

Рис. 7 – Зависимость зольности зерна и содержания клетчатки от сорта твердой пшеницы

Выводы

Результаты исследований показали, что сорта твердой пшеницы белорусской селекции «Славица», «Елена», «Розалия» и «Вероника» по основным показателям качества могут быть использованы при производстве макаронной муки. В дальнейшем необходимо разработать технологию переработки зерна в макаронную муку с учетом особенностей твердой пшеницы белорусской селекции. Наличие зерна и отлаженной технологии его переработки позволит Республике Беларусь сократить закупки твердой пшеницы за рубежом, повысить качество отечественных макаронных изделий и тем самым снизить себестоимость продукции собственного производства.

Литература

1. Шевченко, С.Н. Производство высококачественного зерна яровой твердой пшеницы в Среднем Поволжье: науч.-практ. руковод. / С.Н. Шевченко, В.А. Корчагин, О.И. Горянин, П.Н. Мальчиков, А.А. Вьюшков, А.П. Чичкин. – Самара: СамНЦ РАН, 2010. – 75 с.
2. ГОСТ 9353-90 «Пшеница. Требования при заготовках и поставках».
3. Белок и сырая клейковина [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.activestudy.info/beloki-syruya-klejkovina> – Дата доступа 04.01.2013.
4. Качество муки для производства макарон [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://pasta.agava.ru/durum_quality3.htm – Дата доступа 04.01.2013.
5. Казаков, Е.Д. Зерноведение с основами растениеводства / Е.Д. Казаков. – М.: Колос, – 1973. – 288 с.
6. Портал EDKA.RU [Электронный ресурс] / Пшеница – сорта и качество – Режим доступа: <http://www.edka.ru/article/edka/2011-05-09-8>. – Дата доступа: 22.05.2013.

УДК 636.087.7-027.242:001.892

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОРМОВИХ ДОБАВОК

Єгоров Б.В., д-р техн. наук, професор, Бордун Т.В., канд. техн. наук, доцент,
Шарова А.І., наук. співробітник ПНДЛ, Михайлова В.П., магістр ф-ту ТЗХКВКіБ
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Обґрунтовано доцільність використання некондиційної рибної сировини і водоростей при виробництві кормових добавок для сільськогосподарських тварин і птиці. Наведено поетапну схему технологічного процесу виробництва функціональних кормових добавок та вивчено основні показники їх якості.

Feasibility of using sub-standard raw fish and seaweed in the manufacture of feed additives for livestock and poultry. Shows a phased scheme of technological process of functional feed additives and studied the main indicators of quality.

Ключові слова: некондиційна рибна сировина, водорості, зернова сировина, екструзування, кормові добавки, показники якості.

Як відомо, потреба населення у продуктах харчування, а промисловості в сировині, зростає з кожним днем. Щоб повністю забезпечити її, необхідно піднімати рівень сільськогосподарського виробництва, в тому числі галузі тваринництва та птахівництва. У тваринництві та птахівництві головним є організація раціональної годівлі. Якісна кормова база – запорука повноцінного розвитку цієї галузі. В цій справі велике значення відводиться комбікормам. З кожним роком вимоги до комбікормів для промислових тваринницьких комплексів і птахофабрик підвищуються. Комбікорм стає ніби зв'язувальною ланкою між природою, людиною і твариною. Всі поживні речовини, які необхідні для росту і розвитку, компенсуються комбікормами [1].

Однією з найбільш гострих проблем, яка існує сьогодні у комбікормовій промисловості, є дефіцит кормового білка. Останнім часом у зв'язку з різким скороченням посівів зернобобових культур і зниженням протеїну в зернових культурах через виснаження земель, а також зменшення виробництва білкових кормів тваринного походження, вона загощилася ще більшою мірою. Неповноцінна годівля призвела до різкого погіршення процесів ефективної трансформації поживних речовин раціонів у продукцію тваринництва.

В умовах розвитку світової продовольчої кризи проблема повного і раціонального використання всіх доступних видів харчової і кормової сировини має першочергове значення, і саме тому 10 березня 2013 року міністри рибної промисловості держав-членів Євросоюзу прийняли закон-заборону на викид малоцінної некондиційної риби в море і річки, що повинно стати поштовхом до максимального використання цих видів рибної сировини в кормовиробництві [2].

Щорічно в Україні виловлюють близько 600 тис. тонн риби, при цьому втрачається до 10 % некондиційної риби, 230 тис. тонн із цього улову малоцінна риба, 15 % від загального улову викидається назад у море або річки, що призводить до їх забруднення. Фактичне використання встановлених лімітів дуже низьке. Так, у 2011 році ліміт щодо дрібних видів азово-чорноморської риби був використаний лише на 26 %, тобто десятки тисяч тонн цінної білкової сировини не були залучені в обробку. Маючи такий потенціал, необхідно розвивати кормовиробничу промисловість, впроваджуючи нові технології, та розширювати асортимент білкової сировини, що дозволить зменшити частку зернових компонентів у комбікормах [3, 4]. Питома вага зернових компонентів в обсязі комбікормів, вироблених, наприклад, у 2012 році, становила понад 70 %. Виробники кормів у країнах з розвиненим тваринництвом постійно прагнуть знизити в них частку зерна (до 40 – 45 %) шляхом уведення білкових компонентів, побічних продуктів харчової і переробної галузей, більш дешевих компонентів незернового походження [5].

Також актуальною є й проблема введення до складу комбікормів мікроелементів природного походження, а саме йоду. Йод бере участь у всіх життєво важливих процесах в організмі. Доведено, що йод нейтралізує дію радіації, має антимікробні, антивірусні та протигрибкові властивості, швидко проникає в середину клітини, а також виводить токсини з організму.

Йод, що міститься у складі преміксів, знаходиться в різних видах хімічних сполук і для його засвоєння організм тварини повинен виконати додаткову роботу з істотними енергетичними втратами. Але при надходженні синтетичного йоду можуть виникати кишково-шлункові розлади, тому йод повинен надходити до організму тварини чи птиці бажано в доступній органічній формі.

Одним з найбільш багатих джерел йоду є морські водорості. Йод в морських водоростях знаходиться в сполученні з білками, що пояснює його високу біодоступність, на відміну від неорганічного йоду. Також морські водорості є джерелом полісахаридів, вітамінів, макро- та мікроелементів [6, 7].

Таким чином, метою наших досліджень стало вивчення можливості використання нетрадиційних видів сировини, а саме некондиційної рибної сировини як джерела кормового протеїну і водоростей – в якості джерела біологічно активних речовин при виробництві кормових добавок функціонального призначення.

На сьогоднішній день екструзія – ідеальний технологічний процес для збагачення зернових продуктів, які мають високий вміст крохмалю, природною сировиною рослинного і тваринного походження з підвищеним вмістом білка, вітамінів, мікроелементів, жирів, пектинових речовин, органічних кислот та іншими добавками. Все це дає можливість одержання продуктів з покращеними смаковими і органолептичними властивостями, а головне, з більш збалансованим амінокислотним, жирнокислотним і мінеральним складом. Це дозволяє одержати якісну кормову продукцію для тварин і тим самим забезпечити ланцюжок повноцінного і безпечного харчування для людей.

Процес екструзування зерна пов'язаний з необхідністю його зволоження до 16 – 18 % (а іноді й 18 – 22 %) не водою, а за рахунок тих компонентів, що містять необхідну вологу. Введення до складу комбінованих зернових кормових продуктів природної сировини рослинного та тваринного походження під-

вищеної вологості дозволяє запобігти нерівномірному розподілу вологи в зерновому компоненті, тому що при збільшенні тиску до 2–3 МПа під час екструдуювання прискорення тепло- і масопереносу зростає відповідно до залежностей за А.В. Ликовим. Оскільки нерівномірний розподіл вологи у зерні утруднює процес екструдуювання або унеможливує його, то вирішення цієї проблеми має велике наукове і практичне значення.

Зволоження зерна водою не дає бажаних результатів, оскільки тільки 10–20 % води переходить у внутрішньозв'язану вологу, інша частина води є поверхневозв'язаною, що призводить до зниження ефекту екструдуювання та до отримання готового продукту з підвищеною вологістю, що потребує сушіння, а це також підвищує витрати електроенергії. Отже, необхідно розробити новий спосіб виробництва кормових продуктів на зерновій основі шляхом екструдуювання. За рахунок цього намагаємося збільшити асортимент кормових продуктів та надати підвищеної біологічної цінності традиційним кормовим продуктам. Необхідно відзначити, що цей технологічний процес дозволяє зменшити втрати біологічно активних речовин за рахунок того, що не відбувається пошкодження цілісності клітин продукту, який обробляється. Також при екструдуюванні завдяки високому тисковій волога сировина і продукти її переробки внаслідок дифузії проникають у пори зернових компонентів, що дозволяє знизити доступність олігосахаридів, інуліну, β-каротину та інших поживних і біологічно активних речовин у шлунково-кишковому тракті, що забезпечить їх надходження у товстий кишечник. Все це дає можливість покращити здоров'я тварин з наступним одержанням якісної харчової сировини для людей [8-10].

На першому етапі досліджень були вивчені деякі показники якості вихідної сировини: зернової сировини (зерна кукурудзи), некондиційної рибної сировини та водоростей (табл. 1).

Таблиця 1 – Деякі показники якості вихідної сировини

Показники	Вид сировини		
	кукурудза	некондиційна рибна сировина	водорості
Фізичні властивості			
Масова частка вологи, %	13,0	77,6	82,0
Об'ємна маса, кг/м ³	870,0	950,0	890,0
Кут природного укосу, град	34	–	–
Сипкість, см/с	13,1	–	–
Хімічний склад			
Масова частка, мг/кг:			
сирого протеїну	9,00	13,10	8,44
золи	1,30	1,42	14,40
фосфору	0,22	0,24	0,41
кальцію	0,27	0,21	1,60
водорозчинних вуглеводів	2,45	1,67	1,94
легкогідролізованих вуглеводів	47,24	4,64	8,90

Враховуючи всі позитивні сторони процесу екструдуювання, нами було розроблено спосіб виробництва функціональних кормових добавок (ФКД) для сільськогосподарських тварин та птиці, структурну схему якого наведено на рис. 1. Відповідно до схеми, передбачено очистку зернової сировини з послідовним подрібненням до розмірів частинок 3–4 мм. Некондиційну рибну сировину та водорості після очистки подрібнюють до пастоподібної маси. Підготовлені вихідні компоненти дозують згідно з рецептом, змішують і піддають екструдуюванню. Одержаний екструдат охолоджують, подрібнюють і направляють на зберігання або реалізацію.

У процесі екструдуювання відбуваються значні зміни оброблюваної сировини, починаючи від зміни фізичних властивостей, поліпшення смакових якостей, підвищення кормової цінності і закінчуючи стерилізацією вихідної суміші.

Вплив процесу екструдуювання на зміну якісних показників ФКД розглянемо на прикладі дослідних зразків, одержаних у лабораторних умовах. Для цього було сформовано 6 дослідних зразків ФКД, які в свою чергу поділяються на вихідні – не оброблені в екструдері та екструдовані – оброблені в екструдері. Досліджувані зразки № 1–3 мають таке процентне співвідношення некондиційної рибної сировини та кукурудзи, %: зразок № 1 – 8:92, № 2 – 10:90, № 3 – 12:88 відповідно, зразки № 4–6 – водоростей та кукурудзи, %: зразок № 4 – 10:90, № 5 – 15:85, № 6 – 20:80 відповідно (табл. 2).

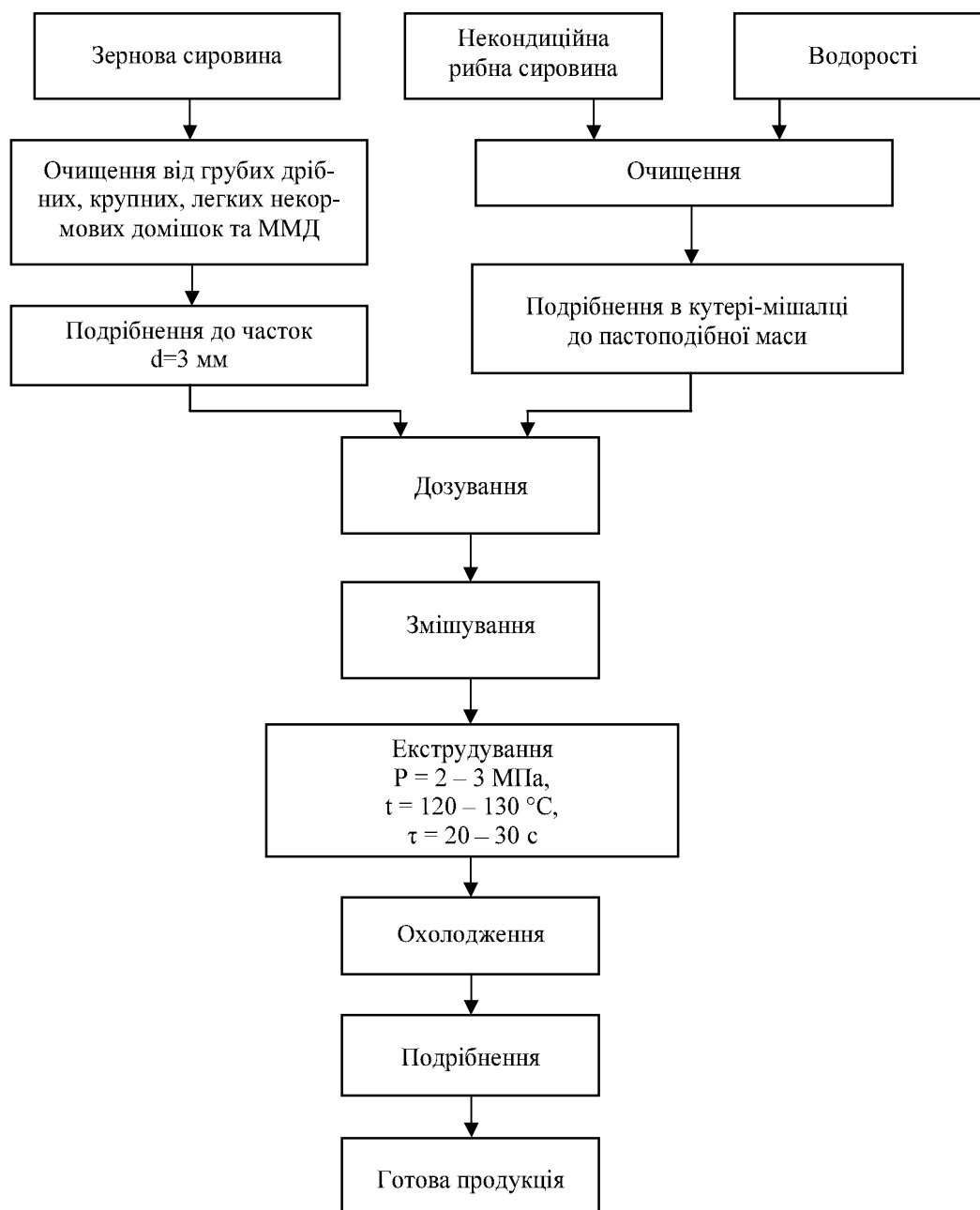


Рис. 1 – Поетапна схема технологічного процесу виробництва функціональних кормових добавок для сільськогосподарських тварин та птиці

Як свідчать результати дослідження фізичних властивостей дослідних зразків ФКД (табл. 2), у процесі екструдуювання значно знижується масова частка вологи дослідних зразків, що позитивно з точки зору перспективи їх подальшого зберігання. Показники сипкості, об'ємної маси, кута природного укосу змінюються незначною мірою. Проте, такий показник як індекс розширення, збільшується у зразках № 3 і № 5, тому надалі всі досліди були проведені саме з цими зразками.

Одержані дослідні зразки (№ 3 і № 5) оцінювали за комплексом фізико-хімічних і мікробіологічних показників. Ці показники дозволяють виявити структурні зміни ФКД, які відбуваються в процесі їх екструзійної обробки, та оцінити якість одержаної продукції в порівнянні з вихідним зерном кукурудзи (табл. 3).

Таблиця 2 – Основні фізичні показники функціональних кормових добавок

Показники		Контрольний зразок	Дослідні зразки					
		100 % кукурудзи	№ 1 8:92 %	№ 2 10:90 %	№ 3 12:88 %	№ 4 10:90 %	№ 5 15:85 %	№6 20:80 % вод+кук
Масова частка вологи, %	вихідний	13,0	12,4	14,9	17,4	15,3	18,1	20,6
	екструдований	7,9	8,8	10,4	11,3	9,9	12,10	14,4
Об'ємна маса, кг/м ³	вихідний	870,0	876,0	878,0	880,0	875,0	879,0	890,0
	екструдований	360,0	633,0	641,0	648,0	660,0	674,0	683,0
Кут природного укусу, град	вихідний	34	38	37	36,0	37	35,0	32
	екструдований	35	42	41	40,0	41	38,0	35
Сипкість, см/с	вихідний	13,1	12,4	12,0	11,6	11,9	11,3	10,8
	екструдований	12,4	11,6	11,2	10,8	11,2	10,6	10,0
Індекс розширення	вихідний	–	–	–	–	–	–	–
	екструдований	2,5	1,8	1,9	2,1	1,9	2,2	1,7

Таблиця 3 – Показники якості дослідних зразків

Показники	Характеристика дослідних зразків				
	кукурудза	ФКД № 3		ФКД № 5	
		вихідний	екструдований	вихідний	екструдований
Органолептичні показники					
Зовнішній вигляд	Однорідна маса, без сторонніх включень				
Колір	Жовтий	Жовто-сіруватий			
Запах	Приємний, властивий набору компонентів, без сторонніх запахів				
Фізико-хімічні показники					
Масова частка: вологи, %	12,8	17,40	11,30	18,20	12,10
сирого протеїну, %	8,9	9,81	9,50	9,34	9,13
сирої золи, %	1,8	2,27	2,15	2,15	2,04
кальцію, %	0,25	0,39	0,37	0,34	0,31
фосфору, %	0,21	0,34	0,31	0,33	0,28
водорозчинних вуглеводів, %	3,91	4,12	13,97	3,08	13,67
легкогідролізованих вуглеводів, %	46,8	46,20	38,65	45,30	37,02
міді мг/кг	3,00	4,23	4,21	3,75	3,73
заліза, мг/кг	30,2	54,13	54,12	49,02	49,00
цинку, мг/кг	22,0	22,93	22,90	22,04	22,02
марганцю, мг/кг	6,48	24,04	24,01	6,02	6,00
йоду, мг/кг	–	1,14	0,52	51,24	45,96
Перетравність білків, %	69,0	67,00	88,83	65,52	86,11

Як бачимо, у процесі екструдуювання відбуваються глибокі деструктивні зміни в складі поживних речовин сумішей. Так, у результаті екструзійної обробки відбувається руйнування кристалічної структури нативних зерен крохмалю, при цьому вміст водорозчинних вуглеводів збільшується, що значно підвищує засвоєння ФКД. Протікає цей процес за рахунок явищ гідролізу вуглеводів (крохмалю) під дією високої температури й інтенсивному механічному впливі. У процесі екструдуювання відбувається також денатурація білка, яка приводить до збільшення кількості пептидів і вільних амінокислот. Результат цього процесу – підвищення перетравності білків. Таким чином екструзійна обробка, яка викликає желатинізацію крохмалю, деструкцію целюлозно-лігнінових комплексів і денатурацію білка, значно підвищує кормову цінність ФКД. Також необхідно зазначити, що процес екструдуювання дає можливість збагатити зерно кукурудзи нетрадиційною сировиною з підвищеним вмістом білка і БАР. При цьому підвищена кормова цінність, яка обумовлена високим ступенем перетравності та засвоєння поживних речовин, визначає високу ефективність ФКД для сільськогосподарських тварин і птиці. Отримані ФКД характеризуються підвищеним вмістом макро- і мікрокомпонентів.

У зв'язку з тим, що зернова сировина, яка надходить на комбикормові заводи, нерідко має підвищену грибову і бактеріальну обсіменінність, а також введення некондиційної рибної сировини і водоростей може стати джерелом мікробіологічного псування, вивчено вплив обробки в екструдері. Аналіз результатів (табл. 4) показав, що переважним складником бактеріальної мікрофлори кормових добавок функціонального призначення, як і більшості зернових культур, є неспороносна паличка *Erwinia herbicola* – нормальний супутник зерна при зберіганні у стандартних умовах (представник епіфітної мікрофлори). Відсоток бактерій *Erwinia herbicola* від загальної кількості всіх бактерій у вихідному зразку ФКД № 3 становить 70 %, частка коліформних бактерій – 17 %, тоді як у вихідному зразку ФКД № 5 – 62 і 25 % відповідно. Із спороутворювальних бактерій виявлені бактерії роду *Bacillus*, а саме *B. Licheniformis*, *B. Subtilis*, відносна кількість яких склала 13 % від загальної кількості бактерій у всіх зразках. Із мікроорганізмів були виявлені такі польові гриби, як *Rhizopus*, *Cladosporium* та інші неідентифіковані гриби.

Таблиця 4 – Зміна мікробіологічних показників кормових добавок функціонального призначення в результаті екструдуювання, КУО/г

Показники	ФКД № 3		ФКД № 5	
	вихідний	екструдований	вихідний	екструдований
МАФАНМ:				
<i>Erwinia herbicola</i>	280	4	322	14
БГКП	68	—	130	—
<i>B. Subtilis</i> , <i>B. Licheniformis</i>	52,0	1,0	68,0	3,0
Разом	400	5,0	520	17,0
Мікроміцети:				
<i>Aspergillus</i>	—	—	—	—
<i>Penicillium</i>	—	—	—	—
Інші гриби	200	10,0	300	25,0
Разом	200	10,0	300	25,0
Дріжджі	Не виявлені			

Мікрофлора зразків ФКД, які були екструдовані, схожа з мікрофлорою вихідних зразків у якісному відношенні, в кількісному вона значно відрізняється. Встановлено, що екструдуювання приводить до зменшення кількості бактерій на 93,2 – 97,5 %, а мікроміцетів – 92 – 95 % відповідно.

Слід відзначити, що у всіх досліджуваних зразках кишкова паличка, стафілокок, сальмонели, протей, сульфідредуючі клостридії та дріжджі не були виявлені. Як видно з результатів дослідження, процес екструдуювання значно покращує санітарні властивості кормових добавок функціонального призначення.

На основі отриманих даних можна зробити висновок, що процес екструзії дає можливість значно підвищити кормову цінність зернової сировини шляхом введення нетрадиційних видів сировини, а саме некондиційної рибної сировини і водоростей за рахунок збільшення вмісту поживних речовин і ступеня їх перетравлення та вмісту мінеральних і біологічно активних речовин. При цьому одержані ФКД мають більш високі кормові, технологічні і санітарні властивості.

Література

1. Новарова Т.В. Аналіз українського ринку комбикормов [Текст] / Т.В. Новарова // Агентство промислових новостей. – 2012. – С. 15 – 27.

- [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://planetadisser.com/see/dis_3135496.html
- Виннов А. / Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://vinnovNUBiPUa.com>
- Обзор рынка зерновых и продуктов их переработки [Текст] / Редакция // Хранение и переработка зерна. – 2013. – № 1. – С. 9 – 10.
- [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.rusnevod.com/>
- [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://darokeana.ru/ulva-morskoj-salat.htm>
- Термопластическая экструзия: научные основы, технология, оборудование [Текст] / Под редакцией А.Н. Богатырева и В.П. Юрьева. – М.: Ступень, 1994. – 196 с.
- Касьянов Г.И., Бурцев А.В., Грицких В.А. Технология производства сухих завтраков. Учебно-практическое пособие. Серия «Технология пищевых производств» [Текст] – Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2002. – 96 с.
- Остриков А.Н. и др. Экструзия в пищевой технологии [Текст] / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.С. Рудометкин. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 288 с.

УДК [636.087.7:635.67] - 027.3:66.083

ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ЕКСТРУДОВАНОЇ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ

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

У статті обґрунтовано вибір раціональних режимів виробництва екструдованої кормової добавки з урахуванням показників якості продукту та питомих витрат електроенергії на виробництво

In the article the choice of efficient modes of production of extruded feed additive is justified taking into account the indicators of the quality of the product and the specific electric power consumption for production

Ключові слова: екструдвання, кукурудза, яєчна маса, однорідність змішування.

Зерно злакових культур поряд з іншими видами поживних речовин містить значну кількість крохмалю, засвоєння якого при годівлі птиці відбувається повільно і при цьому продуктивно використовуються тільки певні форми. За даними ряду досліджень, засвоюваність поживного потенціалу крохмалю у природній формі не перевищує 20...25 % залежно від виду культур. Тому завдання нових технологій переробки зерна полягає у впровадженні таких способів обробки вихідної сировини, які б дозволили перевести крохмаль у зручну для засвоєння організмом птиці форму. Це можливо при руйнуванні зернистої структури крохмалю на клітинному рівні, що сприяє розриву природних зв'язків між окремими складовими частинами та його желатинізації, декстринізації та переведенню у прості цукри [1, 2].

Теплова обробка сприяє розщепленню складних поживних речовин, які містяться у кормах, на більш прості, знижуючи тим самим витрати енергії на їхнє перетравлення в організмі птиці. На сьогодні час існує досить багато технологій, що дозволяють проводити теплову обробку кормів, однак для більшості з них необхідно використовувати зовнішні джерела тепла, що вимагає додаткових капіталовкладень на будівництво котельень, витрат на газ, рідке або тверде паливо. Виключити ці витрати можна при використанні екструдерів. Екструзія є одним із найбільш ефективних та розповсюджених у комбікормовій промисловості світу способів обробки зерна, який використовують як у комплексі з гранулюванням, так і самостійно. При обробці зернофуражу таким способом протікають два безперервних процеси: 1) термо-механічне деформування та біохімічні перетворення; 2) процес адіабатичного розширення ("вибух") продукту, який набуває пористої структури [3, 4].

Сировину, яка підлягає екструзії, доводять до вологості 16...18 %, подрібнюють та подають в екструдер, де під дією високого тиску (2,8...3,9 МПа) та тертя зернова маса розігрівається до температури 120...150 °С та набуває термопластичних властивостей [5, 6]. Потім внаслідок швидкого переміщення її з зони високого тиску в зону атмосферного тиску відбувається процес адіабатичного розширення (так званий «вибух»), внаслідок чого гомогенна маса утворює продукт мікропористої структури, найбільш сприятливий впливу шлункового соку, а отже, забезпечує більш повне засвоєння поживних речовин організмом птиці (на 25...30 % більше звичайного). Екструзія протікає менше 30 с. За цей час сировина встигає