

СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОРМОВ ДЛЯ КРС

Автор: Франц Тифентхалер, 41-й специализированная конференция по КРС, 2014 год, Австрия. Перевод Елены Бабенко, специально для soft-agro.com

РЕЗЮМЕ

Тема о том, как мелко должны быть измельчены зерновые для крупного скота, обсуждается снова и снова. Посредством измельчения зерно разрушается и освобождаются крахмальные зёрна. Благодаря этому переваримость зерновых значительно возрастает, за исключением овса. Улучшается способность смешиваться с другими кормовыми компонентами, такими как экстракционные шрота и минеральные корма и т.п.

Слишком сильное измельчение улучшает переваримость, но повышает образование пыли, из-за чего снижается потребление корма. Повышенный риск ацидоза рубца при скармливания мелкой дерти по сравнению с крупной не может быть установлен напрямую, поскольку все результаты проведённых опытов из литературы проводились на полнорационных рационах.

Специальные способы обработки с использованием температуры и давления повышают переваримость крахмала ещё на одну ступень, но из-за увеличения финансовых расходов оправданы только в кормах для телят.

Ключевые слова: степень измельчения зерновых, показатель рН рубца

ВСТУПЛЕНИЕ

После основных кормов концентраты – это важный поставщик энергии и питательных веществ в кормлении коров. Доля концентратов в потребляемом сухом



веществе у высокопродуктивных коров может составлять до половины всего рациона.

Поэтому концентрированные корма значительно влияют на процессы пищеварения у дойных коров в течение длительных периодов. Какое же влияние имеют различные способы обработки на переваримость концентрированных кормов? Как мелко должны быть измельчены зерновые для жвачных животных? Именно о степени измельчения зерновых полемика ведётся снова и снова.

О неправильном применении концентратов есть много разных публикации. Из-за низкой доли структурных компонентов рационы с высоким содержанием концентратов нарушают здоровье жвачных животных. Следствия достаточно известны: низкая активность пережёвывания, снижение производства слюны, снижение показателя рН в рубце, снижение количества микроорганизмов, переваривающих клетчатку, высвобождение эндотоксинов, негативные следствия для копыт, вымени и здоровья животных в целом.

Для определения того, сбалансирован ли рацион с точки зрения здоровья жвачного животного, были разработаны различные показатели.

Наряду с содержанием сырой клетчатки рациона в последние годы дополнительно рассматриваются структурные углеводы.



Пенсильванские сита

Особенно NDF

(нейтрально детергентная клетчатка – гемицеллюлоза, целлюлоза и лигнин) является важным показателем для оценки как отдельного кормового сырья, так и рационов в целом. Также имеет значение оценка длины частиц основных кормов. В практике такую оценку проводят, [просеивая пробу полностью смешанного рациона через сита](#). Цель этих стараний – определить допустимые с точки зрения физиологии рубца доли концентратов в рационе, которые не имеют негативного влияния на здоровье животных.

Для концентрированных кормов большое значение имеет способ их обработки, поскольку благодаря этому может достигаться значительное влияние на переваримость, расщепляемость и, тем самым, на действие в рубце. Помимо улучшения переваримости крахмала («раскрытие» крахмала) могут быть получены и другие эффекты, например, сокращение антипитательных, то есть замедляющих переваривание, веществ, уничтожение патогенных бактерий, снижение

пыльности, гомогенность смешивания, улучшенное потребление корма и т.д.

Исследования о влиянии шагов переработки зерновых компонентов на показатели продуктивности в основном происходят из США. Далее мы приведём описание самых важных способов переработки зерновых культур и их влияния на параметры продуктивности дойных коров.

ОПИСАНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ЗЕРНОВЫХ

Обработке могут быть подвержены как отдельные зерновые компоненты, так и готовые кормовые смеси. В основном при производстве комбикормов сначала происходит очистка и измельчение, а потом смешивание отдельных компонентов и выпуск готового комбикорма в сыпучем или гранулированном виде.

Самые распространённые способы обработки кормового сырья:

- Очистка
- Механическая обработка
- Биологическая и химическая обработка
- Термическая, гидротермическая, термомеханическая и гидротермомеханическая обработка.

Различные способы воздействия по-разному влияют на зерно. Особенно позитивно большинство способов обработки влияет на доступность крахмала, благодаря возникающему в процессе нагреванию. В процессе обработки зёрна разрушаются, смешиваются с другими компонентами или разделяется на отдельные фракции (таблица1).

Таблица 1: Распределение питательных веществ в зерновке (рожь, пшеница)

	Плодовая оболочка	Семенная оболочка	Алейроновый слой	Эндосперм	Зародыш
Доля в общем зерне, %	5,5	2,5	7,0	82,5	2,5
Сырая зола, %	5	20	5-10	1	4,5
Сырой протеин, %	7,5	18	30-38	9-14	26
Сырой жир, %	0	0	10	1-2	10
Сырая клетчатка, %	38	1	6	0,2	2
БЭВ, %	50	50	30-40	81-87	50

На сельскохозяйственных предприятиях зерновые обычно грубо измельчают или плющат. К ним добавляют белковые компоненты и минеральные корма и получают готовые кормовые смеси. Дальнейшая обработка, как правило, не принята.

На комбикормовых заводах используют большое множество кормового сырья, из которого производят готовые комбикорма различными способами. Цели всех этих шагов переработки можно классифицировать следующим образом (по Джероу и др. 2008:

- Поддержание качества во время хранения;
- Улучшение механических свойств при транспортировке, фасовке, хранении и скармливании;
- Обеспечение гомогенного смешивания;
- Устранение или снижение антипитательных компонентов кормового сырья;
- Обеспечение высокого потребления корма;
- Оптимальное переваривание питательных веществ корма;
- Оптимизация процессов, протекающих в рубце;

- Повышение кормовой ценности;
- Улучшение гигиенического статуса.

Самые важные способы обработки и переработки, которые обычно применяются к концентрированным кормам, описаны далее (по Джероу и др. 2008, с изменениями, таблица 2).

На сельскохозяйственном предприятии обычно зерно измельчают и плющат. При



Устройство молотковой мельницы

этом подвижные и закалённые молотки-пластины разбивают зёрна и пропускают их через сита или сетку из нержавеющей стальной проволоки. Измельчение дерти отдельного вида зерновых зависит от количества ударов, числа оборотов мельницы и размера

отверстий сита или сетки. Также на качество дерти влияет уровень изношенности молотков. Чем более они изношены, тем больше времени необходимо мельнице, чтобы измельчить зерно до такой степени, чтобы оно проходило через сита. Таким образом продуктивность мельницы снижается, измельчаемая масса дольше остаётся в устройстве. Она сильнее

Таблица 2. Механическая переработка и обработка кормовых средств

Способы обработки	Кормовое сырьё	Технология	Постановка цели и польза	Возможные недостатки
Размол	Зерно (зерновые, бобовые, масличные культуры) Побочные продукты переработки растительного сырья (например, жмых, шрот)	Молотковая мельница, валковая мельница	Предпосылка для смешиваемости и способности к грануляции, лучшее потребление и более высокая переваримость (значительно у КРС и свиней, незначительно у овец)	При интенсивном измельчении язвы желудка и проблемы с усвоением
Плющение	Зерновые Зерно кукурузы	Валковая мельница Дополнительное оборудование	Улучшенная переваримость (КРС), такое же действие, как и при размоле, но затраты энергии ниже. Отсутствие непереваренного зерна или крупных частиц зерна в навозе скота, благодаря этому более высокая переваримость крахмала и более высокая энергетическая кормовая ценность.	
Очистка от оболочек	Зерновые, бобовые, масляные	Шелушильная машина	Отделение шелухи, оболочек и лузги; повышение переваримости и более высокая энергетическая ценность, снижение антипитательных веществ (например, танины в кормовых бобах и горохе), расширение областей применения	Потеря веществ; при слишком интенсивной обработке также потери эндосперма.

Таблица 3. Способы термической обработки (частично в комбинации с давлением и обработкой паром)

Способы обработки	Принцип действия	Кормовое сырьё	Постановка цели и польза	Возможные недостатки
Гранулирование	Кондиционирование посредством пара, уплотнение в прессе, охлаждение и сушка; Физические условия, которые воздействуют на корм в прессе: с 80°C, >10 сек., давление окружающей среды	Комбикорм, прежде всего для телят, поросят, бройлеров, рыбы	Снижение количества болезнетворных бактерий, инактивация антипитательных веществ, нет расслоения при транспортировке, хорошая текучесть гранул; сниженный объём, высокое потребление и благодаря этому лучшее обеспечение питательными веществами и энергией, улучшение продуктивности, меньше потерь корма, нет избирательности, частично улучшенная переваримость.	Потери витаминов, потребление питательных веществ и энергии выше нормы
Экспандирование	Пропускание корма посредством шнека через цилиндр, выдерживающий высокое давление при подаче водяного пара; гидротермомеханическое кондиционирование под давлением; физические условия: 100-130°C, ок. 5-10 секунд, около 40 бар	Зерновые, бобовые, комбикорм для поросят, птицы, белковые корма для жвачных	Открытие крахмала, но только незначительное улучшение переваримости, инактивация антипитательных веществ, снижение бактериального загрязнения, уничтожение сальмонеллы, улучшение способности поддаваться прессованию и, тем самым, возможность улучшить стабильность гранул с высокой долей тяжело гранулируемых компонентов.	Повреждение протеинов, разрушение витаминов, инактивация энзимов (например, фитазы) и пробиотиков
Экструдирование	Пропускание корма через цилиндр, выдерживающий высокое давление с одним или двумя шнеками под давлением и паром; гидротермомеханическая обработка с заключительной формировкой; физические условия, которые воздействуют на корм: 130-160°C, ок. 5-10 сек, ок. 60 бар	Корма для котов/собак, рыбы, поросят, белковые корма для КРС	Открытие крахмала и значительное улучшение переваримости, разрушение ингибиторов протеазы, снижение бактериального загрязнения, снижение расщепляемости протеина в рубце, экструдат (конечный продукт) сравним с гранулами, но с меньшей плотностью	Повреждение протеинов, снижение активности фитазы, разрушение витаминов
Тостирование	Обработка водным паром под давлением. В шнековых прессах не достигается температура, которая представляет эффект тостирования	Экстракционные шроты (соя, рапс), но также маслосодержащие зёрна, зернобобовые	Удаление экстракционного средства, инактивация ингибиторов энзимов (благодаря чему улучшается переваримости и конверсия протеинов у моногастричных) и других антипитательных веществ (например, глюкозинолатов), снижение расщепляемого в рубце протеина	Ухудшение расщепляемости протеинов, потери лизина
Микронизация	Внезапное нагревание (100-120°C) в инфракрасной печи в течение 20-40 секунд	Зерновые, комбикорма	Вспучивание зерна с заключительным плющением, высушивание, изменение структуры крахмала, повышение переваримости, разрушение ингибиторов	Повреждение протеина
Джет-сплодинг (Jet-Sploding)	Краткосрочное нагревание посредством действия сухого тепла (105-120°C или выше)	Зерновые, белковое сырьё	Сушка зерновых, снижение расщепляемости протеина в рубце (например, продукты из рапса), открытие крахмала при заключительном плющении	Снижение расщепляемости или переваримости протеина
Вспучивание	Быстрое нагревание без добавления воды	Зерновые, например, кукуруза, просо/сорго	Изменение структуры крахмала для молодняка (поросята, телята)	-
Плющение под паром	Обработка паром и плющение	Зерно зерновых культур (кукуруза), овсяные хлопья	Инактивация липазы, пероксидазы, благодаря этому лучшее хранение, изменение структуры крахмала для молодняка (поросята, телята)	-

времени для остывания. В этой фазе микроорганизмы могут быстро размножаться. Поэтому мельница или плющилка должна своевременно проходить техническое обслуживание.

На комбикормовых заводах наличие антипитательных веществ в кормовом сырье снижается, благодаря специальным способам обработки, чаще всего с использованием водного пара и температуры (тостирование). Эти вещества содержатся во многих кормах в натуральном виде, особенно в бобовых культурах (кормовые бобы, горох, соя и т.д.). Они препятствуют активности энзимов и снижают доступность питательных веществ кормового сырья. Эффективность тостирования сои, например, проверяют с помощью определения активности уреазы. Уреаза – это энзим, который производит аммиак из азотсодержащих соединений, например, мочевины, при образовании углекислого газа. Благодаря тостированию активность этого энзима подавляется и образуется меньше аммиака. Благодаря определению активности уреазы можно судить об эффективности тостирования. Если активность уреазы низкая, это говорит о том, что были деактивированы и другие антипитательные вещества, которые могут препятствовать действию пищеварительных энзимов.

Способ обработки отдельного кормового сырья или видов зерновых имеет большое влияние на их переваримость. При покупке

готового комбикорма нужно учитывать, какой способ производства применяли (таблица 3).

Произведённое на сельскохозяйственных предприятиях кормовое сырьё может быть подвержено процессам обработки только в очень ограниченной степени. Большинство собственных зерновых перемалывается или плющится, а другие способы обработки вряд ли возможны. Насколько важно измельчение зерновых для переваримости, показывают данные из таблицы 4.

Видно, что овцы могут переваривать цельные зёрна практически также хорошо, как и измельчённые. У овец процесс пережёвывания значительно интенсивнее, чем у КРС, благодаря чему цельное зерно измельчается и очень хорошо переваривается.

ТРЕБОВАНИЯ К КОНЦЕНТРИРОВАННЫМ КОРМАМ ДЛЯ КРС

Крахмал среди неструктурных углеводов является самым важным источником энергии из концентрированных кормов для крупного рогатого скота. Он поступает в рацион главным образом благодаря использованию зерновых культур. Такое развитие стало возможным также по причине доступности зерновых. С увеличивающейся продуктивностью растут требования к повышенному содержанию энергии в рационах, что делает необходимым повышение переваримости крахмала.

Таблица 4. Влияние измельчения зерновых культур на переваримость питательных веществ у разных видов животных (из разных литературных источников, процитировано JEROCH и др. 2008)

Вид животных	Вид зерновых	Свойства зерна	Переваримость			
			Органическая масса	Сырой протеин	БЭВ	Сумма БЭВ+сырая клетчатка
КРС	Пшеница	Цельное	55	53	-	43
		Измельчённое	90	77	-	92
Овцы	Пшеница	Цельное	88	77	-	80
		Измельчённое	89	81	-	91
Свиньи	Ячмень	Цельное	64-67	58-60	75	-
		Измельчённое (от средней до мелкой степени)	78-85	78-84	88-90	-

Снова и снова ведутся дискуссии о степени измельчения зерновых. Из свиноводства известно, что зерновые лучше перевариваются, если они имеют мелкий помол. Но чрезмерное измельчение вызывает у свиней язвы желудка. Должен быть найден компромисс между сильным измельчением с высокой переваримостью и грубой структурой для поддержания здоровья желудка ([степень измельчения корма для свиней](#)).

Также в кормлении крупного рогатого скота полемизируют по поводу того, насколько мелко может/должно быть измельчено зерно для коров. В некоторых местах помол зерновых

поставлен под вопрос и плющение считается тем способом обработки, который является правильным для крупного рогатого скота. Факт же в том,

что размол лучше, чем плющенное зерно, смешивается с другим кормовым сырьём, таким как шрота, а особенно с компонентами с большим удельным весом, такими как минеральный корм, соль или кормовой мел. И расслоение смеси происходит очень незначительное. Кормовые смеси из измельчённых компонентов остаются более однородными и стабильными, чем смеси из плющенного зерна. А пыльность ниже при плющении.

Для улучшения однородности и, особенно, стабильности кормового сырья комбикормовая промышленность использует гранулирование. Чтобы гранулы оставались стабильными и по возможности не разрушались, отдельные компоненты должны быть очень мелко смолоты. Поэтому гранулированный корм всегда имеет ещё более низкую структурность, чем смолотый корм.

Для проверки степени измельчения кормовой дерты можно отправить пробы в лабораторию. Там производится точное определение отдельных фракций посредством просеивания через разные сита. Простой и быстрый способ определения возможен на месте с помощью использования специального устройства из сит разного размера. Определённое количество корма разделяется на четыре фракции (>3 мм, 2-3 мм, 1-2 мм, <1 мм) и выражается в процентном соотношении. Благодаря этому возможны очень быстрая градация кормовой смеси на грубые и мелкие части и определение качества переработки.

В целом рекомендуется комбикорм для КРС измельчать не очень мелко, чтобы избежать быстрого расщепления крахмала и вызванного этим резкого снижения показателя рН рубца. Благодаря этому можно



Сита для проверки степени измельчения кормового сырья

избежать субклинического и клинического ацидоза рубца. Кормовые смеси также по возможности должны содержать мало пыли, то есть частички <1 мм.

Помимо степени измельчения большое значение имеет количество комбикорма и форма его скармливания животным. Дневная доза комбикорма должна быть разделена на порции таким образом, чтобы за один раз скармливалось менее 2 кг. Наименее вредное снижение рН рубца может быть достигнуто тогда, когда основные корма скармливаются одновременно с концентратами, как это происходит при кормлении полнорационным рационом. В этом случае степень измельчения зерна играет второстепенную роль. Даже наоборот, очень мелко смолотые концентраты распределяются более равномерно в полнорационном рационе, лучше прилипают к частичкам основного корма и, таким образом, животные не могут их выбирать.

В специальной литературе по этому вопросу можно найти очень мало работ. Большинство происходят из США и исследуют различные степени измельчения или обработки зерновых под давлением.

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЗЕРНОВЫХ НА КРС

В научных работах описано влияние различных процессов по обработке и переработке зерновых культур. Улучшение переваримости смолотого зерна главным образом приводит к увеличению площади взаимодействия с кормом микроорганизмов в рубце и пищеварительных энзимов – в нижнем кишечном тракте.

В норвежской работе от SVIHUS и др. (2005) докладывается, что *грануляция* и *экспандирование* едва ли имеют влияние на переваримость зерновых. Но из-за интенсивной обработки крахмала, содержащегося в зерновых, которая происходит, например, в процессе *экструзии*, переваримость кормов значительно улучшается. В процессе *размола* зерновых разрушается оболочка зерновок и крахмальные зёрна освобождаются. Из-за этого энзимы микроорганизмов рубца могут действовать более эффективно.



Переваримость крахмала сильно зависит от размера его частиц. Чем они мельче, тем лучше переваримость. Количество разбитых крахмальных зёрен зависит от жёсткости соединений между крахмалом и протеиновой матрицей. У кукурузы эти соединения особенно сильные. Это объясняет, почему сильное измельчение значительно улучшает переваримость кукурузы по сравнению с другими видами зерновых, такими как ячмень или пшеница.

Гранулирование зерновых, таких как ячмень, овёс и пшеница, должно было бы улучшать их переваримость из-за воздействия на сырьё давления и температуры. Но LJØKJEL и др. (2003) обнаружили, что грануляция не улучшает расщепляемость кормов в рубце. Причиной было названо то, что условия грануляции при умеренной влажности и

температуре около 80°C недостаточно, чтобы раскрыть крахмал. Авторы сделали вывод, что такие виды зерновых, как кукуруза и просо (сорго), которые сравнительно стабильны в рубце, лучше поддаются расщеплению после обработки посредством таких процессов как измельчение, гранулирование, экструзия и экспандирование. А и без этого хорошо расщепляемые в рубце зерновые, такие как ячмень, овёс и пшеница, реагируют на такое воздействие очень незначительно.

В одном кормовом опыте иранские учёные сравнивали действие ячменя, обработанного различными способами, на потребление животными сухого вещества, активность жвачки, ферментацию рубца и молочную продуктивность (SOLTANI и др. 2009). Ячмень был очень мелко смолот или обработан давлением и введён в рацион в количестве 30 или 35% сухого вещества общего рациона. Ожидалось, что смолотый ячмень вызовет снижение потребления корма из-за образования пыли и быстрого образования летучих жирных кислот. Но исследование показало, что между двумя группами не было различия. Риск субклинического ацидоза рубца был выше из-за доли ячменя в рационе, чем из-за способа его обработки.



В большом опыте на 60 коровах гольштейнской породы в университете Альберта (Канада) исследовалось применение мелкого и грубого помола ячменя (McGREGOR и др. 2007). Помол измеряли посредством так называемого индекса переработки (processing index, PI). При этом сравнивали вес гектолитра до и после измельчения. У ячменя грубого помола индекс PI составлял 1:0,8, у мелкого помола – 1:0,6. Разные помолы не повлияли на потребление сухого вещества, молочную продуктивность, показатели жира и белка молока.



В кормовом опыте в Университете Исфahan (Иран) 8 коров гольштейнской



породы, отелившихся несколько раз, обеспечивались в течение 4-х периодов длительностью каждый 21 день 4-ю видами различно обработанной дерти, включённой в полнорационный рацион (SADR1 и др. 2007). Здесь исследовали влияние переработки ячменя на показатели продуктивности коров. Ячмень был мелко размолот, обработан давлением (хлопья), и расплюснут мелко и грубо. Индекс переработки грубо размолотого ячменя составлял от 1:0,7 до 1:0,8. Также в этом опыте не было найдено влияние разных видов обработки зерна на потребление сухого вещества, молочную продуктивность или здоровье рубца. Во всех четырёх группах потребление сухого вещества составляло от 23,2 до 24,0 кг, а надои от 26,7 до 29,0 кг без значительных различий.

В бразильском кормовом опыте, который повторяли два раза, можно было наблюдать на двенадцати фистулированных коровах действие зерна кукурузы различной обработки (FERREIRA и др. 2007): сырой сахар в грубо измельчённой кукурузе, сырой сахар в мелко измельчённой кукурузе и сырой сахар в обработанной давлением кукурузе (кукурузные хлопья). Потребление зерна, обработанного давлением, было на 45,1 и 42,1% ниже, чем при других способах переработки. Из-за этого наблюдалось снижение потребления сухого вещества на 24,5 и 22,6%, снижение потребления питательных веществ и более высокое потребление NDF. Но при этом также не были выявлены отличия в потреблении переваримого сухого вещества и переваримого крахмала.



Шведская работа исследовала кормовое сырьё и его переработку с точки зрения привлекательности для дойных коров (SPÖRNDLY и др. 2006). В 11 коротких опытах тёлки могли выбирать различное кормовое сырьё и различные виды его обработки: ячменная дерть, рапсовый шрот, обработанный температурой рапсовый шрот, соевый шрот, смолотая люцерна, рапсовый жмых, гороховая дерть, пшеничная дерть, пшеничные отруби,



овсяная дерть, шрот из пальмового ядра, ячменная дерть с различными добавками (мелассой, сахаром, сухим молоком, соком сахарной свеклы, кокосовым маслом, рапсовым маслом, пальмовым маслом, глицерином, различными жирами). Корма два раза в день предлагались в количестве 1 кг, измеряли потребление корма и остатки. Исследования показали, что определить однозначно корма, которые особенно нравятся животным, очень трудно. Наиболее часто животные отдавали предпочтение гранулам, обработанному температурой рапсовому шроту, ячменю с 10% рапсового масла, ячменю с 10% пальмового масла и ячменю с 10% глицерина. Среди всех тестируемых кормов наименее охотно поедался смолотый шрот пальмовых ядер. Между ячменной дертью и гранулами животные однозначно предпочитали гранулы. Между отдельными видами гранул различия не были установлены.

В канадской работе было описано влияние различных способов обработки и переработки ячменя (DEGHAN-BANADAKY и др., 2006):



- *Размол* ячменя увеличивает поверхность продукта и предоставляет микроорганизмам большую площадь для взаимодействия. Очень мелко размолотый ячмень ферментируется гораздо быстрее, чем грубо плющенный, но это может вызвать снижение продуктивности;
- *Плющенный* ячмень отличается однородной структурой и содержит меньше мелких частиц, чем размолотый;
- *Обработка температурой с паром* снижает образование пыли и возникновение мелких частиц. Улучшение переваримости было установлено не всегда;
- *Хлопья под давлением* – повышает переваримость крахмала по сравнению с измельчением. Но это может привести к более быстрому снижению pH. Другие исследования не устанавливали улучшение

переваримости при обработке зерна этим методом;

- Грануляция должна облегчать расщепление крахмала в рубце и желатинизировать крахмал. Опыты в большинстве случаев показывали увеличивающийся надой при скармливании гранул, частично наблюдалось снижение показателя жира в молоке. Другие работы говорят о снижении руминальной переваримости протеина и крахмала из-за грануляции.

Данные из литературы о переваримости в рубце и в желудочно-кишечном тракте в целом очень неравномерны. К сожалению, не существует годного к использованию параметра, который бы ясно описывал действие различных способов обработки на зерновые. Индекс переработки (processing index = PI) в этой работе был назван непригодным для того, чтобы описать действие методов воздействия на ячмень в достаточной мере.

Из описанных исследований следует, что эффекты в зависимости от вида обработки – размол, плющение, вальцовка, обработка давлением или тостирование – имеют только ограниченное влияние на переваримость и способность животных жевать жвачку. В канадском исследовании рассматривались различия в переваримости различных видов зерновых в цельном виде по сравнению с разными методами обработки (MATHISON 1996).

- Для *ячменя* было установлено, что молодняк КРС лучше переваривает целое зерно, чем взрослые животные. В разных опытах, описанных в специальной литературе, можно найти сниженную переваримость органической массы при скармливании цельного зерна ячменя по сравнению с плющенным на в среднем 16,1% (10-30%) и крахмала на в среднем 37,2%. В другом исследовании крупному рогатому скоту на откорме возрастом 1 год скармливали цельный или плющенный ячмень (37 или 90% доля

в общем количестве концентратов) и измеряли активность жевания и пережёвывания. При этом не было установлено разницы во времени жевания между этими двумя формами ячменя, но была разница между двумя уровнями концентратов. В некоторых опытах у быков, получающих цельное зерно, наблюдалось вздутия. Причины этого во многом неизвестны, так как до сих пор вероятность возникновения вздутий чаще приписывалась дачам очень измельчённого ячменя из-за высокой угрозы ацидоза.

Оптимальная величина частиц для ячменя была определена между 1,5 и 2,5 мм. Более мелкие частицы приносили лучшие привесы, более грубые – улучшали здоровье рубца.

- Если *овёс* скармливается в виде цельного зерна, во многих работах приведены данные о более плохой переваримости органической массы в среднем на 3% и крахмала на 4-6%. В навозе телят и быков на откорме, которые получали две трети овса неизмельчённым, были найдены около 13% цельных зёрен. Овёс мог бы, в отличии от других видов зерновых, и неизмельчённым хорошо расщепляться в рубце. Опыты на дойных коровах не показали эффекта на молочную продуктивности и качественные показатели молока при скармливании цельного или измельчённого овса. Измельчение овса улучшает переваримость на 10% в среднем, а вероятнее даже лишь на 5%. Поэтому сделан вывод, что затраты на размол овса не окупаются.
- Для *цельной пшеницы* средняя переваримость принята на уровне 65-75%. Измельчённая же или плющенная пшеница переваривается на 85-90%. Переваримость крахмала увеличивается при этом с 83 до 99%. Если пшеница в неизмельчённом виде скармливается телятам или КРС на откорме, в навозе обнаруживают около 30% непереваренного зерна. Поэтому настоятельно рекомендуется обработка пшеницы перед

скармливанием. Обработка зерна под давлением или технология экструдации не приносит дополнительных преимуществ по сравнению с сухим размолом.

- Для зерна *кукурузы* действительно те же правила. Здесь также, бесспорно, необходима переработка. Обработка под давлением по экономическим причинам не имеет смысла.

В опыте на 48 коровах голштейнской породы в Университете Аризоны (США) исследовались различные виды переработки сорго и зерна кукурузы (SANTOS и др., 1999). Из сорго и кукурузы производили хлопья, а кукурузу также после обработки давлением пропускали через прокатный стан. Не было установлено существенных отличий, но наблюдалась тенденция к тому, что животные, получающие обработанное давлением сырьё, показывали надой на 1,5 л больше. Конверсия корма не зависела от способа обработки зерна.



В канадском опыте на 14 коровах голштейнской породы комбикорм скармливался в виде гранул и размола (KEYSERLINGK, 1998). Надой, содержание белка в молоке и общее количество белка было выше в группе, получающей гранулы, но при этом содержание жира в молоке было ниже, по сравнению с группой, получающей комбикорм в виде дерти. Показатель рН рубца был ниже при гранулированном корме (6,58), чем при измельчённом (6,79). Вид комбикорма не влиял на количество летучих жирных кислот. Также потребление сухого вещества оставалось без влияния. Но была обнаружена тенденция, что животные на гранулированном комбикорме потребляли всё же больше энергии.



В норвежском опыте дойным коровам наряду с 6,7 кг СВ травяного силоса скармливали 10 кг СВ ячменной дерти в качестве полносмешанного рациона четыре раза в день (PRESTLØKKEN и др. 2001). Концентрированный корм был загранулирован при температуре 75-80°C



или экспандирован при температуре 125-130°C и после этого загранулирован. Экспандирование корма повысило переваримость крахмала в рубце, что привело к повышению количества летучих жирных кислот и более низкому показателю кислотности рубца. Содержание масляной кислоты увеличилось, количество пропионовой кислоты уменьшилось. К тому же увеличился объём рубца из-за экспандированного корма. Переваривание нейтрально детергентной клетчатки (NDF) было ниже по сравнению с гранулированным кормом. Не было разницы в синтезе азота микроорганизмами рубца. Количество молока, содержание жира и белка в молоке были выше, из чего был сделан вывод о лучшем обеспечении питательных веществ из экспандированного корма.

В кормовом опыте Университета Аризона (США) на 40 коровах кукурузу пяти разных способов обработки скармливали в течении 56 дней с долей 40% в рационе (YU и др. 1997, таблица 5). Зерно кукурузы предоставлялось в виде мелкого и крупного помола, обработанного невысоким давлением, средним давлением и плющеного зерна. Группа, которая получала обработанное под средним давлением зерно кукурузы, показала более высокую молочную продуктивность, чем другие группы (37,1 кг). Группа с сильно измельчённым зерном показала среднюю продуктивность (35,5 кг), в ней была лучшая конверсия корма, но при этом более низкое потребление сухого вещества. У групп с крупно измельчённым и плющенным зерном кукурузы выше было содержание жира в молоке. Содержание белка в молоке, свободное от жира сухое вещество, как и количество белка и лактозы не отличались во всех группах. Переваримость крахмала во всём пищеварительном тракте была ниже в тех группах, которые получали крупноизмельченное и плющенное зерно (87,4 и 91,3%), чем средний показатель в других группах (96,3%).



Таблица 5. Распределение частичек зерна в переработанном зерне кукурузы (YU и др. 1997)

Зерно кукурузы, вид переработки	Размер ячеек сита, мм								Диаметр частичек, мм
	4	2	1	0,85	0,60	0,43	0,25	На дне	
	% остатка в сите								
Мелко¹	0,70	9,90	35,80	10,00	14,60	10,00	8,60	10,40	1,18
Грубо²	11,72	39,55	29,00	3,07	3,86	3,58	3,56	5,67	2,42
Плющение под паром³	45,37	27,93	13,72	2,05	3,25	2,82	2,56	2,31	3,84
Плющение под паром⁴	63,87	25,30	5,76	0,75	1,12	0,99	0,99	1,22	4,70
Плющение под паром⁵	81,03	12,34	3,39	0,46	0,66	0,64	0,66	0,84	5,30

¹ мелко измельчённое зерно кукурузы, 580 г/л

² грубо измельчённое зерно кукурузы, 618 г/л

³ плющенное под паром зерно кукурузы с низкой плотностью, 309 г/л

⁴ плющенное под паром зерно кукурузы со средней плотностью, 361 г/л

⁵ плющенное пропущенное через валики зерно кукурузы, 490 г/л

Выводы

Как правило, зерновые перед скармливанием крупному рогатому скоту измельчаются.

Благодаря этой обработке зерно разрушается и освобождаются крахмальные зёрна. Переваримость зерна благодаря этому сильно увеличивается, за исключением овса. Улучшается смешиваемость с другим кормовым сырьём, таким как экстракционные шрота, минеральные корма и т.п.

Очень сильное измельчение улучшает переваримость, но усиливает образование пыли и из-за этого снижает потребление корма. Повышение риска ацидоза рубца по сравнению с крупной дертью в целом не было установлено, хотя все результаты исследований были получены из опытов с полнорационными рационами.

Специальные методы обработки зерна температурой и давлением дополнительно повышают переваримость крахмала. Но из-за финансовых затрат это оправдано только для комбикормов для телят. Гранулирование предотвращает расслоение отдельных кормовых компонентов. Гранулы по сравнению с рассыпным кормом поедаются животными более охотно, благодаря чему потребление корма в целом выше. Из-за нагревания во время гранулирования корм получает гигиеническую обработку, а

крахмал частично желатинизируется. Это позитивно влияет на сроки хранения и переваримость. Из-за большего специфического веса по сравнению с рассыпным кормом можно перевезти больше корма в одинаковом объёме.

На сельскохозяйственном предприятии размол является самым распространённым способом обработки. Но слишком мелкого измельчения нужно избегать в любом случае. Это достигается за счёт крупной сетки (5 мм диаметр отверстий) и низкой скорости оборотов мотора мельницы. При таком способе удаётся избежать нагревания корма и это самый эффективный способ избежать пыльности. Для связывания пыли всегда нужно добавлять 1% кормового растительного масла. Плющение по сравнению с размолем не даёт каких-то преимуществ. В среднем частицы концентрированных кормов должны быть около 2,5 мм (средний размол), что нужно проверять с помощью специального измерительного ящика непосредственно на месте. Также важен контроль распределения концентратов посредством взвешивания количества корма, которое раздаётся вручную совками. При использовании кормовых автоматов нужно регулярно проверять, действительно ли станция раздаёт заданное количество корма. Как минимум при смене вида корма это нужно

контролировать, поскольку как комбикорм, произведённый самостоятельно, так и (и в большей степени) покупной комбикорм, может очень сильно отличаться по своему объёмному весу.

Список литературы

CHESTER-JONES, H.D., M. ZIEGLER und J.G. MEISKE, 1991: Feeding whole or rolled corn with pelleted supplement to Holstein steers from weaning to 190 kilograms. J. Dairy Sci. 74, 1765-1771.

DEGHAN-BANADAKY, M., R. CORBETT und M. OBA, 2007: Effects of barley grain processing on productivity of cattle. Anim. Feed Sci. Technol. 137, 1-24.

FERREIRA, F.A., R. PASSINI, L.M.O. BORGATTI, R.T.Y.B. DE SOUZA, P.M. MEYER und P.H.M. RODRIGUES, 2007: Effect of maize processing on diet selection in cows. Livest. Sci. 112, 151-160.

FIRKINS, J.L., M.L. EASTRIDGE, N.R. ST-PIERRE und S.M. NOFTSGER, 2001: Effect of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cattle. J. Anim. Sci. 79, E218-E238.

GARDNER, W.C., M.A.G. VON KEYSERLINGK, J.A. SHELFORD und L.J. FISHER, 1997: Effect of feeding textured concentrates with alfalfa cubes to lactating dairy cows producing low fat milk. Can. J. Anim. Sci. 77, 735-737.

JEROCH, H., W. DROCHNER und O. SIMON, 2008: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. 2. Aufl., Eugen Ulmer GmbH. & Co, Stuttgart, 281-291.

MATHISON, G.W., 1996: Effects of processing on the utilization of grain by cattle. Anim. Feed Sci. Technol. 58, 113-125.

McGREGOR, G., M. OBA, M. DEGHAN-BANADAKY und R. CORBETT, 2007: Extent of processing of barley grain did not affect productivity of lactating dairy cows. Anim. Feed Sci. Technol. 138, 272-284.

OFFNER, A., A. BACH und D. SAUVANT, 2003: Quantitative review of in situ starch degradation in the rumen. Anim. Feed Sci. Technol. 106, 81-93.

PRESTLØKKEN, E. und O.M. HARSTAD, 2001: Effects of expanding a barley-based concentrate on ruminal fermentation, bacterial N synthesis, escape of dietary N, and performance of dairy cows. Anim. Feed Sci. Technol. 90, 227-246.

SADRI, H., G.R. GHORBANI, M. ALIKHANI, M. BABAEI und A. NIKKHAH, 2007: Ground, dry-rolled and steam-processed barley grain for midlactation Holstein cows. Anim. Feed Sci. Technol. 138, 195-204.

SANTOS, J.E.P., J.T. HUBER, C.B. THEURER, L.G. NUSSIO, M. TARAZON und F.A.P. SANTOS, 1999: Response of lactating dairy cows to steam-flaked Sorghum, steam-flaked corn, or steam-rolled corn and protein sources of differing degradability. J. Dairy Sci. 82, 728-737.

SOLTANI, A., G.R. GHORBANI, M. ALIKHANI, A. SAMIE und A. NIKKHAH, 2009: Ground versus steam-rolled barley grain for lactating cows: A clarification into conventional beliefs. J. Dairy Sci. 92, 3299-3305.

SPÖRNDLY, E. und T. ASBERG, 2006: Eating rate and preference of different concentrate components for cattle. J. Dairy Sci. 89, 2188-2199.

SVIHUS, B., A.K. UHLEN und O.M. HARSTAD, 2005: Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value on cereal starch: A Review. Anim. Feed Sci. Technol. 122, 303-320.

THOMAS, M. und A.F.B. VAN DER POEL, 1995: Physical quality of pelleted animal feed. 1. Criteria for pelleted quality. Anim. Feed Sci. Technol. 61, 89-112.

THOMAS, M., D.J. VAN ZUILICHEM und A.F.B. VAN DER POEL, 1996: Physical quality of pelleted animal feed. 2. Contribution of processes and its conditions. Anim. Feed Sci. Technol. 64, 173-192.

THOMAS, M., T. VAN VLIET und A.F.B. VAN DER POEL, 1997: Physical quality of pelleted animal feed. 3. Contribution of feedstuff components. Anim. Feed Sci. Technol. 70, 59-78.

VAN KEYSERLINGK, M.A.G., W.C. GARDNER, L.J. FISHER und J.A. SHELFORD, 1998: A comparison of textured versus pelleted concentrates on rumen degradability, dry matter intake, milk yield and composition in lactating Holstein cows. Can. J. Anim. Sci. 78, 219-224.

YAMDAGNI, S., R.G. WARNER und J.K. LOOSLI, 1967: Effects of pelleting concentrate mixtures of varying starch content on milk yield and composition. J. Dairy Sci. 50, 1606-1611.

YU, P., J.T. HUBER, F.A.P. SANTOS, J.M. SIMAS und C.B. THEURER, 1998: Effects on ground, steam-flaked, and steam-rolled corn grains on performance of lactating cows. J. Dairy Sci. 81, 777-783.