розширення екструдату. При введенні 8 % малоцінної риби індекс розширення становить 2,5, при вологості 10 % – 2,4, при подальшому збільшенні кількості малоцінної риби індекс розширення ЕКС менший 2,0. Отримані результати досліджень дають можливість зробити висновок, що оптимальним співвідношенням зерна кукурудзи і малоцінної риби у суміші є співвідношення 90:10, яке забезпечує нижчі енерговитрати, вищу продуктивність екструдера і оптимальну якість ЕКС.

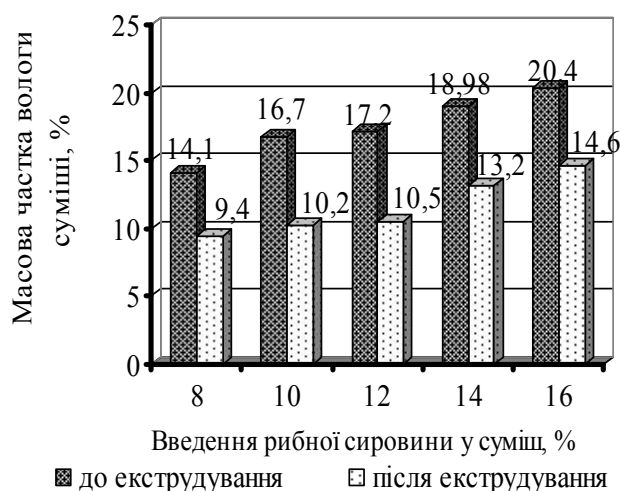


Рис. 2. Зміни вмісту масової частки вологи суміші у процесі екструдуювання у залежності від кількості введення малоцінної риби.

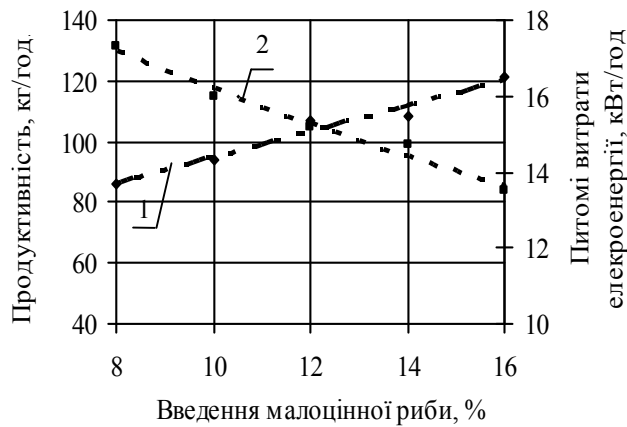


Рис. 3. Залежність продуктивності екструдера (1) та питомих витрат електроенергії (2) від введення малоцінної риби у суміш.

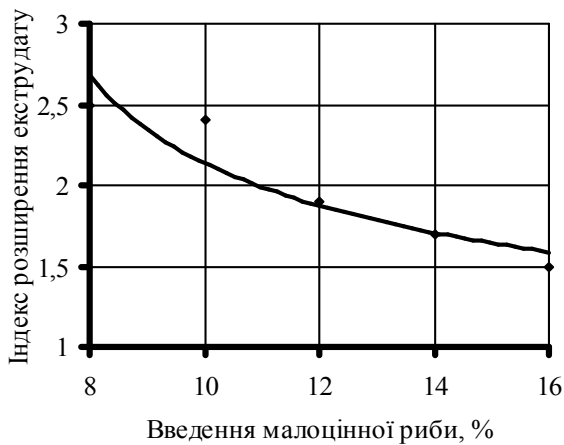


Рис. 4. Зміни індексу розширення екструдату у залежності від введення малоцінної риби у суміш.

У результаті досліджень автоматичною системою керування технологічним процесом екструдвання встановлено режими ведення технологічного процесу екструдвання суміші подрібненого зерна і малоцінної риби: температура продукту на виході з екструдера 110...120°C, тиск у робочій зоні екструдера 2...3 МПа, споживча потужність електродвигуна 4,0...4,5 кВт, діаметр отвору матриці 10 мм.

Базуючись на проведених дослідженнях, запропонований нами спосіб збагачення кукурудзи малоцінною рибою може бути здійснений за допомогою наступної схеми технологічного процесу (рис. 5). В основу технологічної схеми покладено варіант побудови технологічного процесу з формуванням попередньої суміші компонентів. Відповідно до варіанту побудови технологічного процесу передбачені наступні технологічні лінії, які включають операції: підготовка зернової сировини (очищення від домішок зерна, подрібнення зерна, дозування зерна); підготовка малоцінної риби (подрібнення, гомогенізація, дозування); підготовка високооднорідної суміші малоцінної риби та кукурудзи (змішування малоцінної риби та кукурудзи і отримання передсуміші, змішу-

вання передсуміші та залишку кукурудзи); екструдвання кормової суміші кукурудзи та малоцінної риби (обробка суміші компонентів в екструдері, охолодження та подрібнення ЕКС). За розробленою технологією очистку суміші зернової сировини від некортових відходів та металомагнітних домішок проводять у скальператорі марки А1-БЗО (1) і ситоповітряному зерноочисному сепараторі (2) марки А1-БІС-12, у якому встановлено дві ситові рами: верхня – полотно решітне № 100...160, нижня – полотно решітне № 10...14, та на магнітній колонці (3) марки П-100.

Очищене зерно кукурудзи подають у наддробарні бункери (4), далі подрібнюють у молотковій дробарці (5) марки А1-ДМ2Р-22, у якій встановлено сито з отворами \varnothing 3 мм. Дослідженнями провідних учених галузі встановлено, що попереднє подрібнення зернової сировини позитивно впливає на процес екструдвання. Рекомендована крупність сировини 2...3 мм. Разом з тим, надмірне подрібнення і утворення борошністої фракції зерна призводить до клейстеризації і «забивання» екструдера, погіршення органолептичних властивостей екструдату [5, 6].

Подрібнену кукурудзу направляють на дозування в однокомпонентний ваговий дозатор (7) марки АД-50-РКЗ. Для досягнення високої якості готової продукції потрібно використовувати однорідну суміш компонентів. Для отримання однорідної суміші компонентів, необхідно, щоб компоненти у найменшій мірі відрізнялись за фізичними властивостями. Саме тому, для змішування зернової кукурудзи і малоцінної риби потрібно експериментально встановити технологічні режими процесу змішування, тип змішувача та необхідну тривалість змішування суміші, для забезпечення необхідної ступені однорідності кормової суміші.

Малоцінну рибу охолоджену або заморожену у вигляді брикетів у контейнері подають у виробничий корпус. З контейнера (9) транспортером (10) рибну сировину завантажують у вовчок (11), де подрібнюють до необхідної крупності (2...3 мм), після фарш-насосом для в'язких продуктів (12) подають у гомогенізатор Gigomix РПГ-11 (13), суміш подають у бункер з нержавіючої сталі на тензодатчиках (15), далі у фаршмішалку Laska (17), куди через перекидний клапан завантажують і здозовану порцію кукурудзяної крупки для отримання передсуміші. Змішування проводиться протягом 180 с при частоті обертання робочого органу змішувача $n = 1,33 \text{ c}^{-1}$, для рівномірного розподілу компонентів співвідношення кукурудзяної крупки та малоцінної риби 1:1. Передсуміш подають у змішувач періодичної дії з лопатевим перемішувачим пристроєм (18) марки СП-500, куди надходить через перекидний клапан (7) залишок кукурудзяної крупки, змішування триває 120...180 с при частоті обертання робочого органу змішувача $n = 1,33 \text{ c}^{-1}$. Високооднорідну кормову суміш транспортером (19) марки ТСЦ-25 через магнітний сепаратор (20) марки У1-БМЗ подають в прес-екструдер марки Е-250 (22). Екструдвання кормової суміші проводять при наступних режимах: тиск в робочій зоні екструдера 2...3 МПа, споживана потужність електродвигуна 4,0...4,5 кВт, температура продукту

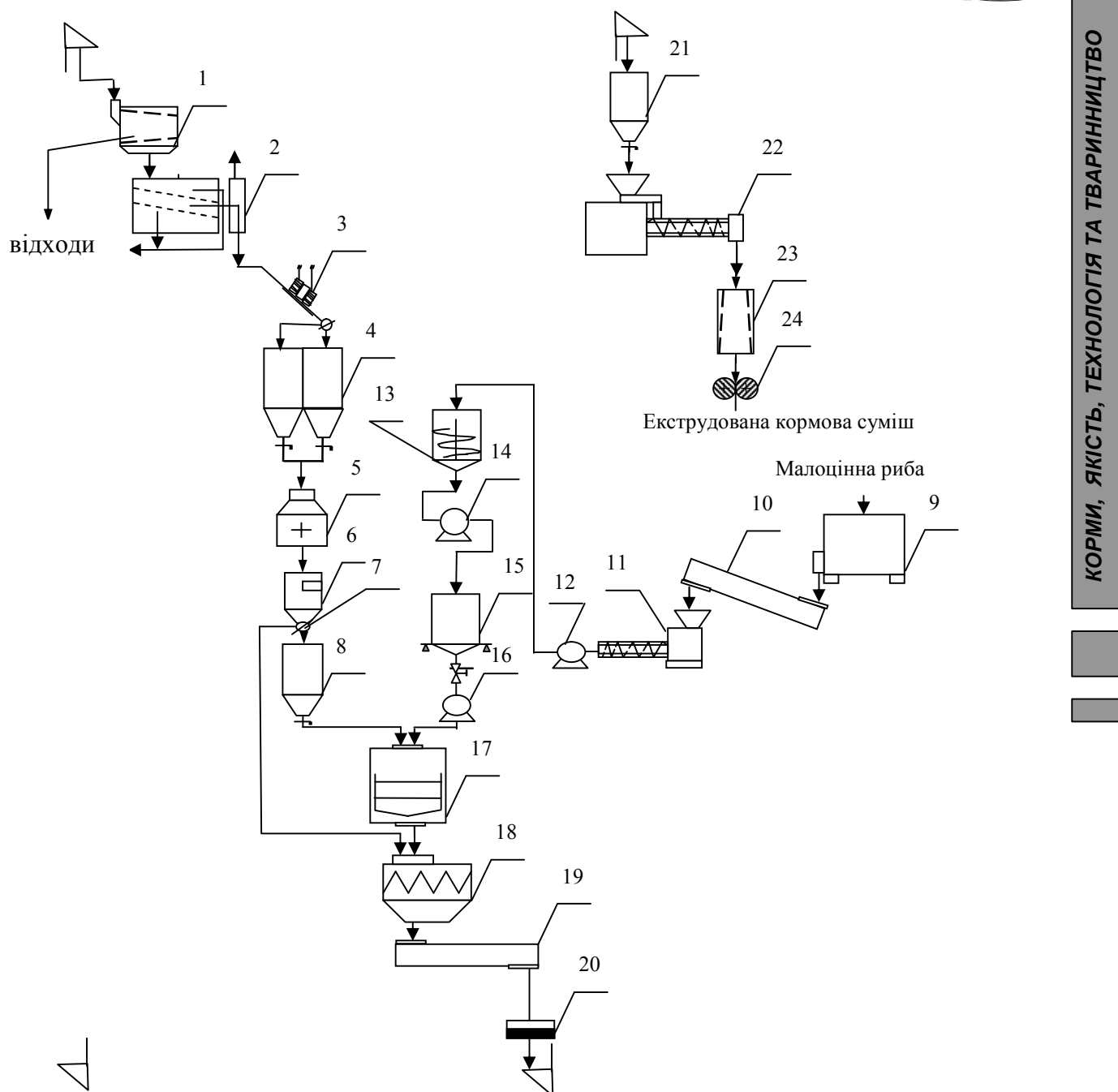


Рис. 5. Принципова технологічна схема виробництва ЕКС:

1 – скальператор А1-БЗО, 2 – ситоповітряний сепаратор А1-БІС-12, 3 – магнітний сепаратор П-100, 4, 8, 21 – бункери, 5 – молоткова дробарка А1-ДМ2Р-22, 6 – ваговий дозатор АД-50-РКЗ, 7 – перекидний клапан, 9 – контейнер з рибною сировиною, 10 – транспортер, 11 – вовчок, 12, 14, 16 – фарш-насос, 13 – гомогенізатор Gigotix РІГ-11, 15 – бункер на тензодатчиках, 17 – фаршмішалка, 18 – змішувач лопатевий СП-500, 19- транспортер ТСЦ-25, 20 – магнітний сепаратор У1-БМЗ, 22 – прес-екструдер Е-250, 23 – охолоджувальна колонка Б6-ДГВ –ІІ, 24 – валковий здрібноувач.

на виході з екструдера 110...120 °С, тривалість 60...120 с, діаметр отвору матриці 10 мм.

Гарячий екструдат охолоджують за допомогою вертикального охолоджувача (23) марки Б6-ДГВ-ІІ до температури, яка не перевищує температуру навколишнього середовища більш як на 10 °С. Охолоджений екструдат подрібнюють на валковому здрібноувачі (24) до діаметру частинок 2 мм. Екструдовану кормову суміш подають на пакування або далі у виробництво комбікормів.

Фізичні властивості кормової суміші до екструдювання вказують на належність її до важкосипких компонентів (табл. 2). У процесі екструзії на 35,8 % зменшилась масова частка вологи. Про глибокі структурно-механічні зміни, які відбулися у процесі екструзії свідчить зменшення об'ємної маси кормової суміші на 62,8 %. Індекс розширення екструдату становив 2,4 при діаметрі головки матриці екструдера 10 мм. Низький індекс розширення можна пояснити утворенням у процесі екструдювання амліозо-



ліпідних та білково-ліпідних комплексів, які впливають на декстринізацію крохмалю. Питомі витрати електроенергії на екструдкування суміші становили 16 кВт год/т.

Оцінка біологічної цінності хімічними методами дає змогу оцінити збалансованість добавки і відображає потенціал добавки як джерела харчування (табл. 3). Екструзія – процес термопластичної дифузії з адиабатичним розширенням на виході з екструдера. Вплив екструзії на доступність поживних речовин окремих компонентів неоднозначний (табл. 3). Найбільшої зміни зазнають вуглеводи зернових, що пояснюється високою водоабсорбційною здатністю крохмалю і клітковини [9, 10]. Під час термічної та механічної обробки внаслідок руйнування глюкозидних зв'язків порушується нативна структура зерен крохмалю, відбувається деструкція великих молекул полісахаридів – амілози і амілопектину. Руйнування цих зв'язків призводить до утворення декстринів з практично однаковим ступенем полімеризації, тому що цей процес залежить від енергії зв'язку молекул глюкозидних залишків. Внаслідок механічної деструкції відбувається розрив ковалентних зв'язків, який має випадковий характер, тому декстрини утворюються з різною кількістю глюкозидних залишків. Руйнування зв'язків між ланцюгами полісахаридів, що входять до складу крохмалю, призводить до порушення його внутрішньої структури [9, 10, 11]. Це полегшує приднання води до –ОН груп, які звільнюються внаслідок такого порушення.

У результаті таких процесів у екструдованій кормовій добавці зменшується вміст цільного крохмалю на 36,9 % (табл. 3), а водорозчинних вуглеводів збільшується у 5,5 рази. Втрати у процесі екструдкування білків становлять 3,1 %, внаслідок процесів дезамінування і маланоїдиноутворення, внаслідок часткового порушення целюлозо-лігнінового комплексу при екструдванні зменшився вміст сирової клітковини на 4,3 %. У результаті часткового розпаду жиру на жирні кислоти, його кількість зменшилась на 2,9 %. Екструдкування не

вплинуло на вміст мінеральних речовин, зменшення вмісту основних вітамінів у процесі екструдкування незначне (до 15,5 %) і відповідає дослідженням інших учених [12]. ЕКС у порівнянні з кукурудзою екструдованою крім білка збагачена вітамінами групи В, фосфором та кальцієм.

Одним з негативних впливів екструдкування є утворення додаткових зв'язків між поліпептидними ланцюгами, вуглеводів білкового походження, агрегація білків та реакція Мейллара, коли бокові

Таблиця 2
Вплив екструдкування на фізичні властивості кормової суміші (n = 3, P ≥ 0,95)

| Показники | Спосіб підготовки | Значення |
|--|----------------------|----------|
| Масова частка вологи, % | без обробки | 15,9 |
| | після екструдкування | 10,2 |
| | зміни, % | -35,8 |
| Кут природного укусу, град. | без обробки | 35 |
| | після екструдкування | 38 |
| | зміни, % | +8,6 |
| Сипкість, см/с | без обробки | 35 |
| | після екструдкування | 22 |
| | зміни, % | -37,1 |
| Об'ємна маса, кг/м ³ | без обробки | 646 |
| | після екструдкування | 240 |
| | зміни, % | -62,8 |
| Індекс розширення екструдату | без обробки | – |
| | після екструдкування | 2,4 |
| Питомі витрати електроенергії, кВт·год/т | | 16,0 |

Таблиця 3
Хімічний екструдованої кукурудзи і кормової суміші (у розрахунку на суху речовину) (n = 3, P ≥ 0,95)

| Показники | Кормова суміш кукурудзи і риби | | Екструдована кукурудза |
|--|--------------------------------|----------------------|------------------------|
| | до екструдкування | після екструдкування | |
| Масова частка: сухих речовин, % | 84,10 | 89,80 | 88,23 |
| сирого протеїну, % | 13,12 | 12,73 | 8,25 |
| сирого жиру, % | 4,19 | 4,07 | 4,05 |
| сирої золи, % | 1,60 | 1,58 | 1,58 |
| сирої клітковини, % | 2,11 | 2,02 | 2,23 |
| водорозчинних вуглеводів, % | 3,70 | 20,50 | 23,56 |
| крохмалю, % | 59,23 | 37,36 | 20,80 |
| фосфору, мг/100 г | 170,00 | 169,00 | 109,00 |
| кальцію, мг/100 г | 8,80 | 8,50 | 21,00 |
| Масова частка вітамінів: В ₁ , мг/100 г | 0,12 | 0,10 | 0,12 |
| В ₂ , мг/100 г | 0,08 | 0,07 | 0,07 |
| Е (токоферолі), ‰ | 2,31 | 2,09 | 2,30 |
| Перетравність білку (in vitro), % | 68,00 | 78,60 | 76,40 |

з'єднання аміногрупи -NH₂- амінокислот вступають у взаємодію з вуглеводами, альдегідами та іншими речовинами [12].

У літературі є дані, що підвищення температури до 100 °С і вище призводить до помітного зниження засвоюваності тваринних білків, у результаті порушення основних ковалентних зв'язків. Дані наших досліджень свідчать, що перетравність білків у результаті теплової обробки зростає. Показником біологічної цінності білків являється перетравність in



Таблиця 4
Амінокислотний склад білків кормової суміші
кукурудзи і малоцінної риби, % від сирого протеїну
Nx6,25, на суху речовину (n = 3, P ≥ 0,95)

| Амінокислоти | | Кормова суміш | |
|--------------|----------------------|------------------|---------------------|
| | | до екструдування | після екструдування |
| Незамінні | Валін | 0,62 | 0,58 |
| | Ізолейцин | 0,47 | 0,43 |
| | Лейцин | 1,59 | 1,49 |
| | Лізин | 0,66 | 0,60 |
| | Метіонін+ цистин | 0,44 | 0,40 |
| | Треонін | 0,39 | 0,34 |
| | Триптофан | 0,12 | 0,11 |
| | Фенілаланін | 0,51 | 0,49 |
| | Разом | 4,80 | 4,44 |
| Замінні | Аргінін | 0,71 | 0,65 |
| | Аланін | 0,91 | 0,85 |
| | Аспарагінова кислота | 1,14 | 1,06 |
| | Гістидин | 0,50 | 0,47 |
| | Гліцин | 0,47 | 0,45 |
| | Глутамінова кислота | 0,92 | 0,90 |
| | Пролін | 0,81 | 0,72 |
| | Серин | 0,61 | 0,54 |
| | Тирозин | 0,42 | 0,35 |
| | Разом | 6,49 | 5,99 |

віtro шляхом перетравлення пепсином. У результаті екструзії перетравність in vitro кормової добавки зростає на 15,6 % (табл. 3).

Зернівка кукурудзи містить два білка: зеїн (дефіцитний по лізину і триптофану) і глютеїн (дефіцитний по метіоніну). При визначенні лімітуючих амінокислот в комбікормах для риб (особливо форелі й коропа) на перше місце частіше інших виходять метіонін і лізин. Питання повноцінності білка за амінокислотним складом надзвичайно важливе. Відомо, що рибна мука, основне джерело повноцінних білків у комбікормах для хижих риб, у процесі виробництва втрачає певну частину незамінних амінокислот [10,

11, 12]. Окремі амінокислоти, особливо цистеїн, гістидин і триптофан, піддаються руйнуванню при упарюванні бульйону при температурі вищій за 100 °С. Негативно впливають високі температури сушіння рибної муки на лізин, ізолейцин, треонін. З усіх амінокислот найважливіше значення має лізин, який вирізняється високою чутливістю до подразнюючих факторів (високих температур, умов і тривалості зберігання компонентів, дії отрут) у результаті чого у подальшому важче проходить його відщеплення під дією травних ферментів, що пов'язано з особливістю будови молекули лізину, яка має дві аміногрупи. Її аміногрупа звичайно вільна і легко вступає під впливом факторів у зв'язок з різними з'єднаннями, від чого при потраплянні до травного тракту змінюється контакт білка з протеолітичними ферментами (трипсином) і ступінь доступності амінокислоти знижується. Тому з білка корму може не використовуватися 10-30 % лізину, а при термічній обробці і 50-60 %. Питання доступності лізину і метіоніну має практичне значення, так як їх часто додають у комбікорми для риб. Дослідження амінокислотного складу екструдованої кормової суміші (табл. 4) дає змогу проаналізувати вплив екструдування на амінокислотний склад кормової добавки. З даних можна відзначити, що у результаті екструдування рослинну сировину збагатили незамінними амінокислотами, особливо лізином, метіоніном і триптофаном, втрати амінокислот у процесі теплової обробки не перевищують 7,6 %.

Дослідження санітарної якості екструдованої кормової добавки з малоцінної риби (масова частка вологи 10,2 %) показали, що продукт може зберігатися протягом 6 місяців у нерегульованих умовах [13].

Отже, розроблено технологічний спосіб збагачення зерна малоцінною рибою шляхом екструдування однорідної суміші подрібненого зерна кукурудзи і передсуміші кукурудзи і малоцінної риби шляхом виробництва екструдованої кормової суміші для риб. Експериментально встановлено оптимальне співвідношення зерна і малоцінної риби для виробництва екструдованої кормової суміші. Проведені дослідження хімічного складу ЕКС показали значні структурно-механічні і хімічні зміни у процесі високотемпературної обробки. Використання кормової добавки дасть змогу розширити застосування кукурудзи як компонента комбікормів для риб і зменшить кількість рибної муки у рецептах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Lückstädt C., Kühlmann K. Fresh fish for high quality fish meal [Електронний ресурс] / С. Lückstädt, К. Kühlmann – 1 електрон.опт.диск (CD-ROM) \$ 12 см. – систем. вимоги: Pentium-266; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP.– Назва з контейнера <http://en.engormix.com/MA-aquaculture/news/world-aquaculture-2011-aquaculture-t16831/p0.htm>.
2. Кононський О.І. Біохімія тварин: Підручник. – 2-е вид. перероб. і доп. – К.: Вища школа, 2006.
3. Технологія виробств і гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дауци і др.: Под ред. Сафоновой К.А. и Мендерика В.И. – М.: Колос, 2001. – 496 с: ил.
4. Исаев В.А. Кормовая рыбная мука / В.А. Исаев. – М.: Агропромиздат, 1985. – 189 с.
5. Казаков Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е.Д. Казаков, В.Л. Кретович. – М.: Агропромиздат. – 2005. – 369 с.
6. Країня К.К. Комплексний менеджмент кормових ресурсів: Навчальний посібник./ К.К. Країня. – Тернопіль. – 1991. – 316 с.
7. Кукурудза на зерно – найбільше джерело крохмалю за об'ємами [Електронний ресурс] (CD-ROM) \$ 12 см. – систем. вимоги: Pentium-266; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP.– Назва з контейнера [http:// maisadour – semences fr/ua/catalogue-ua-2011-mais.pdf](http://maisadour-semences.fr/ua/catalogue-ua-2011-mais.pdf).
8. Єгоров Б.В. Перспективи використання малоцінної риби у кормовиробництві / Б.В. Єгоров, А.П. Левицький, Л.В. Фігурська // Зернові продукти і комбікорми. – 2011. – № 2. – С. 46-50.
9. Ковбаса В. Після екструдування / В. Ковбаса, А. Українець, О. Ромашико // Зерно і хліб. – № 2. – 2001. – С. 27.
10. Riaz M.N. Extruders in food applications / Mian N. Riaz. – Lancaster Basel: Technomic publishing co, 2000. – 240 p.

11. Frame N.D. The technology of extrusion cooking / N. Давкем. – М. : «Пищепромиздат». – 2004. – 288 с.

12. Дамберг Д.Э. Реакция меланоидинообразования и ее биологическое значение. – Изд-во Латв. ССР, 1976. – № 1. – С. 97–105.

13. Єгоров Б.В. Вплив теплової обробки на санітарну якість екструдованої кормової суміші з рибною сировиною / Б.В. Єгоров, Л.В. Фігурська, Л.В. Труфкаті // Наукові праці ОНАХТ. – 2011. – № 14. – С. 48–52.

Надійшла 18.03.2013

Адреса для переписки:

вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039



УДК 636

Б.В. ЄГОРОВ, д-р техн. наук, професор, Н.В. ВОРОНА, канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ НА ШЛЯХУ ВИРОБНИЦТВА ВИСОКОЯКІСНИХ КОМБІКОРМІВ ДЛЯ МОЛОДНЯКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПТИЦІ

В матеріалах статті наведено аналіз проблем виробництва та використання комбікормів для молодняка сільськогосподарської птиці та напрямки їх вирішення.

Ключові слова: дробна годівля, норми годівлі, генетичний потенціал, порційні технології.

Analysis of the problems of the production and use of mixed feeds for chickens and directions for their solution are given in the materials of the article.

Keywords: fractional feeding, the norms of feeding, genetic potential, portion technology.

У птахівництві (особливо при виробництві яєць і м'яса бройлерів) з усіх галузей тваринництва досягнуті найбільш високі темпи науково-технічного прогресу.

На промислових підприємствах з інтенсивними технологіями виробництво базується на використанні високопродуктивних кросів зарубіжної селекції, що володіють високим потенціалом. Використання цих кросів дало можливість яєчним птахофермам вийти на рівень продуктивності 280...320 штук яєць на рік від середньої курки-несучки при витратах комбікорму на 10 штук яєць 1,15...1,30 кг. Сучасні кроси мають потенційну продуктивність понад 330 яєць на рік. За останні 20 років жива маса 42-денних бройлерів стала більше в 2,3 рази (2,4 кг), а термін відгодівлі до маси 2 кг скоротився на 26 днів (з 63 до 37). При цьому зросла ефективність використання комбікормів, їхні витрати на 1 кг приросту знизилися з 2,5 до 1,65 кг. Реально у недалекому майбутньому досягнення бройлерами живої маси 2 кг до 36-денного віку при витратах комбікормів на 1 кг приросту живої маси всього лише 1,4 кг [1-4].

Селекційно-генетичний потенціал бройлерів сучасних кросів, так само як і в яєчному птахівництві, дуже високий. Можна сказати, що вже створені спеціалізовані кроси птиці з продуктивністю близькою до фізіологічної межі. Водночас суттєво зросли вимоги до якості комбікормів для сільськогосподарської птиці, особливо для молодняка.

Особливості будови травного апарату у птиці, а також її виняткова пристосованість до промислової технології вирощування обумовлюють специфічні особливості в нормуванні та організації годівлі. До них відносять:

- нормування енергії та поживних речовин на 1 г комбікорму;
- розрахунок потреби птиці у повнораціонному комбікормі на голову на добу з корегуванням

по періодах яйцекладки (у несучок) або росту (у молодняка);

- облік потреби птиці в енергії тільки по показнику «Обмінна енергія», виражене в кілоджоулях (кДж) або мегаджоулях (МДж);
- облік в комбікормі кількості сирого протеїну без контролю по перетравному;
- контроль комбікорму за вмістом 11 незамінних амінокислот;
- облік енергопротеїнового відношення (ЕПВ);
- облік потреби птиці у натрії, а не у солі повареній.

На сьогоднішній день у птахівництві використовують застарілі норми годівлі молодняка сільськогосподарської птиці, які не відповідають вимогам паспортів імпортованих порід та кросів і хімічному складу сировини для виробництва комбікормів. Необхідність у поживних речовинах у молодняка сільськогосподарської птиці останнім часом збільшилась у зв'язку з використанням високопродуктивних порід та кросів зарубіжної селекції, які мають високий потенціал, і тому вимогливіші до корму, його якості та складу.

До сировини, яка використовується для виробництва високоякісних комбікормів для молодняка сільськогосподарської птиці, пред'являється високий рівень вимог, а саме легка доступність та перетравність поживних речовин, висока санітарна якість, можливість розподілення мікрокомпонентів у об'ємі, що не перевищує норму разового споживання комбікорму.

Зернові компоненти в раціоні для сільськогосподарської птиці складають близько 50...70 % від загального його складу. Встановлено, що самим цінним кормом для молодняка сільськогосподарської птиці є зерно кукурудзи [5-6].

Кукурудза має добрі технологічні властивості,