

# ЭКСТРУДИРОВАННОЕ ЗЕРНО ДЕЙСТВУЕТ КАК ЧУДО

Особый выпуск статьи из журнала dlz agrarmagazin. Др. Хайнрих Кляйне Клаусинг. Перевод Елены Бабенко для проекта [soft-agro.com](http://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.*

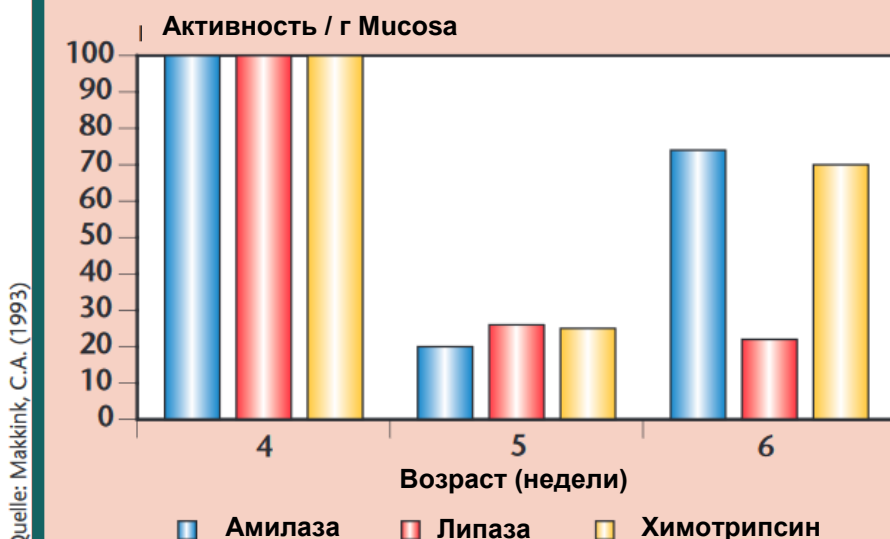


После отлучения от свиноматки для просят наступает решающее изменение в составе питания: от «жидкого кормления» молоком свиноматки, которое характеризуется высокопереваримым протеином, жиром и лактозой, к питанию, состоящему, прежде всего, из крахмала зерновых и растительного протеина. Одновременно с 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

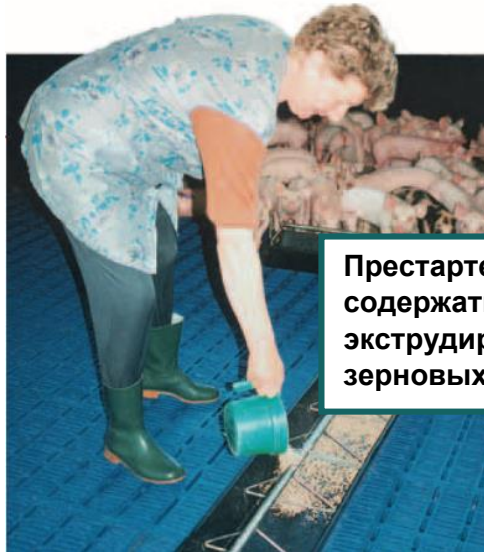
краткосрочно снижается от одной четверти до одной пятой. Через две недели после отлучения концентрация липазы всё также низка, активность химотрипсина и амилазы возвращается лишь к 70 и 74 процентам соответственно от их активности в момент

## 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.

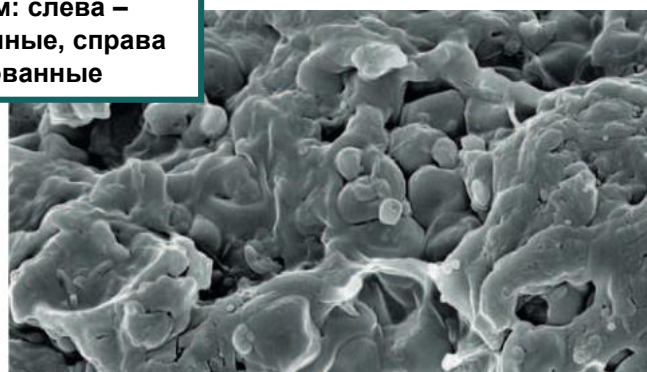
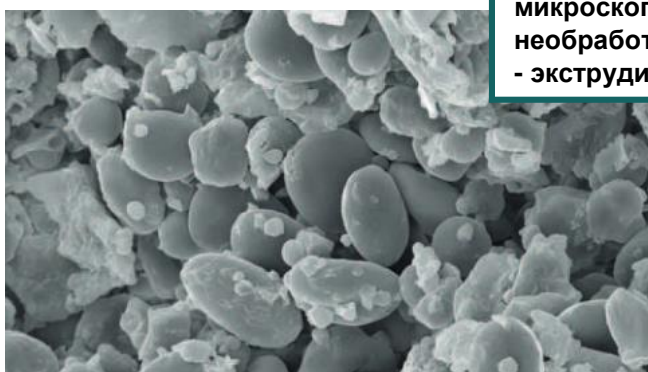
В эндосперме зерновки крахмал находится в форме отдельных гранул, чья величина составляет от 2 до 200µм. Эти зёрна крахмала очень хорошо различимы под электронным микроскопом (1000-кратное увеличение) (см. фотографию внизу слева). Они являются довольно стабильными благодаря внутренним водородным связям.

Разветвлённые молекулярные цепи амилопектина могут создавать в этих гранулах месте 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 гомогенная кормовая каша.

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

А при кормлении порослят на дорацивании жидким способом экструдированные зерновые позитивно обеспечивают гомогенность 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 экструдации 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 престаартера, 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.

