

## ТЕХНОЛОГІЧНИЙ СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ КОРМОВОЇ ЦІННОСТІ ЗЕРНА ШЛЯХОМ ДРІЖДЖУВАННЯ ТА ЕКСТРУДУВАННЯ

Єгоров Б.В., д-р техн. наук, професор, Давиденко Т.М., канд. техн. наук, асистент  
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

*У цій статті розглянуто можливість підготовки зернової сировини при виробництві комбікормів для сільськогосподарських тварин. Вивчено вплив процесу дріжджування на підвищення кормової цінності концентрованих кормів.*

*In given article examination possibility preparation the grain raw material of the feed industry for the agricultural animals. Study of research of process yeasting grain on the increase of the feed value the concentrated feed.*

Ключові слова: зерно пшениці, дріжджування, концентрований корм, білок, ферментативна обробка, хлібопекарські пресовані дріжджі.

Враховуючи загострення білкової проблеми, актуальним завданням комбікормової промисловості сьогодні є пошук способів підвищення кормової цінності зернової сировини. Такі способи, як вологотеплова обробка, обробка ферментативними препаратами та ін. [1, 2] набули широкого застосування, проте вони підвищують ефективність використання білка, який міститься в зерновій сировині, а не сприяють зростанню його вмісту. Єдиним способом, який дозволяє підвищити вміст білка в зерні та покращити його амінокислотний склад, є дріжджування [3, 4]. Незважаючи на те, що цей спосіб давно відомий, широкого застосування він не набув через необхідність сушіння кінцевого продукту високої вологості [4]. Розвиток сучасних технологій екструджування зерна створює передумови широкого запровадження високоефективного способу підвищення кормової цінності зерна шляхом дріжджування при виробництві комбікормів, у першу чергу для молодняку сільськогосподарських тварин.

Тому метою дослідження є підвищення кормової цінності зернової сировини у складі комбікормів шляхом дріжджування осолоджене зерно пшениці та екструджування його у суміші з необробленим зерном.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання дослідження:

- обґрунтувати запропоновану схему технологічного процесу виробництва екструдованого зерна підвищеної кормової цінності;
- розробити технологію виробництва комбікормів на основі зерна підвищеної кормової якості;
- визначити біологічну ефективність удосконаленої технології підвищення кормової цінності зерна пшениці при виробництві комбікормів для молодняку сільськогосподарських тварин.

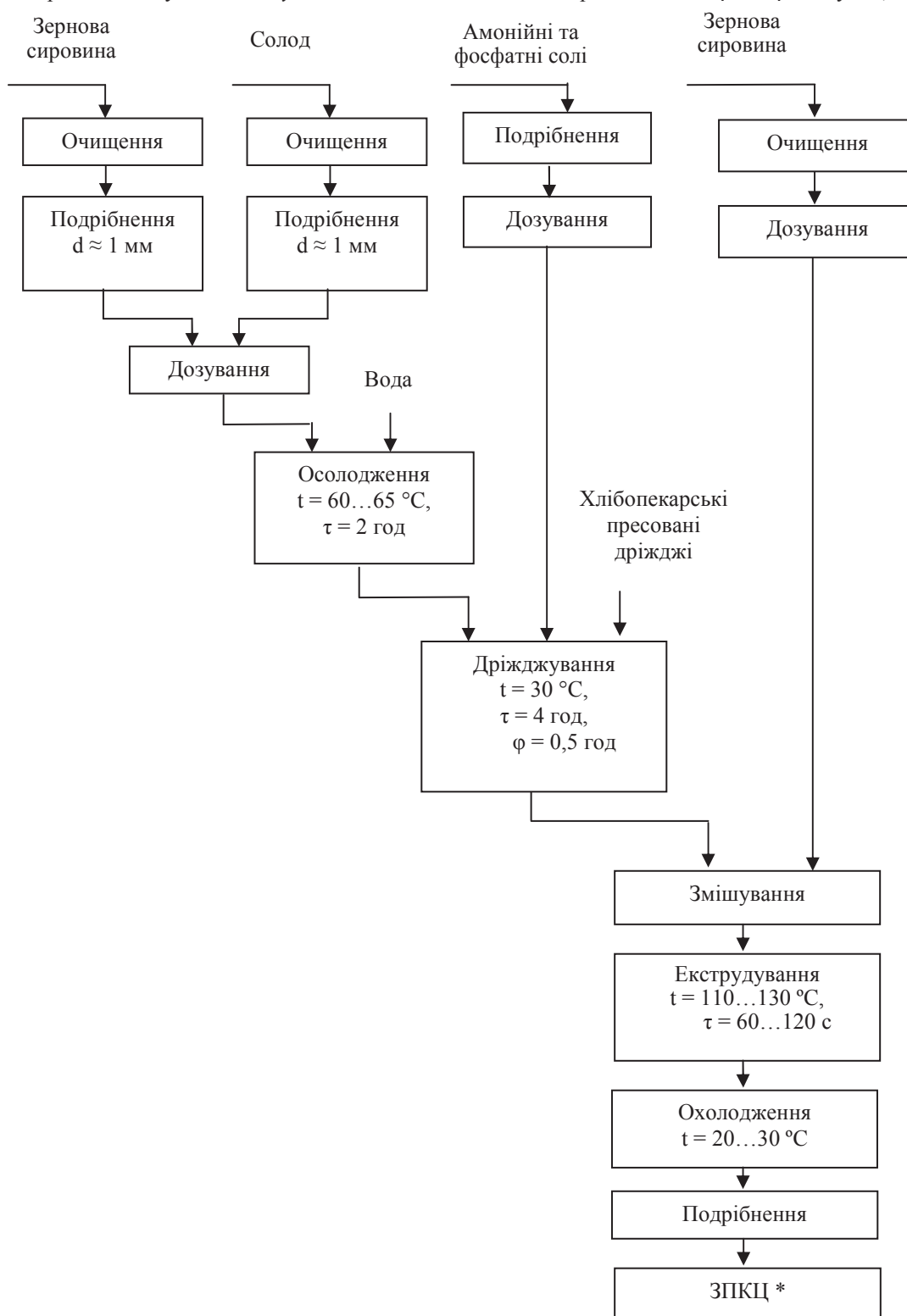
При удосконаленні технології підготовки зернової сировини при виробництві повноцінних комбікормів для сільськогосподарських тварин одним із завдань було отримання зернової сировини підвищеної кормової цінності. Основною технологічною операцією при виробництві зернової сировини підвищеної якості є процес дріжджування. Недоліком дріжджованого кормового зерна є висока вологість такого зерна, що унеможливує його зберігання та призводить до зрощення перевезень. Для створення можливості переробки та зберігання такого зерна необхідно забезпечити зниження його високої вологості. Адже відомо, що при вологості зерна вище 13 % очевидна вірогідність ураження його плісінню, яка продукує мікотоксини, небезпечні для здоров'я тварин.

На підставі проведеного аналізу відомих технологій підвищення кормової цінності зерна та виявлених проблем у технології його виробництва запропоновано удосконалену технологію підготовки зернової сировини при виробництві комбікормів для сільськогосподарських тварин, блок-схему якої наведено на рис. 1.

У відповідності зі схемою, передбачено такі заходи для вдосконалення технології підвищення кормової цінності кормового зерна – дріжджування та подальше екструджування збагаченої зернової суміші.

Дріжджування кормового зерна – це складний біохімічний процес, на початковому етапі якого зернову сировину очищують, подрібнюють до дрібного модуля крупності. Ефективність рощеплення полісахаридів залежить від крупності розмелу зерна. Чим більш подрібнене зерно, тим ферменти солоду мають більший доступ до полісахаридів зернової сировини. Підготовлене зерно та солод дозують і направляють у солодовню для рощеплення полісахаридів крохмалевмісної сировини. Кількість солоду рекомендується 2 % від кількості зернової суміші, яка підлягає ферментативному гідролізу [5]. Проведені екс-

периментальні дослідження показали, що найбільш сприятливим для вирощування хлібопекарських пресованих дріжджів виду *Saccharomyces cerevisiae* є осолоджене зерно пшениці при гідромодулі 1,5:8,5.



**Рис. 1 – Функціональна схема нового технологічного способу підвищення кормової цінності зерна для годівлі сільськогосподарських тварин**

\* Примітка: ЗПКЦ – зерно підвищеної кормової цінності

Осолодження кормового зерна проводять у солодовні при температурі 60...65 °С протягом 2 годин, тому що накопичення редуруючих речовин найбільш інтенсивно проходить протягом перших двох годин. Отриманий гідролізат кормового зерна подають у ферменстер, який є основою для вирощування дріжджів. У ферменстер також подають амонійні та фосфатні солі з розрахунку г/л: сульфат амонію – 5,0; дегідрофосфат калію – 0,85; гідрофосфат калію – 0,15; сульфат магнію – 0,5; хлорид натрію – 0,1; хлорид кальцію – 0,1, а також хлібопекарські пресовані дріжджі в кількості 10 г/л.

Дріжджування гідролізату кормового зерна проводять при температурі 30 °С протягом 4 годин при постійному перемішуванні кожні 0,5 години. В результаті дріжджування отримано збагачену зернову сировину високої вологості, яку самостійно екструдувати не можна. Для створення можливості переробки та зберігання такого зерна необхідно забезпечити зниження його високої вологості. Тому в подальшому для зниження вологості необхідно використовувати процес екструдування, який на сьогодні є менш енерго- та трудомістким процесом. Звичайно, дріжджоване зерно самостійно екструдувати не можна за рахунок високої вологості, необхідно створити суміш, яка буде збагачена цим зерном. Дріжджоване зерно пшениці змішують з цілим зерном, щоб запобігти клейстеризації та виникненню в'язкоплинного стану, що може призвести до спікання зерна в екструдері. Змішують у змішувачі протягом 2 годин при температурі 18 °С (даний експеримент був поставлений в осінній період року) при перемішуванні кожні 0,5 години. Зволожену зернову сировину подають в екструдер. Екструдують при температурі 120 °С та тискові 2...3 МПа. Потім охолоджують, подрібнюють у дробарці, в якій встановлено сито Ø 5 мм, щоб отримати розмір подрібненого зерна 3 мм. Крупність подрібненого зерна саме така, в подальшому передбачається використовувати для молодняка сільськогосподарських тварин – поросят, за ДСТУ схід з сита діаметром 3 мм не повинен перевищувати 5 %.

Процес підвищення кормової цінності зерна при виробництві повноцінних комбікормів для сільськогосподарських тварин необхідно здійснювати за представленою принциповою схемою технологічного процесу (рис. 2). Підготовку зернової сировини передбачали в суміші у відповідності до Правил організації та ведення технологічного процесу. На основі наведеної схеми очищення зернової сировини від некормових відходів та металоманітних домішок проводили у скальператорі 13 та зерночисному сепараторі 5 марки А1-БІС-12, в якому встановлено дві ситові рами – верхня полотно решітне №100...160, нижня – полотно решітне №10...14 та на магнітній колонці 6 марки У1-БММ. Очищену суміш зернових компонентів здрібнювали на молотковій дробарці 7 марки А1-ДМ2Р-22, в якій встановлено сито з отворами Ø 3мм. Контроль щодо крупності проводили в просіювачі 11 марки А1-ДМП-10, в якому встановлено сито полотно решітне №10. Проходову фракцію направляли на багатокомпонентний дозатор 3 марки 5ДК-500 та в солодовню 14, а сходову фракцію – на повторне здрібнення в молотковій дробарці.

Осолодження зерна проводили в солодовні 14, в яку подають підготовлене зерно та ячмінний солод. Солод також подрібнювали в молотковій дробарці 7 марки А1-ДМ2Р-22. Для більшої доступності ферментів солоду до полісахаридів зернової сировини. Контроль за крупністю проводили в просіювачі 11 марки А1-ДМП-10, в якому встановлено сито полотно решітне №10. Проходову фракцію направляли на багатокомпонентний дозатор 3 марки 5ДК-500 та в солодовню 14, а сходову фракцію – на повторне здрібнення в молотковій дробарці. В солодовню 14 також подавали воду, температура якої 60...65°C, та осолоджують протягом 2 годин. Отриманий гідролізат із солодовні 14 насосом перекачується у ферменстер 15 марки 5000. Для ефективного процесу дріжджування у ферменстері 15 необхідно створити всі умови та ввести необхідний склад інгредієнтів для швидкого накопичення біомаси дріжджів. Згідно з рецептурою у ферменстер 15 подавали амонійні та фосфатні солі (сульфат амонію, дегідрофосфат калію, гідрофосфат калію, сульфат магнію, хлорид натрію, хлорид кальцію), а також хлібопекарські пресовані дріжджі виду *Saccharomyces cerevisiae* (Одеські південні дріжджі). Дріжджували протягом 4 годин, у результаті отримали дріжджоване зерно пшениці з вологістю 85 % та вмістом сирого протеїну 25 %.

Дріжджоване зерно високої вологості використовували на етапі зволоження в процесі екструдування замість води. Тому основне зерно, яке буде необхідно екструдувати, очищують від грубих домішок у скальператорі 2, а потім у сито-повітряному сепараторі 3 для виділення крупних та легких домішок, а також дрібної фракції зерна. Дріжджоване зерно та очищене ціле зерно у співвідношенні 15 % до 85 % відповідно направили на основну лінію дозування і змішування. При такому співвідношенні отримали зернову суміш з вологістю не більше 25 %, з урахуванням того, що в процесі екструдування продукт може втрачати до 50 % вологи від початкового рівня, а також питомі витрати електроенергії при екструдуванні зернової суміші такого співвідношення найнижчі. В результаті змішування у змішувачі 4 марки А9-ДСГ-0,5 отримуємо зернову суміш, збагачену дріжджованим кормовим зерном, яке подається в прес-екструдер 8 марки Е-1000.

Екструдування зволоженого зерна проводили на прес-екструдері Е-1000 при таких режимах: середньозважена вологість зерна 22...24 %, тиск у робочій зоні екструдера 2...3 МПа, споживана потужність

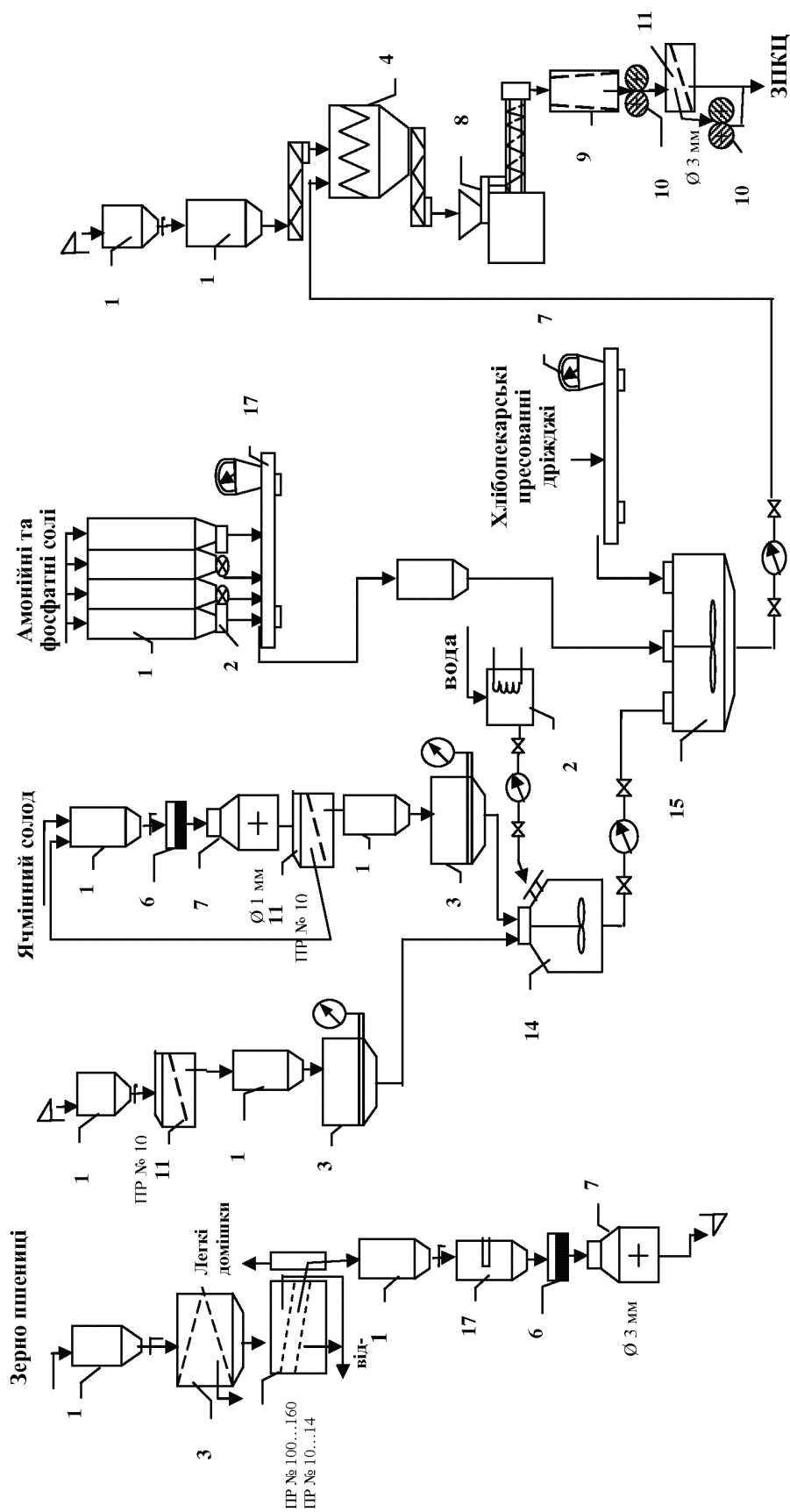


Рис. 2 – Принципова схема технологічного процесу підвищення кормової цінності зерна при виробництві повноцінних комбікормів для сільськогосподарських тварин

електродвигуна 3,5...4,0 кВт, температура на виході з екструдера 90...100 °С, діаметр отвору матриці 10 мм. Охолодження проводили у вертикальному охолоджувачі 12 до температури, що не перевищує температуру навколишнього середовища більшу ніж 15 °С. Отриманий екструдат контролювали за крупністю у просювачі 5. В результаті отримали ЗПКЦ з вологістю 11,8 %, вмістом сирого протеїну 12,3 % та терміном зберігання 3 місяці.

Згідно з розробленою технологічною схемою в лабораторних умовах кафедри технології комбікормів Одеської національної академії харчових технологій було вироблено дослідну партію ЗПКЦ.

Ефективність удосконаленої технології визначають згідно з даними вивчених фізичних властивостей, хімічного складу та поживної цінності комбікормів, а також за продуктивністю та ростостимулюючою їх дією при контрольній годівлі лабораторних тварин.

Загальну поживну цінність комбікормів та ефективність удосконаленої технології визначали за допомогою біологічної оцінки, яка характеризується кінцевим продуктом годівлі, тобто повноцінною, продуктивною дією – покращенням фізіологічного стану тварин, підвищенням приростів маси та зниженням витрат корму при годівлі.

**Таблиця 1 – Склад комбікормів для молодняку свиней масою 10...35 кг**

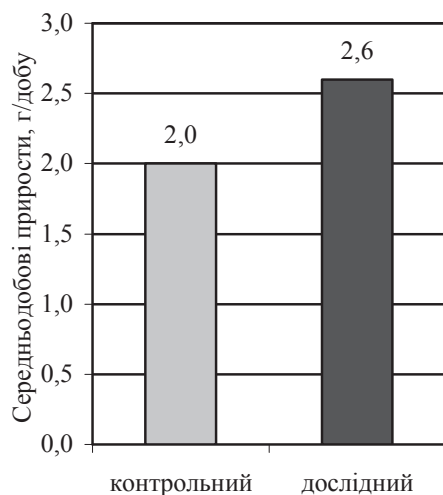
Компонент	Склад, %
Кормовий концентрат лізину	2,0
Зерноsumіш екструдована	20,0
Пшениця	10,0
Ячмінь лущений	20,0
Кукурудза	20,8
Шрот соевий СП 44%	15,0
Шрот соняшниковий СП 30%	5,45
Мука рибна СП 65%	4,0
Сіль кухонна	0,1
Монокальцій фосфат	0,5
Крейда кормова	1,15
Премікс	1,0
Усього	100

Для проведення біологічної оцінки ефективності комбікормів було проведено експеримент *in vivo* на лабораторних тваринах. Для цього на базі лабораторії біохімії Інституту стоматології АМН України було сформовано дві групи білих лабораторних щурів із середньою живою масою 230 г. Для годівлі щурів використовували комбікорм для свиней живою масою 10...35 кг, рецепт якого наведено в таблиці 1.

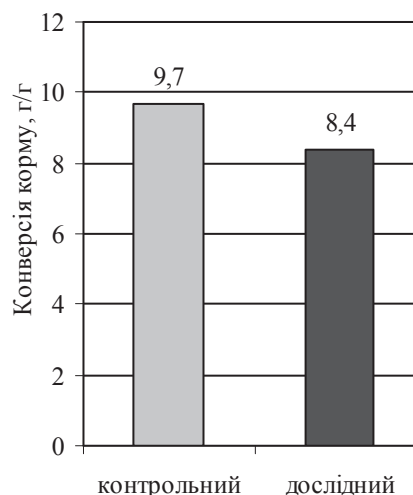
У раціоні контрольної групи використовували комбікорм та екструдоване зерно пшениці у співвідношенні 1:1, зволожено водою, у раціоні дослідної групи – комбікорм та екструдоване зерно пшениці у співвідношенні 1:1, збагачене дріжджованим зерном пшениці.

Дослід проводився протягом 14 днів.

Продуктивну дію комбікормів оцінювали за приростами маси щурів та конверсією корму (рис. 3 та рис. 4).



**Рис. 3 – Середньодобові прирости маси щурів контрольної та дослідної групи**



**Рис. 4 – Конверсія корму в контрольній та дослідній групі**

Середньодобові прирости живої маси щурів у контрольній групі склали 2,0 г/добу, а в дослідній групі – 2,6 г/добу, що на 23,1 % більше, ніж у контрольній.

Витрати корму на грам приросту живої маси щурів контрольної групи склали 9,7 г/г, а в дослідній групі – 8,4 г/г, що на 15,5 % менше, ніж у контрольній.

На основі отриманих даних можна зробити такі висновки.

Розроблено принципову схему технологічного процесу виробництва зерна пшениці підвищеної кормової цінності, яка передбачає очищення та подрібнення зерна пшениці до розміру частинок не більше 1 мм, проведення осолодження подрібненим ячмінним солодом при температурі 60 °С протягом 2 годин, дріжджування – при температурі 30 °С, рН-середовищі 4,5...5,5, безперервному перемішуванні та наявності необхідних амонійних та фосфатних солей. Отримане дріжджоване зерно пшениці з вологістю 85 % змішують з необробленим зерном пшениці у співвідношенні від 10:90 до 20:80 і подають на лінію екструджування. Екструджування здійснюють при температурі 110...130 °С та тискові пари 2...3 МПа. Оброблене зерно охолоджують до температури не вище 10 °С навколишнього середовища і подрібнюють до крупноти, передбаченої відповідним рецептом комбікорму.

Біологічна оцінка, проведена на лабораторних тваринах, свідчить, що комбікорм, збагачений екструдованим зерном підвищеної кормової цінності, має високу біологічну цінність (середньодобовий приріст живої маси в дослідній групі на 23,1 % вищий, ніж у контрольній, питомі витрати комбікормів на приріст живої маси в дослідній групі на 32,6 % менші, ніж у контрольній).

#### Література

1. Петриченко, В. Від повнораціонних комбікормів лише вигода [Текст] / В. Петриченко // Зерно і хліб. – 2004. – №3. – С. 10 – 11.
2. Пахучий, В.М. Рационально використовувати корми [Текст] / В.М. Пахучий, І.П. Безуглий, Л.Я. Адміна. – Х.: Прапор, 1965. – 56 с.
3. Околелова, Т. Новое в использовании подсолнечного жмыха в комбикормах для птицы [Текст] / Т. Околелова, С. Молоскин // Комбикорма. – 2002. – № 3. – С. 50 – 51.
4. Калуняц, К.А. Применение продуктов микробиологического синтеза в животноводстве [Текст] / Калуняц, К.А., Ездаков Н.В., Пивняк И.Г. – М.: Колос, 1980. – 288 с.
5. Кислухина О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 336 с.

УДК 636.73(075.8)

## АНАЛІЗ РИНКУ КОМБІКОРМІВ ТА БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ЇХ ЗБАГАЧЕННЯ

Макаринська А.В., канд. техн. наук, доцент, докторант  
Одеська національна академія харчових технологій

*В матеріалах статті наведені данні обсягів виробництва та структури комбікормів в Україні, обсяги імпорту та компанії-постачальники кормових добавок та біологічно активних речовин для збагачення комбікормів.*

*In materials of article the resulted data of volumes of manufacture and structure of mixed fodders in Ukraine, volumes of import and companies-suppliers of fodder additives and biologically active substances for enrichment of mixed fodders.*

*Ключові слова: комбікорм, премікс, вітаміни, ферменти, амінокислоти, обсяги виробництва.*

Рівень розвитку економіки, аграрного і тваринницького секторів, чисельності поголів'я сільськогосподарських тварин, птиці та риби безпосередньо впливає на попит та пропозиції у сфері виробництва комбікормової продукції. Гарантією випуску якісної та безпечної тваринницької продукції в умовах індустріального виробництва є застосування повнораціонних комбікормів з використанням збагачувальних сумішей: білково-вітамінних, білково-мінерально-вітамінних добавок (БВД, БВМД) і преміксів.

Згідно з офіційними даними обсяги виробництва комбікормів в Україні за останні п'ять років стабілізувалися і становлять (4,5–4,7) млн. т на рік, однак за неофіційною статистикою безпосередньо виробників комбікормів фактичні обсяги виробництва на (2,0–2,5) млн. т більше (рис. 1).