

ЭКСТРУДИРОВАННОЕ ЗЕРНО ДЕЙСТВУЕТ КАК ЧУДО

Особый выпуск статьи из журнала dlz agrarmagazin. Др. Хайнрих Кляйне Клаусинг. Перевод Елены Бабенко для проекта soft-agro.com

Состав комбикорма в большой степени влияет на способность поросят в период отлучения от свиноматки переваривать пищу. Применение экструдированных зерновых в эту чувствительную для животных фазу действует на них поддерживающе. Такие зерновые лучше перевариваются и стимулируют здоровье кишечника, считает доктор Хайнрих Кляйне Клаусинг из Дюссельдорфа.

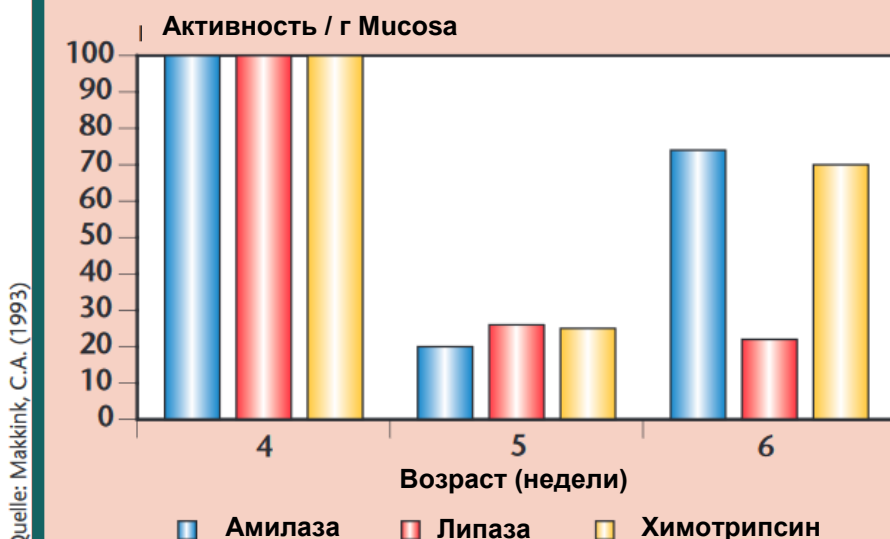


После отлучения от свиноматки для просят наступает решающее изменение в составе питания: от «жидкого кормления» молоком свиноматки, которое характеризуется высокопереваримым протеином, жиром и лактозой, к питанию, состоящему, прежде всего, из крахмала зерновых и растительного протеина. Одновременно с этим изменяется активность различных пищеварительных энзимов, и в первую очередь активность важной для переваривания крахмала амилазы (см. график «Производство энзимов после отлучения»).

С момента отлучения активность амилазы, химотрипсина и липазы

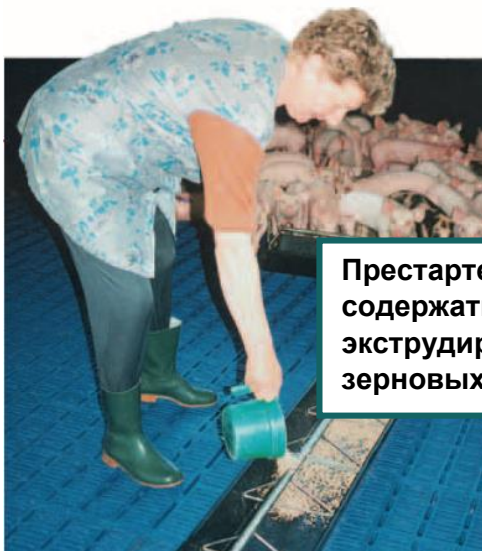
краткосрочно снижается от одной четверти до одной пятой. Через две недели после отлучения концентрация липазы всё также низка, активность химотрипсина и амилазы возвращается лишь к 70 и 74 процентам соответственно от их активности в момент

Производство энзимов после отлучения



отлучения соответственно. Эта ситуация должна учитываться в составе комбикормов для поросят и выборе сырья для них.

Чтобы крахмал зерновых при значительно ограниченной активности амилазы мог быть переварен посредством энзимов преимущественно в тонком кишечнике, существует возможность «раскрыть» крахмал зерновых до скармливания корма посредством интенсивной технической обработки. С этим и связан «эффект продуктивности» и повышенное потребление корма за счёт лучшей его переваримости. Кроме того, так предотвращается попадание чрезмерно большого количества непереваренного крахмала в толстый кишечник. Благодаря чему развитие потенциально опасной кишечной палочки значительно снижается, как и риск возникновения диареи.



Престартер должен содержать 25-40% экструдированных зерновых

зависимости от типа устройства посредством одного или двух шнекоподобных валов различной конфигурации (одно- или двухваловые экструдеры) в поступательном движении и выдавливается через маленькие отверстия на завершающей канал. При этом в канале экструдера в зависимости от устройства создаётся высокое давление (возможно до 100 бар). Как только продукт покидает экструдер, возникает внезапное снижение давления и расширение экструдированного материала. Благодаря действию срезающего усилия и давления, специфичному образовавшемуся во время процесса теплу и эффекту расширения структура материала значительно изменяется и достигается характерная, визуально определяемая текстура.

При такой обработке материала может возникнуть высокая температура вплоть до 200°C, хотя время действия очень короткое (несколько секунд). Из-за этого такой процесс экструзии получил аббревиатуру „HTST“ (high temperatur, short time).

Следующее различие заключается в кондиционировании материала перед экструзией и введении влаги под давлением. При «влажной экструзии» с подачей воды и давления через кондиционер – оборудование для увлажнения (до 30% влаги в материале) обязательна сушка материала после экструзии.

Этот шаг обработки, очень затратный по энергии, а значит и по стоимости, до сих пор не был широко распространённым в технологии экструзии при производстве сырья для кормления сельскохозяйственных животных.

Решающим развитием известной технологии экструзии стало появление так называемой технологии opticon®. Эта технология позволяет достичь нацеленного

ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ «РАСКРЫТИЯ» КРАХМАЛА

Для обработки зерна с целью «раскрытия» крахмала на практике используют различные технологии. Термический способ (например, инфракрасное излучение, обработка горячим воздухом) заключается в использовании таких факторов влияния, как температура и длительность воздействия. При гидротермическом способе (например, тостирование) дополнительно используется влага. Комбинация гидротермических процессов (факторы влияния: температура, влага, длительность воздействия) с механической обработкой (факторы воздействия: давление и срезающее усилие) представляет собой [технологии экструзии](#).

Принцип экструзии объясняется самим понятием. Глагол «экструдировать» происходит из латинского языка и означает «выдавливает, выталкивает». Материал сминается в экструдерном канале в

интенсивного изменения структуры аналогично как описанный выше «влажный» процесс экструзии. Но благодаря новой концепции здесь не нужна энергетически затратная сушка обработанного материала – в конце достаточно лишь охладить продукцию. Эта технология позволяет изменять соотношение различных зерновых культур в конечном продукте и, таким образом, экономить на хранении экструдированного зерна разных видов по отдельности на комбикормовом заводе или на сельскохозяйственном предприятии.

РАЗРУШЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ

Для того, чтобы понять, как происходит «раскрытие крахмала» в зерне, необходимо взглянуть на его морфологию и химическую структуру. Зерновые содержат в зависимости от вида от 40 до 60 процентов крахмала. Чисто химически можно разделить крахмал на амилозу и амилопектин.

Амилоза (от 20 до 30% общего крахмала в зерновых культурах) состоит из связанных молекул глюкозы, которые в этих соединениях образуют длинные извилистые цепи спиралевидной формы.

Амилопектин (от 70 до 80% крахмала) – это разветвлённый полисахарид, в котором связаны от 2 000 до 200 000 молекул глюкозы.

Соотношение амилозы к амилопектину, длина цепей и степень разветвления цепей глюкозы значительно влияют на технические свойства различных видов зерновых и переваримость крахмала.

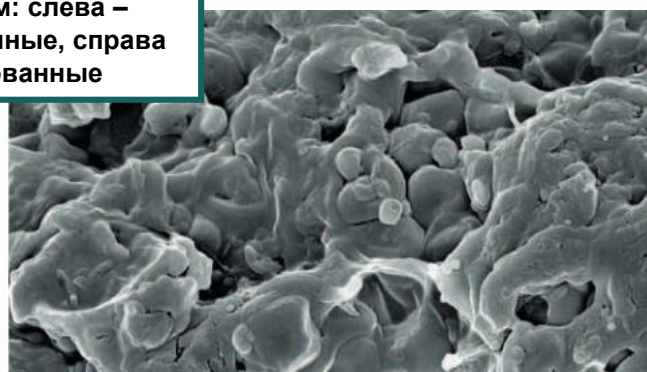
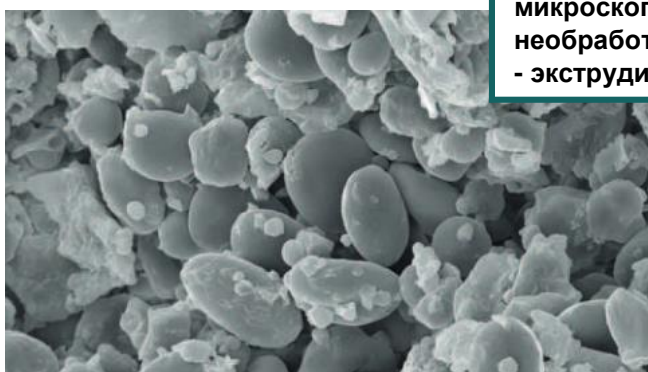
В эндосперме зерновки крахмал находится в форме отдельных гранул, чья величина составляет от 2 до 200µм. Эти зёрна крахмала очень хорошо различимы под электронным микроскопом (1000-кратное увеличение) (см. фотографию внизу слева). Они являются довольно стабильными благодаря внутренним водородным связям.

Разветвлённые молекулярные цепи амилопектина могут создавать в этих гранулах вместе с неразветвленными молекулами амилозы полукристаллические и кристаллические области. Эти жесткие органические структуры не расщепляются в воде и в природной, неизмельчённой форме имеют значительное сопротивление расщеплению посредством энзимов.

Благодаря интенсивной механически-гидротермической обработке зерновых эти структуры изменяются до молекулярного уровня, крахмал «раскрывается». Главный эффект – это значительно увеличение поверхностной площади гранулы крахмала и обширное расщепление амилопектина и амилозы. Изменение структуры тоже очень хорошо видно под микроскопом. Типичные зёрна крахмала после обработки разрушаются и по большей части сплавляются в плоские, напоминающие растопленный пластик ареалы (см. фото снизу справа).

Для кормления поросят очень важно, чтобы наряду с размером и формой крахмальных зёрен можно было бы варьировать их внутренним строением (кристаллические,

Зерновые под микроскопом: слева – необработанные, справа – экструдированные



Fotos: BSSB/Schuhmann (1), Werkbild (3), Bräunig (1)

аморфные, желеподобные области) и видом зерновых – пшеницей, ячменем и кукурузой. Здесь всё большее влияние имеет обработка зерновых после сбора урожая.

Так исследования в области изучения зерновых показывают, что в зёрнах кукурузы во время сушки происходит изменение структуры крахмала. Кукурузу, по причине значительно более высокого процента влаги в зерне во время сбора урожая по сравнению с пшеницей и ячменем, приходится сушить гораздо интенсивнее. Крахмал из-за этого приобретает ещё худшие свойства для переваривания посредством действия энзимов. Это, наряду с другими, является причиной, почему необработанный кукурузный крахмал плохо переваривается молодыми поросятами, по сравнению, например, с необработанным крахмалом из пшеницы. Следовательно, техническое «раскрытие» играет большую роль особенно для повышения переваримости крахмала кукурузы.

СТАБИЛЬНОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ В ТОНКОМ КИШЕЧНИКЕ

Степень модификации крахмала посредством гидротермической обработки под давлением может быть определена так называемым методом амилоглюкозидазы (AMG-метод) в лаборатории LUFA Nord-West как «Степень раскрытия крахмала».

Но, по информации LUFA, нужно иметь в виду, что определённые показатели напрямую можно сравнивать между собой только в рамках одинакового вида зерновых.

Для обеспечения качества при производстве экструдированных зерновых продукты исследуют в соответствии с установленным эталоном на степень раскрытия крахмала по методу AMG. Для использования в кормлении порослят виды зерновых, которые хорошо поддаются раскрытию, должны иметь степень раскрытия более 70%.

Расщепление жёстких структур в гранулах крахмала посредством интенсивного гидротермического воздействия под давлением обеспечивает чисто физически значительное улучшение свойств продукта к



Слева: необработанная смесь зерновых в воде. Справа: экструдированная смесь

поглощению воды, а значит и способности к набуханию.

Это можно увидеть на соответствующей фотографии. В левом стакане было размешано определённое количество необработанной смеси зерновых с водой. Необработанная мука зерновых очень хорошо различима. По сравнению с этим в правом стакане с водой было смешано такое же количество экструдированной смеси зерновых культур с соответствующим количеством воды. Экструдированное зерно полностью впитало в себя воду, образовалась однородная кормовая каша.

Для пищеварения это имеет значительные преимущества. Потому что корм из экструдированного зерна лучше впитывает в себя желудочный сок, более однородно перемешивается и обеспечивает равномерное прокисление – это важная предпосылка для стабильного пищеварения в области тонкого кишечника.

А при кормлении порослят на доразивании жидким способом экструдированные зерновые позитивно обеспечивают однородность кормовой каши в трубопроводах и в кормушке. Корм намного хуже расслаивается и оседает в кормушке.

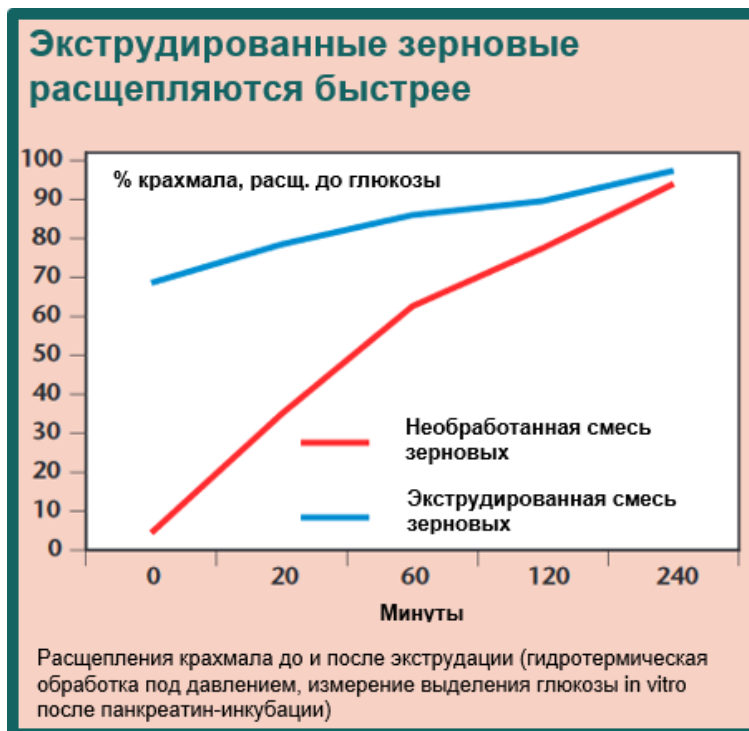
Экструдированные зерновые могут позитивно влиять на вкусовые качества комбикорма и увеличение потребления корма поросятами. Часть раскрытого крахмала уже в пасти порослят расщепляется амилазой слюны до мальтозы (мальтозный сахар). Благодаря чему возникает природный сладкий вкус,

который позитивно влияет на вкусовые качества и потребление корма.

Более того, у поросят с ограниченной активностью амилазы удаётся достичь повышения переваримости крахмала в тонком кишечнике. При этом очень быстро освобождается глюкоза, которая абсорбируется прямо через стенки кишечника и поставляется в распоряжение обмена веществ.

Это значительное улучшение расщепления крахмала до глюкозы можно измерить благодаря специальному лабораторному способу «в пробирке». Так, например, смесь из зерновых, состоящая на 50% из пшеницы, 25% кукурузы и 25% ячменя была исследована до и после экструзии по вышеописанному способу opticon®. В экструдированной смеси через один час уже 90% крахмала были расщеплены до глюкозы, в неэкструдированной смеси – только 60% (см. график «Экструдированные зерновые расщепляются быстрее»).

Поскольку время пребывания кормовой каши в тонком кишечнике составляет менее одного часа, а потом попадает в подвздошную кишку, при скармливании только необработанной смеси зерновых в комбикорме для поросят большое количество переваренного крахмала попадает в подвздошную кишку. Это приводит к потенциальной возможности развития патогенных бактерий, таких как кишечная палочка, сальмонелла, но и патогенных организмов, характерных для подвздошной кишки, *Lawsonia intracellularis*, так как крахмал является для них питательной средой. Интенсивное раскрытие крахмала в смеси зерновых и их частичное введение в



комбикорм для поросят может значительно повлиять на поддержание стабильной и здоровой работы подвздошной кишки.

Как уже было сказано выше, для оптимизации переваривания крахмала в тонком кишечнике наряду с включением в рецептуру экструдированной пшеницы нужно производить такую

же гидротермическую обработку под давлением части вводимой в рецептуру кукурузы. Но нужно помнить и об экструдированном ячмене. Так, опыты, проведённые в Испании и других европейских странах, показывают, что при введении в комбикорм для поросят экструдированного ячменя можно значительно улучшить как привесы, так и конверсию корма. Причина этого в том, что кроме улучшенной переваримости крахмала в передней части тонкого кишечника можно наблюдать интенсивное кондиционирование фракции клетчатки при гидротермической обработке под давлением. Благодаря чему эти структурные углеводы из ячменя становятся лучше расщепляемыми и его способность связывать воду повышается. Этот фактор в последующем позитивно влияет на консистенцию навоза.

ВЫВОД

Продуктивность и здоровье поросят можно значительно поддержать благодаря использованию в кормлении кормов, учитывающих способность животных к перевариванию. «Раскрытые зерновые» занимают в этом центральную позицию и являются сегодня не только сырьём для престартера, но и всё больше и с успехом

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ЗЕРНОВЫХ В КОМБИКОРМАХ

Таблица содержит рекомендации, как нужно использовать экструдированные зерновые в комбикормах для отлученных поросят и поросят на дорацивании в соответствии с фазами кормления.

В смеси можно, конечно, включить кукурузу как альтернативный вид зерновых до 20% готового комбикорма. Тогда долю пшеницы соответственно снижают. При отлучении поросят с весом ниже 8 кг приветствуется применение высокопереваримых источников протеина, таких как молочные продукты, концентраты соевого протеина и картофельный белок, также как лактоза как быстро доступный дополнительный источник энергии. При самостоятельном изготовлении комбикорма на предприятии проще и безопаснее всего ввести такие компоненты в виде специальных концентратов для изготовления престартера, стартера или комбикорма на дорацивании, в состав которого входят протеин, аминокислоты, витамины, микроэлементы, минеральные вещества и кислоты.

Состав комбикорма для поросят в процентах

Кормовое сырьё	Комби-корм для отлучения 7-10 кг	Комби-корм для дорацивания I с 10 кг	Комби-корм для дорацивания II с 20 кг
Пшеница	15-30	30-50	30-50
Ячмень	10-20	15-30	15-30
Экструдированная смесь зерновых	25-40	10-20	0-10
Концентрат для стартера	5-10	-	-
Кормовая добавка для поросят*	25-30	25-30	25

* или соевый шрот + минеральный корм для поросят + комбинация кислот

используется в кормлении поросят на дорацивании.

При включении экструдированных зерновых в комбикорма для поросят необходимо рассматривать не только один вид зерновых, поскольку комбинация из экструдированной пшеницы, кукурузы и ячменя дают дополнительные преимущества для пищеварения, продуктивности и здоровья поросят.

Благодаря доступным сегодня техническим установкам можно производить экструдированные смеси из этих трёх видов зерновых посредством гидротермического «раскрытия» под давлением.

Высокий уровень расщепляемости крахмала (в среднем выше 70%) таких смесей и их пропорциональное использование в различных видах комбикормов для поросят – между 40 и 20% в зависимости от кормовой фазы (см. таблицу «Как смешивать с экструдированными зерновыми») – переваривание крахмала будет очень нацелено использоваться в переднем кишечнике. Кроме связанного с этим «эффекта продуктивности» из-за лучшей переваримости и повышенного потребления корма в подвздошную и толстую кишку попадает

меньше непереваренного крахмала. Таким образом исключается важнейший источник питания для патогенной микрофлоры, такой как E. Coli, благодаря чему дополнительно достигается снижение риска возникновения диареи у поросят.

