

DOI 10.25741/2413-287X-2019-03-2-050

УДК 636.085.51+636.086.1

ПРОИЗВОДСТВО КОРМА В ЭКСТРУДЕРЕ-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕ С ВВОДОМ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ

В. ПАХОМОВ, д-р техн. наук, **А. АЛФЁРОВ**, **С. БРАГИНЕЦ**, **О. БАХЧЕВНИКОВ**, кандидаты техн. наук, ФГБНУ Аграрный научный центр «Донской»
Д. РУДОЙ, канд. техн. наук, ФГБОУ ВО Донской государственный технический университет
E-mail: oleg-b@list.ru

Предложен способ производства экструдированного корма, включающий измельчение, отдельную загрузку в экструдер фуражного зерна и зеленой растительной массы, например люцерны, совместное их экструдирование. Данный способ позволяет повысить питательную ценность кормов для сельскохозяйственных животных. Для его реализации разработан экструдер-измельчитель, который включает в себя дисковый измельчитель, винтовой конвейер и «сухой» одношнековый экструдер. Благодаря этому возможно без значительных затрат восполнить потребность животных в растительном протеине и каротине путем ввода зеленой растительной массы в состав кормов.

Ключевые слова: корм, измельчение, экструдер, экструзия, растительная масса, фуражное зерно.

В настоящее время актуальной задачей является повышение усвояемости фуражного зерна [1], которое в России служит основным компонентом комбикормов для сельскохозяйственных животных. Один из методов повышения переваримости зерна — его экструдирование [2].

Отечественная промышленность освоила выпуск одношнековых экструдеров производительностью 0,1–0,5 т/ч для экструдирования зерна в небольших сельхозпредприятиях. Но для эффективного процесса экструдирования зерно обладает недостаточной влажностью [3]. Требуется его предварительно увлажнять методом отволаживания или пропаривания перед подачей в экструдер, что усложняет и удорожает технологический процесс [4, 5]. Рациональное решение этой проблемы — экструдирование фуражного зерна вместе с влажным растительным сырьем. Такое сырье не может быть включено в состав кормовых смесей или комбикормов без дополнительной обработки, снижающей его влажность, в частности без экструдирования. Эффективно совместное экструдирование зерна и зеленой растительной массы кормовых трав, особенно люцерны [3, 6], что также обогащает корм растительным протеином и каротином [7].

The method is proposed for the production of an extruded feed involving separate preliminary grinding of feed-grade grain and herbage (e.g. alfalfa) and subsequent combined extrusion. This method can improve the nutritive value of feed. Special combination of fun grinder, conveying screw, and «dry» one-screw extruder was developed. The technology and equipment developed are resulted in a low-cost supplementation of feeds with the herbage to supply vegetable protein and carotenoids to animals.

Keywords: feed, grinding, extruder, extrusion, herbage, feed-grade grain.

Учеными Аграрного научного центра «Донской» и Донского государственного технического университета разработан способ производства экструдированного корма с вводом зеленой растительной массы (патент RU 2619981). Он состоит в следующем. Зерно, например пшеницу, предварительно измельчают в молотковой дробилке для снижения энергоемкости процесса экструдирования. Растительную массу кормовых трав исходной влажностью 50–60% измельчают до частиц размером 4–6 мм непосредственно перед дозированием и загрузкой в экструдер. Зерно и измельченную растительную массу дозируют и загружают в экструдер отдельно. При экструдировании два исходных компонента перемешиваются, выравнивается влажность по всему объему продукта, а избыточная влага выделяется в виде пара. Под действием высокого давления (1,5–2,0 МПа) и температуры (130–140°C) формируется зернорастительный экструдат, который затем измельчают и охлаждают.

Исходное соотношение фуражного зерна и зеленой растительной массы может составлять от 6:1 до 3:1, что соответствует содержанию растительной массы в готовом корме от 14 до 25%.



Достоинства предлагаемого способа: повышение питательной ценности корма путем увеличения содержания в нем растительного протеина и каротина, повышение усвояемости фуражного зерна, снижение потерь каротина в ходе технологического процесса.

Препятствием на пути реализации предлагаемого способа производства экструдированного корма является то, что конструкция используемых в сельхозпредприятиях экструдеров не позволяет отдельно загружать и совместно экструдировать два вида сырья. Кроме того, для лучшей сохранности каротина необходимо исключить промежуточное хранение растительной массы после предварительного измельчения, а измельчать ее непосредственно перед дозированием и загрузкой в экструдер без технологической паузы.

Разработана конструкция экструдера-измельчителя (рис. 1) для производства экструдированного корма из фуражного зерна и зеленой растительной массы (патент RU 2619981). Он включает «сухой» одношнековый экструдер 1, дисковый измельчитель 8 и винтовой конвейер 13.

Дисковый измельчитель 8 состоит из загрузочного бункера для зеленой массы 9 и камеры измельчения 10, в которой установлены ротор 11 и статор 12. Ротор 11 выполнен в виде вала с активными дисковыми ножами, а статор 12 — в виде неподвижной оси с пассивными дисковыми ножами. Растительная масса захватывается зубьями вращающихся активных дисковых ножей ротора 11 и измельчается ими и пассивными дисковыми ножами статора 12 за счет удара и резания до частиц размером 4–6 мм. После измельчения растительная масса из камеры измельчения 10 транспортируется в сборную воронку 4 с помощью винтового конвейера 13, который соединяет дисковый измельчитель 8 и одношнековый экструдер 1, и равномерно подает растительную массу в экструдер, тем самым ее дозируя.

Одношнековый экструдер 1 включает в себя загрузочный бункер 7 для измельченного зерна с объемным дозатором 6, соединенный лотком 5 со сборной воронкой 4, сообщаемой с расположенной в корпусе 3 рабочей камерой 16. В процессе работы экструдера в его рабочую камеру 16 через сборную воронку 4 отдельно поступают измельченное зерно из бункера 7 и измельченная растительная масса из винтового конвейера 13. Вращающиеся витки шнека 17 захватывают частицы зерна и зеленой массы и перемещают их по рабочей камере 16 к матрице 2, одновременно перемешивая. Под действием высокой температуры и давления в рабочей камере 16, а также резкого перепада давления на выходе из матрицы 2 формируется зернорастительный экструдат.

Благодаря совмещению в одном агрегате измельчителя растительной массы и экструдера удалось достичь высокой сохранности содержащегося в зеленой массе каротина и протеина. Конструкция экструдера-измельчителя позволяет

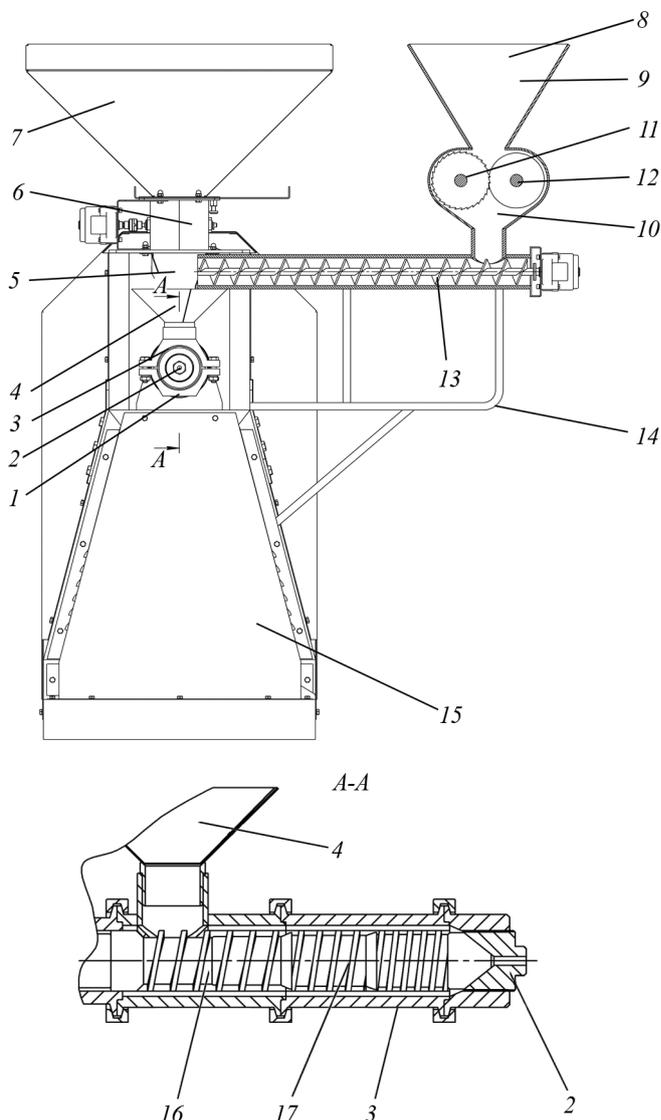


Рис. 1. Конструкция экструдера-измельчителя:

- 1 — одношнековый экструдер; 2 — матрица;
3 — корпус экструдера; 4 — сборная воронка; 5 — лоток;
6 — объемный дозатор; 7 — загрузочный бункер для измельченного зерна; 8 — дисковый измельчитель;
9 — загрузочный бункер для зеленой массы;
10 — камера измельчения; 11 — ротор; 12 — статор;
13 — винтовой конвейер; 14 — съемные опоры;
15 — станна экструдера;
16 — рабочая камера экструдера; 17 — шнек

раздельно загружать в него два вида сырья, что исключает их предварительное смешивание в смесителе и упрощает технологический процесс производства корма.

На базе предложенного конструктивного решения разработан экспериментальный одношнековый экструдер кормов ЭК-80 производительностью 80 кг/ч (рис. 2).

Производство экструдированного корма по данной технологии является альтернативой энергоемкой и сопровождающейся значительными потерями каротина

(до 50%) технологии заготовки травяной муки методом высокотемпературной сушки. Такой способ позволяет вводить зеленую растительную массу в корм без значительных энергетических затрат и практически без потерь содержащегося в ней каротина (7–10%).

В процессе экструзии зеленая масса кормовых трав теряет до 50% первоначальной влажности, что дает возможность вводить ее в состав корма без предварительной сушки. Готовый зернорастительный экструдат влажностью 13–15% не требует дополнительного досушивания. Помимо этого, экструдирование значительно повышает усвояемость фуражного зерна, в частности, степень клейстеризации крахмала повышается на 30–35%.

При использовании традиционных технологий экструдирования зерна и заготовки белковой витаминно-травяной муки удельная энергоемкость для экструдирования составляет 100–150 кВт·ч/т, а для сушки и гранулирования травяной муки — 200 кВт·ч/т. Таким образом, общие удельные энергозатраты на производство белкового корма равны 300–350 кВт·ч/т. Предлагаемая технология позволяет получить фактически эти же продукты, совмещенные в одном виде корма, при удельных энергозатратах 85–90 кВт·ч/т, что в 3 раза меньше по сравнению с традиционными методом.

Внедрение разработанных инновационной технологии и экструдера-измельчителя позволит балансировать рационы сельскохозяйственных животных по содержанию растительного протеина и каротина путем ввода зеленой растительной массы в состав корма. При этом измельченный зернорастительный экструдат можно использовать непосредственно для кормления животных либо как компонент при производстве комбикормов. В 1 кг экструдированного корма содержится (в пересчете на сухое вещество при соотношении 70% пшеницы и 30% растительной массы люцерны): 140–148 г протеина, 40–41 г клетчатки и 20–32 мг каротина.

Литература

1. Тищенко, П. И. Как повысить эффективность использования зерна / П. И. Тищенко // Животноводство России. — 2014. — № 9. — С. 67–68.
2. Янова, М. А. Влияние экструдирования на пищевую и биологическую ценность зерна / М. А. Янова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2011. — № 3. — С. 167–170.
3. Хоренжий, Н. В. Исследование процесса экструдирования комбикормов с содержанием влажных кормовых трав



Рис. 2. Экструдер ЭК-80

- (часть 1) / Н. В. Хоренжий // Зерновые продукты и комбикорма. — 2014. — № 1. — С. 33–36.
4. Bordoloi, R. Extrusion technique in food processing and a review on its various technological parameters / R. Bordoloi, S. Ganguly // Indian Journal of Science, Research and Technology. — 2014. — Т. 2. — № 1. — С. 1–3.
 5. Щербакова, О. Е. Особенности экструдирования зерна при вводе в корма для поросят / О. Е. Щербакова, Р. Бехметьев // Комбикорма. — 2012. — № 8. — С. 57–59.
 6. Оценка эффективности производства экструдированных кормов на основе смеси зерна и растительных компонентов / В. В. Матюшев [и др.] // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2015. — № 11. — С. 140–145.
 7. Шевцов, А. А. Анализ инновационной привлекательности использования вегетативной массы растений в комбикормах / А. А. Шевцов, А. В. Дранников, А. А. Коротаева // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. — 2013. — № 1. — С. 224–226. ■