

- производства: сб. науч. ст. по матер. XVIII Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно: ГГАУ, 2015. – С. 100–101.
4. Радчиков, В.Ф. Конверсия энергии рационов бычками в продукцию при скармливании сапропеля / В.Ф. Радчиков, С.А. Ярошевич, В.М. Будько, В.А. Люндышев, Н.А. Шарейко // Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи: матер. IV міжнародної науково-практичної конференції / за ред. проф. М.Г. Повознікова / Подільський державний аграрно-технічний ун-т. – Кам'янець-Подільський: Видавець ПП Зволейко Д.Г., 2014. – С. 154–155.
  5. Раков, А.А. Особенности накопления органического вещества в сапропелевых залежах Беларуси / А.А. Раков, Б.Б. Курзо, Ю.Л. Бурак, А.А. Ордовский // Органическое вещество торфа: тез. докл. Междунар. симп. – Минск, 1995. – С. 94.
  6. Солдатенков, П.Ф. Сапропель в животноводстве и ветеринарии: моногр. / П.Ф. Солдатенков // Свердловск: Средне-Уральское кн. изд-во, 1970. – 100 с.
  7. Морфо-биохимический состав крови и продуктивность ремонтных телок при использовании зерна рапса и люпина в составе БВМД / В.Ф. Радчиков, В.Н. Куртина, В.П. Цай, А.Н. Кот, В.А. Люндышев // Зоотехнічна наука Беларусі: сб. науч. тр. – Жодино, 2012. – Т. 48, ч. 1. – С. 322–330.
  8. Радчиков, В.Ф. Использование новых кормовых добавок в рационе молодняка крупного рогатого скота / В.Ф. Радчиков, Е.А. Шнитко // Научные основы повышения продуктивности с.-х. животных: сб. науч. тр. СКНИИЖ / СКНИИЖ. – Краснодар, 2013. – Ч. 2 – С. 145–150.
  9. Физиологическое состояние и продуктивность ремонтных телок при использовании в рационах местных источников белка, энергии и биологически активных веществ / В.Ф. Радчиков, Н.В. Куртина, Д.В. Гурина // Зоотехнічна наука Беларусі: сб. науч. тр. – Жодино, 2012. – Т. 47, ч. 2. – С. 208–215.
  10. Казаровец, Н.В. Сбалансированное кормление молодняка крупного рогатого скота: моногр. / Н.В. Казаровец, В.А. Люндышев, В.Ф. Радчиков, В.К. Гурин, В.П. Цай // Минск: БГАТУ, 2012. – 280 с.
  11. Радчиков, В.Ф. Белково-витаминно-минеральные добавки в кормлении молодняка крупного рогатого скота: моногр. / В.Ф. Радчиков, В.П. Цай, В.К. Гурин, А.Н. Кот // Жодино: РУП «НПЦ НАН Беларусі по животноводству», 2010. – 156 с.
  12. Кот, А.Н. Использование минеральных добавок из местных источников сырья в составе комбикормов для телят / А.Н. Кот, В.Ф. Радчиков, В.К. Гурин, А.Н. Шевцов // Науково-технічний бюллетень інституту біології і державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок. – Випуск 11, № 2–3. – Львов: СПОЛОМ, 2010. – С. 140–143.

УДК 636.085:7:631.363.21

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЭКСТРУДИРОВАННЫХ КОРМОВ НА ОСНОВЕ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР**

**А.И. Пунько**, к.т.н. доц., **В.В. Чумаков**, к.т.н.

*Республиканское унитарное предприятие*

*«Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства»*

*г. Минск, Республика Беларусь*

### **Введение**

Одним из главных условий интенсивного и здорового развития животных и птицы является укрепление кормовой базы, обогащение ее различными добавками. Известно, что эффективное использование кормов зависит от сбалансированности рационов кормления, в первую очередь по основным лимитирующим факторам – энергетической ценности и содержанию протеина.

Существующее состояние комбикормовой промышленности в Беларуси не позволяет в короткие сроки решить проблему растущих потребностей в обеспечении животноводческих, птицеводческих и рыбоводческих хозяйств высококачественными комбикормами собственного производства. Требуется внедрение новых технологий и техническое переоснащение комбикормовых предприятий перспективным оборудованием [1].

### Основная часть

Самым простым, общедоступным и обязательным способом подготовки зерна к скармливанию является размол, при котором разрушается его твердая оболочка, после чего эндосперм становится более доступным для слюны и ферментов. После такой обработки значительно увеличивается площадь соприкосновения размолотого зерна с пищеварительным соком, крахмал лучше адсорбирует влагу, и улучшается его усвоение.

Важным фактором, влияющим на продуктивность животных, является поедаемость корма, скорость прохождения его через желудочно-кишечный тракт, объем пищеварительных соков и их ферментная активность [2, 3]. При скармливании зернофуража размер частиц при измельчении зерна должен составлять 1,5–2 мм. Более мелкий помол нежелателен, так как такой продукт трудно используется организмом, увеличиваются потери из-за распыления.

В настоящее время в мировой практике разрабатываются и используются более эффективные способы подготовки зерна к скармливанию, в основе которых лежит комплексное воздействие на крахмал тепла и влаги. Одним из таких способов является экструдирование [3].

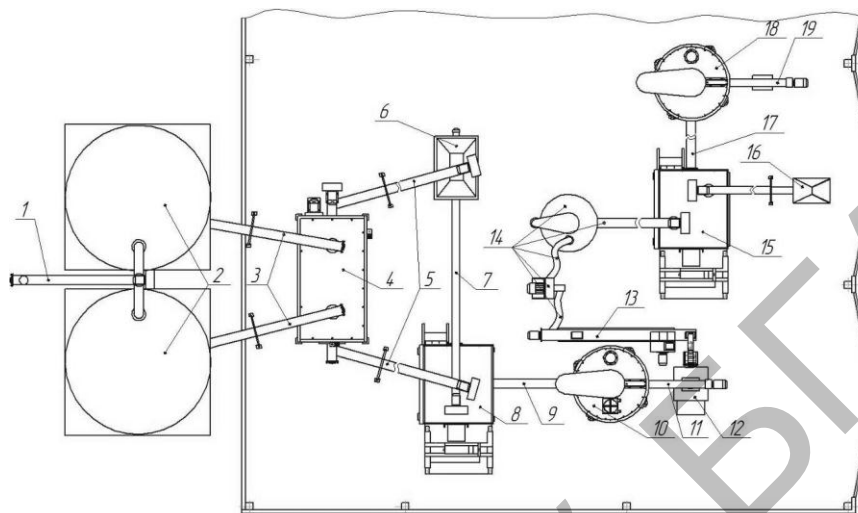
Метод экструдирования совмещает воздействие температуры с эффектом резкого перепада давления в момент выброса продукта из ствола экструдера. Умеренный уровень теплового воздействия – 150 °С в конце процесса в течение 3–6 секунд (продолжительность всего процесса – 30–60 секунд) приводит к равномерной денатурации нативного белка, не нарушая первичные соединения аминокислот и тем самым сохраняя питательную ценность протеина. Активность ферментов (в первую очередь ингибиторов трипсина в сое) снижается до приемлемой нормы, обеспечивающей максимальную кормовую эффективность.

Энергетическая фракция в зерне представлена углеводами (злаковые, горох) и жиром (соя). При прохождении крахмала через экструдер он желатинизируется и на выходе увеличивается в объеме. Этот эффект обеспечивается разрушением структуры гранул и разрывом молекулярной цепи крахмала. Весь процесс напоминает горячее увлажнение этого полисахарида. Различие заключается в том, что при экструдировании процесс происходит в условиях более низкой влажности и гораздо быстрее. Той влажности, которая необходима для смазки элементов шнековой части ствола экструдера, вполне достаточно для желатинизации. При выходе продукта из фильер ствола экструдера влага испаряется, крахмальным гелем быстро затвердевает. Степень увеличения продукта в объеме зависит от содержания крахмала. При экструдировании определенный процент крахмала превращается в декстрины, что напоминает явление, происходящее при поджаривании зерен, готовый продукт приобретает приятный хлебный вкус и запах.

В процессе экструзии вследствие желатинизации крахмала, деструкции целлюлозолигнинового комплекса значительно улучшается кормовая ценность исходных компонентов. Количество крахмала при этом уменьшается на 12 %, а декстринов – увеличивается более чем в 5 раз, количество сахаров возрастает на 14 %. В исследованиях ряда ученых показано, что в сухом веществе дробленого ячменя содержится 5,7 % сахаров и 35,3 % крахмала, а в экструдированном – 10,2 и 22,8 % соответственно [4].

Хорошим источником протеина могут быть семена рапса и продукты их переработки. По аминокислотному составу рапс сопоставим с соей, а по биологической полноценности превосходит кормовые бобы и горох.

Сотрудниками РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработан комплект оборудования КОКД-1,5 для производства БВМД с использованием семян рапса. Схема линии приготовления БВМД представлена на рисунке 1.



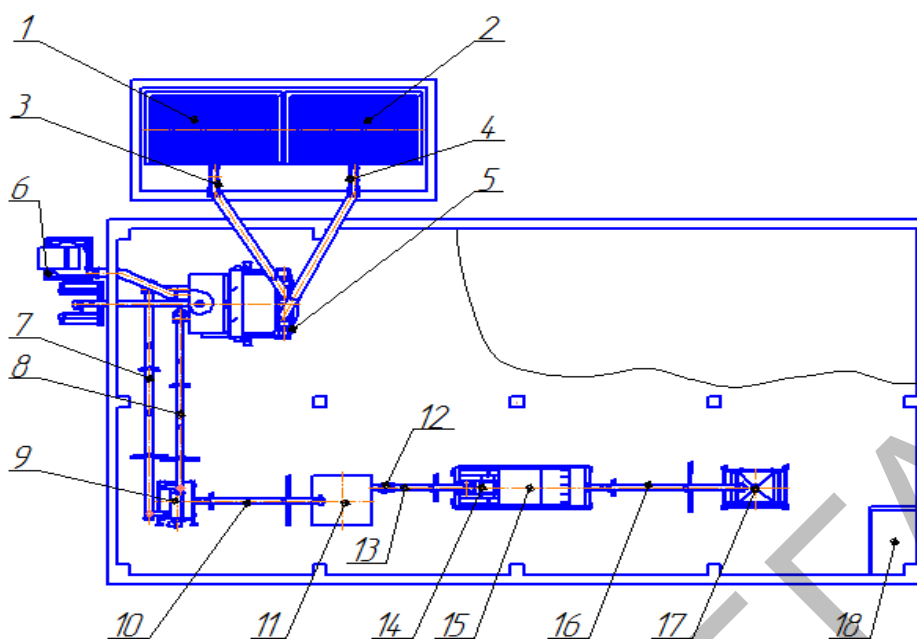
- 1 – транспортер шнековой загрузки бункеров; 2 – бункеры оперативные; 3 – дозирующие шнековые транспортеры; 4 – весы для компонентов; 5 – шнековые транспортеры подачи компонентов в смеситель и дробилку; 6 – вальцовая дробилка с бункером-накопителем на 350 кг; 7 – шнековый транспортер подачи измельченных компонентов в смеситель; 8 – смеситель; 9 – шнековый транспортер выгрузки смеси; 10 – накопитель активный; 11 – шнековый транспортер загрузки экструдера; 12 – экструдер; 13 – охладитель; 14 – установка ЛПК-2 в составе дробилки, смесителя и шнекового транспортера для выгрузки; 15 – смеситель на весах; 16 – шнековый транспортер подачи премиксов; 17 – шнек выгрузки готовой продукции; 18 – бункер-накопитель; 19 – транспортер выгрузки и затаривания в мешкотару

**Рисунок 1. – Технологическая линия комплекта оборудования для приготовления высокобелковых кормовых добавок**

Технология приготовления белкового концентрата включает в себя дозирование, дробление и экструдирование смеси зернового сырья с необезжиренными семенами рапса, измельчение экструдата и его охлаждение, смешивание с обогатительными добавками и расфасовку готовой продукции.

Новые технологии открыли возможности получения высокоусвояемого экструдированного корма на основе зерна бобовых культур и кукурузы. Специалистами научно-практического центра разрабатывается технология и комплект оборудования для приготовления двухкомпонентного экструдированного корма на основе бобов сои и зерна кукурузы. Ведутся исследования по обоснованию оптимальных конструктивно-технологических параметров экструдера, подбираются рациональные составы смесей зерна колосовых и масленичных культур, разрабатываются математические модели для описания процессов экструдирования, которые позволят снизить энергозатраты и обеспечить качественное выполнение технологического процесса.

Технологическая схема линии представлена на рисунке 2.



1, 2 – бункер приемный; 3, 4 – нории; 5 – модуль сепарации; 6 – установка циклона; 7 – конвейер винтовой из сепаратора; 8 – конвейер винтовой из сепаратора; 9 – смеситель; 10 – конвейер винтовой из смесителя; модуль дробления и экструдирования: (11 – бункер-дозатор смеси компонентов; 12 – дробилка молотковая; 13 – экструдер); 14 – конвейер винтовой с пароотводом; 15 – охладитель; 16 – конвейер винтовой из охладителя; 17 – бункер готовой продукции с узлом затаривания (мешки биг-бег); 18 – станция управления

**Рисунок 2. – Технологическая схема комплекта оборудования КОЭК-1**

Данные разработки могут применяться в хозяйствах при модернизации линий по производству комбикормов, а использование новых видов экструдированных кормовых продуктов позволит сбалансировать рационы животных по протеину, жиру, незаменимым аминокислотам, энергии, улучшить вкусовые качества кормов, повысить удои и содержание жира в молоке.

#### Литература

1. Афанасьев, В.А. Руководство по технологии комбикормовой продукции с основами кормления животных / В.А. Афанасьев. – Воронеж, 2007. – 183 с.
2. Передня, В.И. Малозатратные технологические процессы – основа получения конкурентоспособной продукции / В.И. Передня. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2013. – 132 с.
3. Лазарев, Ю. Легкопереваримые углеводы в кормлении коров / Ю. Лазарев, И. Кузмин // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2006. – № 10.
4. Экструзионная технология пищевых продуктов / Г.О. Магомедов [и др.] // Пищевая промышленность. – 2003. – № 12.