

ЭКСПАНДИРОВАННЫЙ КОМБИКОРМ ДЛЯ МОЛОЧНЫХ КОРОВ

Н. ЛУХТ, компания «Амандус Каль ГмБХ и Ко. КГ», Германия

Количество производимого в промышленных условиях комбикорма для дойных коров сокращается. Наблюдается тенденция к увеличению использования специальных смесей, разработанных для TMR-кормления — кормления специальной смесью зерна или зеленой массы с комбикормом-концентратом (Haas, 1998), и к изготовлению кормов непосредственно на фермах (Weber, 1998).

Экспандированный структурированный комбикорм является хорошей альтернативой традиционным концентратам для дойных коров в виде гранул и кормовым добавкам. Его получают либо на технологической линии с одновременным применением экспандера и пресс-гранулятора, либо непосредственно из ЭКСПАНДАТА®. Структура корма, крупность его частиц и компоненты подобраны в соответствии с требованиями TMR-кормления и возможностями кормораздаточных автоматов.

Протеин и крахмал в питании высокопродуктивных коров

Для улучшения усвояемости и повышения обменной энергии корма необходимо обеспечить лучшее использование протеина и крахмала, как показано на рисунке 1 (Weurding, 1988).

Рост молочной продуктивности требует соответствующих генетических предпосылок животных, улучшения поведения и усвояемости корма, повышения его калорийности путем частичной

замены основного корма концентрированным и/или отдельными калорийными компонентами. Кроме того, необходимо обеспечить одновременное освобождение питательных веществ в рубце, то есть при составлении рациона должны быть учтены способность к расщеплению и скорость расщепления протеина и углеводов. TMR-кормление способствует этой синхронизации, так как основной корм (силос и сено) и концентраты предлагаются в смеси,

скармливаемой животным несколько раз в день.

Особую роль в увеличении молочной продуктивности играет обеспечение коров протеином. Начиная с удоя от 25–30 кг, синтез микробиологического протеина уже не может повышаться, поэтому должна повышаться доля байпасного, или нерасщепляемого в рубце протеина (UDP; НРП), по отношению к общему протеину (рис. 2).

Повысить уровень стабильного в рубце протеина можно различными способами. Например, выбрать сырье, в котором уже содержится большое количество такого протеина (шроты после экстрагирования, глютен и др.). Или применить более грубое измельчение зерна на валковом измельчителе «Каль», который по сравнению с молотковой дробилкой позволяет получить частицы однородного размера с минимальным содержанием тонкой фракции (на рисунке 3 показано, как размер частиц влияет на способность расщепления протеина люпина при руминации и в кишечнике). Или обработать химическими веществами (формальдегид, лигно-

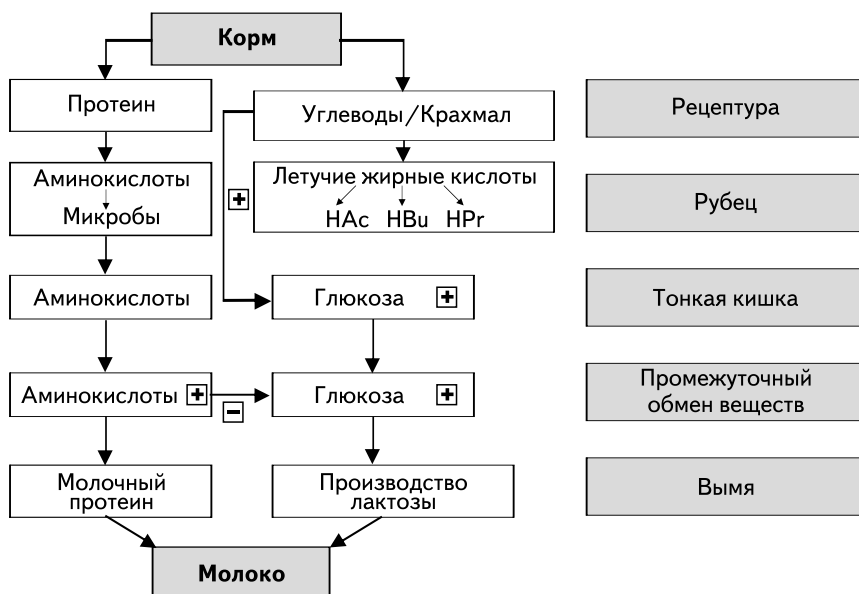


Рис. 1. Преобразования углеводно-протеиновой фракции в молочный протеин и лактозу

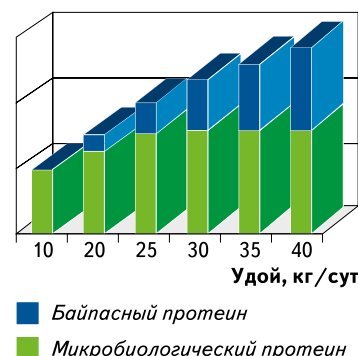


Рис. 2. Содержание микробиологического и байпасного протеина при увеличении молочной продуктивности

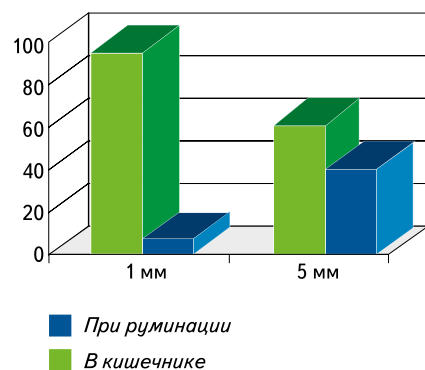


Рис. 3. Способность протеина люпина к расщеплению при руминации в зависимости от степени измельчения
(Kielbelolaud и соавт., 1991)

продукт) либо подвергнуть гидротермической обработке в экспандере.

Такие технологические шаги, как измельчение и экспандирование, могут применяться и для увеличения доли стабильного в рубце крахмала или, как показано в таблице 5 на примере кукурузы, для повышения его переваримости в целом. В таблице 1 приведены данные по влиянию степени измельчения на расщепление крахмала. Крахмал, содержащийся в кукурузе и сорго, независимо от их измельчения наиболее устойчив к расщеплению при жвачке, чем крахмал пшеницы или ячменя.

Что такое экспандированный структурированный комбикорм

Под «экспандированным структурированным комбикормом» понимается комбикорм, полученный при гидротермической обработке в экспандере с кольцевым зазором без последующего гранулирования (рис. 4).

Таблица 1. Влияние степени измельчения на расщепление крахмала

Корм	Перфорация сита, мм	Растворимая фракция, %	Способность к расщеплению, %
Ячмень	0,8	82	98
	3,0	51	95
	6,0	47	91
Кукуруза	0,8	27	58
	3,0	31	61
	6,0	0	44
Горох	0,8	56	90
	3,0	43	86
	6,0	28	80

Источник: Cerneau и Micalet-Doreau, 1991, Repr. Nutr. Dev. 31, S. 65–72.

Экспандер работает как экструдер по принципу HTST (высокая температура — короткое время). Такие параметры обработки, как влажность, температура, давление и электро-механическое внесение энергии в экспандер, влияют на физические качества, физиологическую и питательную ценность комбикорма.

Устанавливаемые после экспандера измельчители обеспечивают единую структуру частиц, что является одной из предпосылок хорошей текучести (сыпучести) комбикорма при выгрузке из силосов и при использовании в кормораздаточных автоматах. Обработанный теплом корм свободен от патогенных бактерий, а благодаря своей структуре он хорошо подходит для TMR-кормления. Обработка в экспандере позволяет повысить, наряду с другими питательными физиологическими эффектами, долю стабильных в рубце протеина и крахмала.

Производство и параметры

Технологический процесс производства экспандированного структурированного комбикорма для молочных коров представлен на рисунке 5 такими важными параметрами, как температура, влажность продукта и удельное электро-механическое внесение энергии.

Для предварительного кондиционирования паром и водой, а также для ввода других жидкостей применяется кондиционер-смеситель. Время кондиционирования в зависимости от размера частиц составляет от 0,5 до 2 мин. Система позволяет

вводить большое количество жидких компонентов: например, мелассы — 15–20%, жира — 5–6%.

Гидротермическая обработка комбикорма под давлением и агломерация компонентов осуществляются в стандартном экспандере. За экспандером устанавливается структуратор с ситом, отверстия которого и число оборотов определяют размер частиц. Охлаждается экспандат в модифицированном ленточном охладителе, рассчитанном на высокую удельную поверхность экспандата — 3250 м²/м³ (для сравнения: для гранул диаметром 5 мм — 450 м²/м³).

Конечная структура продукта определяется просеивающей машиной и установленным после нее валковым измельчителем. Грубая крупка с частицами размером до 18 мм используется в TMR-системе кормления (без валкового измельчителя), стандартная крупка с частицами размером до 5 мм — в кормораздаточных автоматах.



Грубая крупка размером до 18 мм



Стандартная крупка размером до 5 мм

Рис. 4. Экспандированный структурированный комбикорм для молочных коров

Изменение технологических свойств комбикорма и его компонентов при экспандировании

Насыпная масса. В зависимости от интенсивности обработки достигается снижение удельного веса от 10 до 20%. Это учитывается при расчете и эксплуатации кормораздаточных установок.

Текучие свойства стандартной крупки схожи с текучими свойствами гранулированного комбикорма и классифицируются как «легко текучие». Это было установлено в исследованиях на кольцевом резательном аппарате (система Schwedes и Schulze). Как и другие компоненты для TMR-систем, грубый экспандат складировался при этом в боксах.

Смешиваемость. Экспандат благодаря неравномерной структуре своих частиц хорошо смешивается с силосом, шротом, другими кормами и не расслаивается в TMR-смесях. В отличие от гранул при раздаче в корытообразные кормушки также не происходит расслоения смеси и у коров нет возможности селективного потребления корма.

Структура размера частиц. Рассыпчатая структура корма нежелательна, потому что это может негативно отразиться на его приеме: пылевидные частицы проникают в дыхательные органы и откладываются

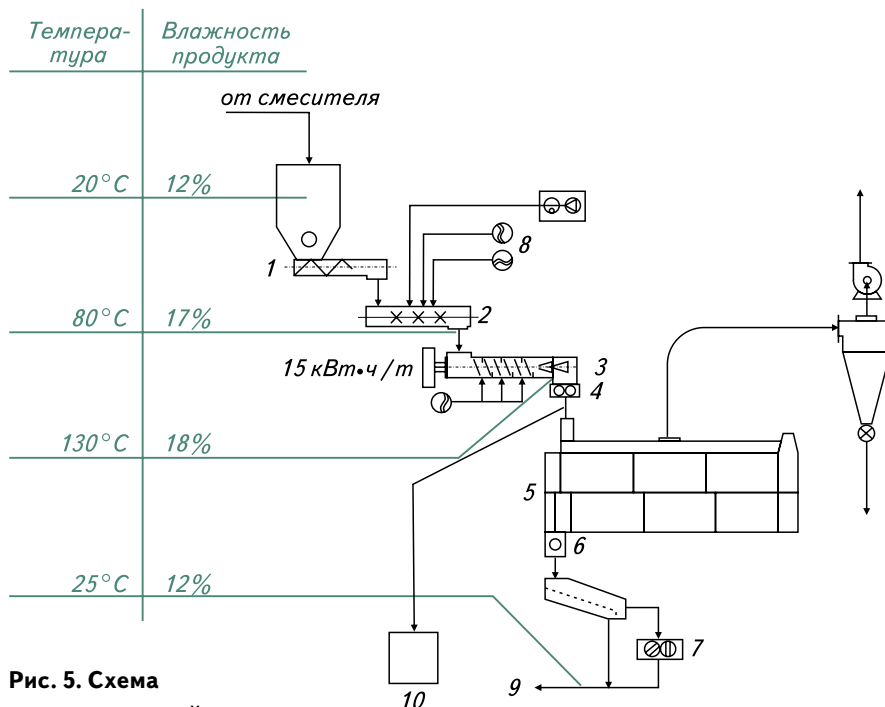


Рис. 5. Схема

технологической линии

по производству экспандированного структурированного комбикорма:

1 — питающий шнек; 2 — кондиционер-смеситель; 3 — экспандер; 4 — структуратор; 5 — ленточный охладитель; 6 — просеиватель; 7 — валковый измельчитель; 8 — дозирование пара/воды; 9 — экспандированный структурированный комбикорм; 10 — смесительная емкость для TMR-смеси

на их стенках. В отличие от этого экспандирование позволяет мельчайшим частичкам агломерироваться в более крупные частицы. Гранулирование в этом случае не обязательно.

В зависимости от системы кормления выделяются два диапазона

размера частиц: для механизированного кормления — от 1 до 5 мм; для подготовки кормов в смесителях TMR-смеси — от 1 до 18 мм. В таблице 2 показана рекомендуемая структура частиц для обычной TMR-смеси (Thomsen, 1998). На рисунке 6 видно, что диапазон размера частиц в экспандированной крупке соответствует этим требованиям.

Гигиена комбикорма. При тепловой обработке уничтожаются патогенные бактерии, сальмонелла, плесневые грибы. В таблице 3 приведены результаты гигиенической обработки комбикорма

Таблица 2. Рекомендуемые размеры частиц для базового корма и TMR-смесей

Размер сита	Кукурузный силос	Силос из травы	TMR-смесь
Верхнее сито > 19 мм	От 10 до 15%	От 10 до 20%	От 6 до 10% и более
Нижнее сито > 8 мм	От 40 до 50%	От 30 до 40%	От 30 до 50%
Нижнее сито < 8 мм	От 40 до 50%	От 40 до 50%	От 40 до 60%

Таблица 3. Результаты гигиенической обработки комбикормов в экспандере с кольцевым зазором компании «Амандус Каль»

Микробиологические показатели	Корм для бройлеров		Корм для свиней	
	Сырье (20°C)	Экспандер (100°C)	Сырье (27°C)	Экспандер (110°C)
Общая бактериальная обсемененность, КОЕ/г	12 100 000	30 000	16 500	9000
БГКП (колиформы), КОЕ/г	100 000	0	400	0
<i>E.coli</i> , КОЕ/г	400	0	90	0
Плесневые грибы, КОЕ/г	7000	0	450	0
Сальмонелла, в 25 г корма	Обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено

для бройлеров и свиней. Уже в этих температурных условиях обеспечивается полная его гигиенизация, а корм для молочного скота обрабатывается при еще более высокой температуре.

Повышение содержания НРП. Богатые протеином компоненты проявляют после экспандирования четкий эффект обработки, которого обычно можно достичь лишь химическим методом. В таблице 4 приведены данные, показывающие относительную долю нерасщепляемого в рубце протеина некоторых компонентов после обработки. Благодаря экспандированию эта доля может быть увеличена, что в свою очередь повышает уровень полезного протеина, причем без использования химической обработки.

Повышение содержания нерасщепляемого в рубце крахмала. Для достижения высокой молочной продуктивности, с одной стороны, важно доставить в рубец необходимое количество углеводов, с другой — крахмал должен лучше усваиваться в тонком отделе кишечника, чтобы обеспечивать молочных коров глюкозой. Чтобы в рубце не происходило полного расщепления крахмала, последний должен быть «защищен». Этому требованию соответствует, в частности, крахмал кукурузы. Как показано в таблице 5, он настолько устойчив, что даже в тонкой кишке практически не подвергается ферментному расщеплению. При обработке в экспандере происходит модификация кукурузного крахмала,

Таблица 4. Влияние экспандирования (при температуре 130°C) на содержание НРП в различных компонентах

Компонент	Содержание НРП, %	
	До обработки	После обработки
Пшеница, ячмень, овес	От 10 до 20%	От 25 до 35%
Соевые бобы	< 10%	От 25 до 30%
Соевый шрот (СП — 44%)	От 35 до 45%	От 45 до 50%
Рапсовый шрот	От 25 до 35%	От 35 до 45%
Рапсовый жмых	От 25 до 30%	От 40 до 45%
Пшеничная клейковина	От 25 до 30%	От 30 до 40%

Таблица 5. Влияние экспандирования на содержание нерасщепляемого в рубце кукурузного крахмала

Показатель	До обработки	После обработки
<i>Влияние на крахмал (кг /сут) в различных отделах пищеварительного тракта</i>		
Поглощение	3,410	3,290
в двенадцатиперстной кишке	0,847	0,648
в тонкой кишке	0,986	0,478
фекальное	0,539	0,123
<i>Влияние на переваримость (%) в различных отделах пищеварительного тракта</i>		
при руминации (% поглощения)	75,1	79,3
тонкая кишка (% протока)	—26,1	19,3
толстая кишка (% протока)	44,5	72,8
Всего	84,5	96,3
<i>Влияние на pH, ЛЖК и концентрацию аммиака в рубцовой жидкости</i>		
pH	6,37	6,32
ЛЖК, ммоль/л	104	101
NH ₃ , мг / 100 мл	21,0	16,0

Источник: Lund, P., Effect of heat treatment (expander processing) on starch value of maize, Foloum, Dänemark, Dissertation

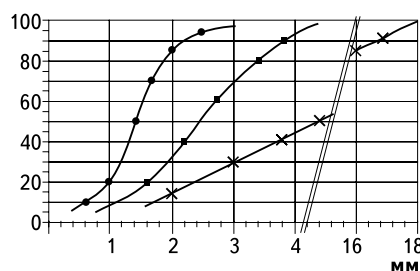
что обеспечивает его расщепление в кишечнике и повышает общую переваримость крахмала на 10%.

При обработке компонентов на соответствующей технике можно регулировать степень и скорость расщепления крахмала в рубце. Особенно на местных видах зерна — пшенице и ячмене, смеси которых часто используются в фермерских хозяйствах. Путем комбинирования процессов клейстеризации крахмала и денатурации белка при экспандировании крахмал зерна получает натуральную защиту от слишком быстрого расщепления в рубце. В то же время в тонком отделе кишечника происходит полное его усвоение, вплоть до глюкозы, благодаря действию ферментов пищеварения. Особенно хорошо за-

рекомендовал себя на дойном стаде экспандированный комбикорм с высокой долей устойчивого в рубце крахмала в рационах с травяным силосом.

Влияние на здоровье животных. Лучший баланс при усвоении протеина в рубце и в тонком отделе кишечника позволяет снять нагрузку с азотного обмена у коров. В особенности это касается печени, а именно ее функции по выводу излишнего аммиака из рубца — как органа обеззараживания организма. Концентрация мочевины в крови становится равномернее, а использование азота корма лучше. В конечном счете это положительно сказывается на количестве выделяемого азота с точки зрения экологии. ■

*Продолжение
в следующих номерах*



- Рассыпная смесь
- Структурированный экспандат для кормораздаточных автоматов
- × Экспандат для TMR-смесей (смесь зерна или зеленой массы с комбикормом-концентратом)

Рис. 6. Структура размера частиц различных видов кормов