



можна пояснити тим, що через певний час мікроорганізми відновили свою нормальну життєздатність після отриманого теплового шоку. Абсолютна кількість спороутворюючих бактерій залишалась майже на одному рівні і перебуває в межах титру.

В процесі зберігання змінювався і склад плісеневої мікрофлори зразків ФКД. Так, кількість мікроорганізмів родів *Rhizopus*, *Cladosporium* та інших польових грибів знижується в порівнянні з початком зберігання на – 75–93 % відповідно (рис. 2). Постійною складовою мікрофлори стають плісеневі гриби родів *Aspergillus* і *Penicillium*, кількість яких у всіх досліджуваних зразках також знижувалась.

Слід відмітити, що у всіх досліджуваних зразках, кишкова паличка, стафілокок, сальмонели, про-

тей, сульфідредукуючі клостридії не були виявлені.

Екструдувannya є ефективним способом підвищення санітарної якості ФКД функціонального призначення, оскільки дозволяє знизити кількість мікроорганізмів на 93–95 %.

Дослідження кількісного та якісного складу мікрофлори ФКД, які містять некондиційну рибну сировину та водорості свідчать, що показники загального мікробного числа (МАФАНМ) та показники коліформних мікроорганізмів (БГКП) перебувають у дозволених межах навіть на шостому місяці зберігання. Відсутність патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів свідчить про забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов при виготовленні кормових добавок функціонального призначення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Термопластическая экструзия: научные основы, технология, оборудование [Текст] / Под редакцией А.Н. Богатырева и В.П. Юрьева. – Москва, "Ступень", 1994. – 196 с.
2. 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.
3. Остриков А.Н. и др. Экструзия в пищевой технологии [Текст] / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.С. Рудометкин – СПб.: ГИОРД, 2004. – 288 с.
4. Технічна мікробіологія [Текст] / Л.В. Капрелянц, Л.М. Пилипенко, А.В. Єгорова, О.М. Кананихіна, С.М. Кобєлева, Т.О. Величко; За ред. Л.В. Капрелянца – Одеса: Друк, 2006. – 308 с.
5. ДСТУ ISO 6887-1:2003. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин.
6. ДСТУ ISO 11290-1:2003. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин.

Надійшла 11.09.2013

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



636.085.55:633.174

Б.В. ЕГОРОВ, д-р техн. наук, профессор, А.П. ЛЕВИЦКИЙ, д-р биол. наук, профессор,
А.П. ЛАПИНСКАЯ, канд. техн. наук, доцент, И.С. МАЛАКИ, аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОДГОТОВКИ КОМПОНЕНТОВ КОМБИКОРМОВ

В статье исследован процесс экструдирования как способ подготовки зерна сорго, а также проведена биологическая оценка эффективности использования сорго в кормлении животных.

Ключевые слова: сорго, подготовка, экструдирование, кормление.

In the article examined the process of extrusion as a method of preparation of grain sorghum, and conducted biological evaluation of the effectiveness of the use of grain sorghum in feeding animals.

Keywords: sorghum, training, extrusion, feeding.

Решение зерновой проблемы всегда было одним из главных вопросов сельскохозяйственного производства. Поиск альтернативных источников энергии для рационов животных и птицы привел ученых и практиков к пониманию необходимости перехода на такие зерновые культуры, которые по энергетической ценности приближались бы к кукурузе, а по устойчивости к неблагоприятному влиянию глобального потепления кардинально и выгодно отличались от неё. К таким культурам следует отнести, прежде всего, сорго [1].

Большая производственная ценность сорго определяется прежде всего его высокой продуктивностью и универсальностью использования. Сорго, по сравнению с другими культурами, менее требовательно к плодородию почвы, хорошо переносит ее засоленность. Эта культура произрастает на легких

песчаных и тяжелых глинистых, а также дает хорошие урожаи на бедных почвах. Урожайность сорго достигает 80...100 ц/га [2].

Сорго обладает высокой засухоустойчивостью и по этому признаку превосходит другие зернофуражные культуры. Его отличительной особенностью является способность продолжать накопление сухого вещества и нормально вегетировать при высоких температурах воздуха и ограниченном количестве влаги в почве, тогда как другие культуры погибают [3].

Но, несмотря на перечень достоинств этой культуры, существует отрицательный фактор, ограничивающий использование сорго в рационах животных – это наличие антипитательных веществ – циангликозидов и танинов. Танины – сложные составляющие ароматических кислот, которые, благо-



даря дубильним свойствам, связывают белки и снижают переваримость протеина корма [5].

Цель работы: разработка способов повышения питательной ценности сорго и снижения активности антипитательных веществ.

На первом этапе был теоретически исследован химический состав сорго в сравнении с другими культурами. По химическому составу зерно сорго мало отличается от других зернофуражных культур. Оно не уступает кукурузе по содержанию протеина и содержит меньше жира. Безазотистые экстрактивные вещества зерна сорго состоят преимущественно из крахмала (около 70 %), поэтому переваримость его очень высокая и достигает 90 % [4].

Зерно сорго в сравнении с кукурузой и ячменем отличается более высоким содержанием макро- и микроэлементов. Ячменное зерно по макроэлементному составу идентично сорговому. По содержанию микроэлементов сорговое зерно также превосходит кукурузное и не уступает ячменному. По содержанию незаменимых и основных аминокислот сорговое зерно равноценно зерну кукурузы, но несколько уступает ячменю [6].

Тенденция к расширению использования кормов с пониженной переваримостью влечет за собой необходимость поиска путей повышения доступности компонентов и улучшения здоровья животных. Перспективными являются разработки технологий предварительной обработки, подготовки кормов к скармливанию.

Подготовка кормов к скармливанию является одним из важных способов повышения их поедаемости, переваримости, усвоения и использования питательных веществ организмом животных. Наиболее эффективным способом тепловой обработки является экструдирование.

Экструзия – это обработка зерна под воздействием высокого давления и температуры в пресс-экструдерах. Она позволяет в значительной степени повысить усвояемость питательных веществ [7].

В связи с этим, следующим этапом нашей работы стала разработка зерновых смесей, в состав которых входили кукуруза, пшеница и сорго в разном процентном соотношении. Готовые смеси подвергали экструдированию в промышленном экструдере марки ЭЗ-150 производства компании «Бронто» АО «Черкассэлеватормаш». Экструдирование проводилось

при давлении в рабочей зоне экструдера 2...3 МПа, температуре 120...130°C, влажности 16...18 %. После измельчения экструдатов определяли физико-технологические показатели, результаты которых представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 2, наибольшей сыпучестью и объемной массой среди представленных экструдатов обладает экструдат зерносмеси № 1 (10 % сорго). По степени набухания лучше показал себя экструдат зерносмеси № 2 (20 % сорго), но по индексу и коэффициенту расширения он несколько уступает экструдату зерносмеси № 1 (10 % сорго).

На следующем этапе работы была проведена биологическая оценка эффективности использования сорго в кормлении сельскохозяйственных животных путем проведения опытов на белых крысах. Опыты по кормлению были поставлены на белых крысах-самцах в возрасте 3 месяцев, средней массой 193±3 г. Было сформировано 4 группы:

- 1-ая (контроль) получала полнорационный гранулированный комбикорм;
- 2-ая (опыт 1) получала полнорационный комбикорм с 25 %-м содержанием сорго;
- 3-ья (опыт 2) получала полнорационный комбикорм с 25 %-м содержанием экструдата сорго;
- 4-ая (опыт 3) получала полнорационный комбикорм с 25 %-м содержанием экструдированной зерносмеси.

В таблице 2 представлен состав комбикормов, с помощью которых проводились опыты по кормлению.

Животных взвешивали в первый день опыта и спустя 10 дней. Соответствующие результаты представлены на рисунке 1, из которого видно, что сорго, экструдированное сорго и экструдированная зерносмесь достоверно увеличивают прирост живой массы по сравнению с контролем, причем существенной разницы между ними не отмечено, однако тенденция к увеличению прироста живой массы после экструдирования сорго имеется.

Для объяснения этого феномена мы исследовали содержание растворимых танинов в зерне сорго до экструдирования и после с помощью ванилинового метода [8]. Установлено, что экструдирование в 3 раза снижает содержание танинов. По-видимому, взлом и заключается положительный эффект экстру-

Таблица 1

Физико-технологические показатели экструдатов

Наименование показателей	Сорго до обработки	Экструдаты			
		сорго	зерносмеси № 1 (10 % сорго)	зерносмеси № 2 (20 % сорго)	зерносмеси № 3 (30 % сорго)
Содержание разрушенного крахмала, %	8	50	60	60	58
Степень набухания экструдата, см ³ /г	–	5,8	5,6	6,1	4,3
Индекс расширения	–	1,24	2,02	1,98	1,16
Коэффициент расширения	–	1,32	1,23	1,03	1,05
Влага, %	13,3	12,4	10,1	9,4	10,4
Угол откоса, град.	46	51	50,5	50,5	49,5
Сыпучесть, см/с	2,67	0,80	1,26	0,95	0,70
Объемная масса, кг/м ³	534	483	632	614	604



Таблиця 2

Состав комбикормов

Наименование компонентов	Группы			
	Контроль	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
Экструдат зерносмеси, %	–	–	–	25
Сорговый экструдат, %	–	–	25	–
Сорго, %	–	25	–	–
Ячмень, %	55	30	30	30
Отруби пшеничные, %	20	20	20	20
Жмых соевый, %	15	15	15	15
Мука мясо-костная, %	2	2	2	2
Биотрит, %	2	2	2	2
Дрожжи кормовые, %	2	2	2	2
Мука рыбная, %	1	1	1	1
Фосфатидный концентрат, %	1,5	1,5	1,5	1,5
Моноглицериды, %	1	1	1	1
Соль поваренная, %	0,5	0,5	0,5	0,5

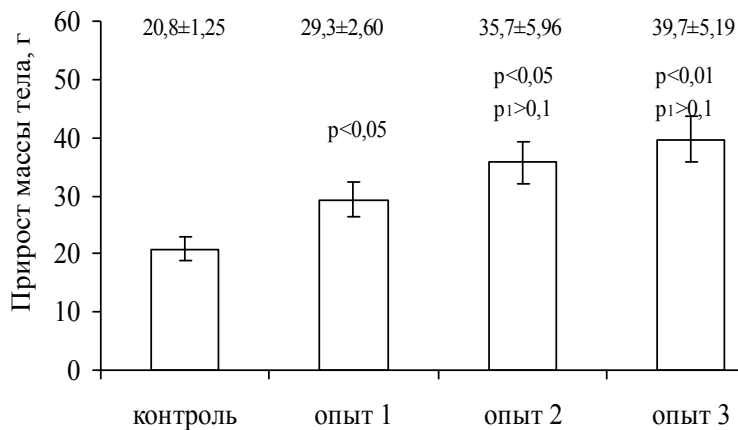


Рис. 1. Прирост массы тела белых крыс
(*p* – показатель достоверности с группой «контроль»; *p*₁ – показатель достоверности с группой «опыт 1»)

дирования.

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

– целесообразно выращивать сорго, поскольку оно является засухоустойчивой культурой, и использовать его в комбикормовой промышленности как высокопитательную зерновую культуру с целью снижения содержания хлебных злаков в рецептах;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Зенькова Н.Н. Новая нетрадиционная кормовая культура – сорго. Н.Н. Зенькова, В.Г. Микуленок // Ученые записки. Витебск.-2003.-т. 39 ч. 2.-с. 186.
2. Массино И. Сорго – сырье для производства крупы. / И. Массино, П. Турсунходжаев, Д. Гафурова // Хлебопродукты.-1998.-№9.-с. 23-25.
3. Алімов Д. М., Білоножко М. А., Бобро М. А. Посібник для студентів агрономічних спеціальностей. – 2001.
4. Самойленко В. В. Сорго зернофуражное і харчове. / В.В. Самойленко, А.Т. Самойленко // Хранение и переработка зерна.-2001.-№2.-с.30-31.
5. Фицев А. Замена пшеницы зерном сорго в кормах бройлеров. / А. Фицев, Ф. Воронкова, М. Мамаева // Комбикорма.-2009.-№1.-с. 62-63.
6. Шепель Н. А. Сорго. – Волгоград: Комитет по печати, 1994. – 448 с.: ил.
7. Мерко І. Екструдати із сорго та соризу значно переважають за якістю рисові і кукурудзяні інгредієнти в сухих сніданках./ І. Мерко, Т. Шварц // Зерно і хліб.-2007.-№2.-с. 49.
8. Методы биохимического исследования растений. Под редакцией Ермакова А. И. – 3 изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат. Ленинград. отд-ние, 1987. – 430 с., ил.

– полученные экструдаты сорго имеют пористую рыхлую структуру, что способствует увеличению переваривания питательных веществ ферментами желудочно-кишечного тракта;

– разработан способ повышения питательной ценности зерна сорго путем экструдирования сорго как отдельно, так и в составе предсмеси зерна и комбикорма, который позволяет снизить содержание танинов в 3 раза;

– биологическим экспериментом установлено, что привесы 3 опытной группы, которая получала полнорационный комбикорм с 25%-м содержанием экструдата сорго на 18 % больше контрольной группы. Привесы 4 группы, которая получала полнорационный комбикорм с 25%-м содержанием экструдата сорго в составе зерносмеси составили 39,7 г, что на 26 % больше группы, которая получала обычный комбикорм;

– экспериментально установлено, что проведение процесса экструдирования позволяет повысить количество разрушенного крахмала в 6 раз;

– установлены рациональные режимы процесса экструдирования: влажность – 16...18 %, давление – 2...3 МПа, температура – 120...130 °С.

Поступила 11.09.2013

Адрес для переписки: ул. Канатная, 112, г. Одесса, 65039

