ДОНЗЕРНОСНАБ DonEnzyme

КАК УВЕЛИЧИТЬ ВЫХОД МУКИ И НЕ ПОТЕРЯТЬ БЕЛИЗНУ?

Делимся опытом повышения прибыльности работы мельниц с ферментными кондиционерами для зерна

Знаете ли вы, что процесс увлажнения зерна, без которого сейчас почти невозможно представить работу мельницы, изначально был воспринят крайне негативно?

Мельники опасались, что из увлажненного зерна получится слишком влажная мука. Специалистов волновали коррозия металла оборудования, преждевременное прорастание зерна в бункере, плесневение. Новое оборудование для увлажнения и отлёжки (отволаживания) казалось слишком сложным для ввода в систему. Однако с годами технология показала себя безопасной и незаменимой. Сегодня сложно представить мельницу, которая не увлажняет зерно.

В чём же ценность этого процесса?

Сухое зерно твёрдое, как камень. Если вы попробуете прожевать его, то рискуете сломать зуб. При этом структура сухого зерна крошливая, на помол такого зерна тратится много электроэнергии. Из-за крошливости сухого зерна очень сложно при размоле получить сортовую муку, которая соответствует ГОСТ.

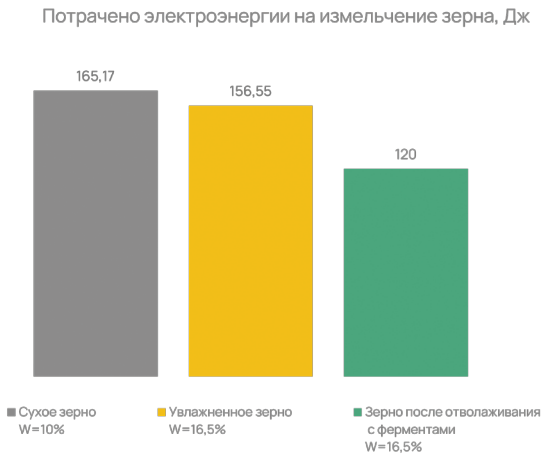

Рис. 1. Для помола увлажненного зерна требуется на 5,2% меньше энергии, чем для помола сухого зерна. Для помола зерна, увлажненного с ферментами, требуется на 27,3% меньше энергии, чем на помол сухого зерна. Эффективность увлажнения с ферментами выше стандартной в 5 раз.

Производство сортовой муки стало возможным именно с внедрением процесса увлажнения зерна, поскольку эта технология помогает снизить нагрузку на вальцы во время размола. Увлажнённый в процессе отлёжки эндосперм значительно легче размалывается на вальцевых станках. Оболочки становятся эластичнее, вода проникает глубже в эндосперм.

Все мельники мира ждут, что отлёжка облегчит размол, снизит нагрузку на вальцы, а зерновые оболочки будут отделяться проще. Но насколько стандартное увлажнение зерна на самом деле облегчает процесс размола?

Давайте посмотрим на фактическую эффективность процесса. Увлажнение делает размол зерна легче всего на 5,2% (см. Рис.1). А вода, делая оболочки пластичнее, никак не ослабляет природную связь между оболочками и эндоспермом.

Недостатки стандартного процесса увлажнения зерна:

1. Связь между оболочками и эндоспермом очень сильная, оболочки как будто приклеены к эндосперму суперклеем. Природа создала зерну такую защиту, чтобы сохранить питание для зародыша.

- Стандартный процесс отлёжки зерна делает оболочки пластичнее, но не ослабляет их связь с эндоспермом.
- Оболочки крошатся в пыль при помоле, их тяжело просеивать. Это увеличивает зольность муки.
- Попадание в муку загрязненных оболочек, обсемененных спорами плесеней и бактериями, способствует раннему плесневению выпечки.

2. Неравномерное увлажнение эндосперма вынуждает мельницы использовать жесткие режимы размола.

- Слишком сильное измельчение муки в погоне за выходом и белизной приводит к повреждению белка (клейковины) и крахмала. Это негативно влияет на водоудерживающую способность муки и снижает выход хлеба.

- При чрезмерном трении на вальцах может достигаться температура термокоагуляции белка (более 57°С). Клейковина становится жесткой, теряет свою эластичность, крошится при отмывании, снижается ее количество, понижается ИДК.
- Высокие затраты на электроэнергию.
- Быстрый износ вальцов («горят вальцы»).

Ведущие специалисты мира в течение 30 лет работали над совершенствованием процесса подготовки зерна к помолу: улучшали увлажнительные и обоечные машины, экспериментировали с температурой воды при отлёжке. Это снижало времязатраты, но не влияло на качество процесса.

В 2011 году первые формулы ферментных кондиционеров для зерна GRAIN IMPROVERS были успешно внедрены на производство. Они стали следующим шагом эволюции процесса подготовки зерна к помолу. Ферментные композиции вводятся в зерно в виде сухого порошка с помощью поточного микродозатора, установленного на увлажнительную машину или распределительный шнек перед тем, как зерно отправляется в бункер на отлёжку.

Что делают ферментные кондиционеры для зерна:

- разрушают крепкие природные биологические связи оболочки с зерновкой;
- делают оболочки пластичнее и позволяют воде проникать глубоко под оболочки в эндосперм;
- помогают отделять оболочки тонкими, крупными сегментами при обоечном процессе или при помоле (см. Рис. 2);
- помогают сохранять до 2% ценного периферийного эндосперма, которые терялись с отрубями при стандартном помоле;
- благодаря ферментам увлажнение эндосперма становится равномерным;
- размол идет легче на 27,3% (в 5 раз эффективнее стандартного) без повышения уровня влажности зерна (см. Рис. 1).

Ферментация зерновых оболочек дает мельникам эффективный инструмент для достижения их целей. Лучше всего это докажут кейсы мельниц, на которых технология уже используется.

Команда GRAIN IMPROVERS совместно с российским производителем Донзерноснаб делится историями успеха своих клиентов. Донзерноснаб — производитель ферментных кондиционеров для зерна по технологии GRAIN IMPROVERS под брендом DonEnzyme.

Кейс №1: Увеличение общего выхода муки со снижением зольности

Мельницы по всему миру сталкиваются с одной и той же проблемой: когда перед производством стоит задача по повышению общего выхода муки, вместе с выходом неизбежно повышается общая зольность и ухудшается цвет продуктов помола. Ферментные кондиционеры DonEnzyme помогли решить эту проблему.

Благодаря легкому отделению оболочек от эндосперма крупными тонкими сегментами эффективность ферментов для увлажнения зерна равна эффективности работы **трех-пяти обоечных машин**. Качественной работой обоечной машины считается результат, при котором зольность зерна на выходе из обоечной машины ниже, чем на входе, на 0,02%. Применение DonEnzyme снижает зольность муки на выходе на 0,05–0,1%. Это позволяет повышать выход муки, одновременно снижая ее зольность.

Перед вами пример мельницы из ЮФО производительностью 100 т/сут, которая производит односортные помолы из зерна 3 класса.

При стандартном помоле мельница использовала помольную партию со средним содержанием сырой клейковины 24%. При помоле с ферментными кондиционерами среднее содержание сырой клейковины в помольной партии составило 22,5%. Такое снижение качества зерна позволило снизить стоимость помольной партии на 5,3%.

При стандартном помоле предприятию удавалось достичь выхода 76,3% с 0,65% зольностью муки. Эта продукция не соответствовала высшему сорту по ГОСТ. С применением ферментных кондиционеров для зерна и при снижении средней клейковины в помольной партии выход увеличился до 77,3%, а зольность снизилась до 0,55.

Экономический эффект:

Мельница не только достигает желаемой зольности 0,55% и увеличивает выход на 1%, но и получает дополнительную прибыль 239 руб. на тонну зерна. Это 11,76% дополнительной прибыли с первого помола и 2 390 руб. в сутки. В месяц (25 рабочих дней)

Рис. 2.

сумма достигнет 597 500 рублей, а в год — 7 170 000 руб.

Эти эффекты были достигнуты благодаря ферментации зерновых оболочек при отлёжке, потому что оболочки отделились от эндосперма при помоле крупными сегментами и эффективно отсеялись на ситах. Прирост общего выхода произошел за счет сохранения 1% ценного субалейронового слоя, который раньше терялся в отрубях.

Кейс №2: Апгрейд сортности муки с приростом клейковины

Ферментные кондиционеры помогают обогатить муку ценным периферийным слоем эндосперма (субалейроновый слой), который богат качественным клейковинным белком.

Дело в том, что распределение белка в эндосперме неравномерно. Если взять зерно с содержанием белка около 13%, клетка из середины эндосперма будет состоять из белка всего на 8%. Но если рассмотреть клетку из субалейронового слоя того же зерна, содержание белка в ней будет уже 54% (Kent, 1966).

При стандартном помоле субалейроновый слой почти полностью уходит в отруби. Разрушая крепкую природную связь между субалейроновым слоем и зерновыми оболочками, мы отправляем его в муку. Это помогает не только повысить общий выход, но и увеличить содержание сырой клейковины в муке на 0,5–1,5%.

Ниже представлен кейс мельницы из ЮФО с производительностью 140 т/сут. Предприятие изготовляет муку высшего и первого сорта. Целью этой мельницы было увеличить общий выход муки и выход муки высшего сорта, прирост клейковины в муке.

Благодаря ферментному размягчению оболочек и более качественному их отделению от эндосперма получены результаты:

1. Общий выход муки увеличили на 3% (75% до 78%);
2. Выход муки высшего сорта увеличили на 8% (с 60% до 68%);
3. **Прирост сырой клейковины в муке высшего сорта составил 1,2% (с 28,2% до 29,4%);**
4. Прирост сырой клейковины в муке первого сорта состав 0,1% (с 30,1% до 30,2%).

Экономический эффект: дополнительная прибыль (затраты включены) составила 8,24% – это 140 рублей с каждой тонны зерна.

Хлеб из муки, которая произведена из более дешевого зерна с применением DonEnzyme, имеет больший объем, а структура его мякиша более развитая, равномерная (см. фото из набора кейсов №4).

Кейс №3: Работа со сложным (малоклейковиным) зерном

Урожай 2023 года удивил мельников ЮФО зерном низким содержанием клейковины. В такой ситуации мельникам необходимо сработать низкоклейковинное зерно несмотря на его низкое качество.

С DonEnzyme мельница может работать на таком зерне, при этом увеличивая общий выход и выход муки высшего сорта достойного качества.

Следующий кейс 2022 года — один из наших крупнейших клиентов, экспортер муки для Всемирной продовольственной программы ООН. Цель мельницы — производить муку, которая соответствует всем высоким стандартам ООН, по максимально низкой цене, чтобы выигрывать тендеры.

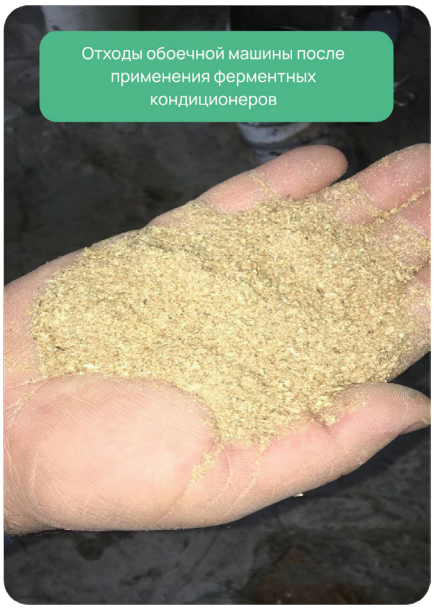

Рис. 3. Отходы обоечной машины после применения ферментных кондиционеров для зерна. Оболочки отделяются крупными тонкими сегментами.

Рис. 4. Разница зольности и цвета муки до и после применения ферментных кондиционеров. Мука с DonEnzyme чище, белее.

Зерно используемое при стандартном помоле: 3 класс — 100%. Зерно используемое при помоле с ферментными кондиционерами DonEnzyme: 4 класс — 100%.

Результаты:

- общий выход увеличился на 3% (с 73% до 76%);
- выход муки высшего сорта увеличился на 11% (с 65% до 76%);
- белизна увеличилась на 2,54% (с 53,33 до 55, 87);
- ИДК сохранился на прежнем уровне;
- глютен-индекс увеличился на 7% (с 80% до 87%).

Экономический эффект:

- Затраты на электроэнергию снизились на 3.9% (с 845 до 812.5 руб/тонна).
- Дополнительный доход на каждую тонну зерна вырос на 82.85% (1 703 рубля на тонну, 510 900 рублей в день, ~15 327 000 рублей в месяц).

Набор кейсов №4: Улучшение хлебопекарных свойств муки

Сохранённые в результате ферментации зерновых оболочек крахмальные гранулы при контакте с водой увеличиваются в сотни раз и удерживают воду во время тестоведения. Это увеличивает водопоглотительную способность (ВПС) и водоудерживающую способность муки (ВУС) на 0,5–4%. Таким образом тесто не разжижается, нет залипания на производственных линиях, снижается количество брака.

Благодаря сохранению естественной 3D-структуры белка и попаданию в муку субалейронового слоя зерна количество и качество клейковины в муке увеличивается, глютен-индекс растет на 2–15%. Это имеет следующие преимущества для качества хлеба:

- Улучшение устойчивости теста к механической нагрузке.
- Предупреждение липкости и быстрого разжижения.
- Способствует повышению формоустойчивости и объёмного выхода хлеба.
- Позволяет добиться равномерной пористости и белизны мякиша, снизить крошливость.

Увеличение выхода хлеба.

Повышенная водоудерживающая способность муки щадящего помола позволяет избежать ее перерасхода. Из-за того, что мука может удержать больше воды, увеличивается вес теста и выход готовой продукции на 1–4%.

Это позволяет предотвратить финансовые потери на каждом замесе теста.

Формоустойчивость, объём, пористость.

В муке, смолотой с применением ферментных кондиционеров для зерна DonEnzyme, степень разрушения крахмала (UCD) меньше на 5–10 единиц по сравнению с обычной мукой. Благодаря сохранению натуральной 3D-структуры белка увеличивается устойчивость теста к механическим нагрузкам, предупреждается липкость и быстрое разжижение теста. Это способствует лучшей разделке и формовке, повышению формоустойчивости тестовых заготовок, позволяет значительно сократить потери теста при разделке и формовке на производственных линиях.

Для увеличения объёма выпечки важны газообразующая и газоудерживающая способности муки. Помол без термокоагуляции белка позволяет удержать в тесте большее количество пузырьков газа, образовавшихся при брожении. Это происходит, потому что сохранённая при помоле естественная 3D-структура белка делает тесто более растяжимым и устойчивым к увеличению объёма.

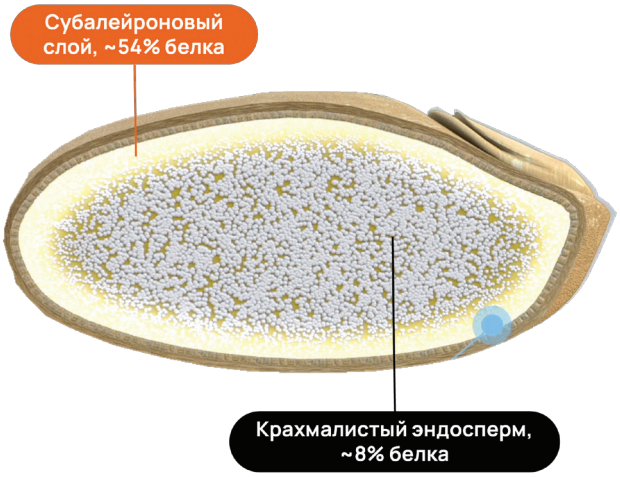

Рис. 5. Распределение белка в эндосперме: субалейроновый слой содержит почти в 7 раз больше белка, чем центр эндосперма.

Рис. 6. и Рис. 7. Больший объём и формоустойчивость теста из муки, смолотой с DonEnzyme, несмотря на использованное зерно низкого качества.

Таблица 1. Улучшение показателей качества муки при применении DonEnzyme.

Зольность, %	Снижение на 0,05–0,1%
Протеин, %	Повышение на 0,5–1,0%
Степень разрушения крахмала, UCD	Снижение на 5–10 UCD/ Повышение на 3–8 UCD — зависит от задачи
Число падения, с	Повышение на 30–100 с
Глютен-индекс, %	Повышение на 2–15 %
По фаринографу	
ВПС (вязкость), %	Повышение на 0,5–4%
Время образования теста, мин	Повышение на 1–5 мин
Стабильность тестообразования, мин	Повышение на 1–7 мин
Степень разжижения, FE	Снижение на 5–15 FE
По альвеографу	
W, сила муки, см^2	Повышение на 20–80 см^2
P, упругость теста(если значения выше 100 мм)	Снижение (при необходимости) на 10–50 мм
L, растяжимость теста (если значения 50–70 мм)	Повышение (при необходимости) на 10–50 мм

Рис. 8. Из-за низкой водоудерживающей способности тесто из муки стандартного помола быстро разжижается.

Рис. 9. Благодаря сохраненной 3D-структуре белка растяжимость теста увеличивается, что позволяет хлебу иметь больший объём.

Свежесть, плесневение.

Благодаря высоким показателям чистоты муки, произведённой при помоле с ферментными кондиционерами DonEnzyme, снижается её микробиологическое обсеменение. Это помогает снизить склонность хлеба к плесневению и развитию «картофельной болезни». Высокое содержание целостных крахмальных гранул в муке (<14 UCD) обеспечивает длительное сохранение влаги в хлебе. Это позволяет выпечке долгое время не черстветь.

Процесс увлажнения незаменим, но ферментные кондиционеры для зерна в разы повышают его эффективность. Представьте процесс увлажнения образно: как «стирку» зерна в стиральной машине. Да, обычная вода смоет часть поверхностной грязи, слегка размягчит зерно. Но с «порошком» — ферментными кондиционерами для зерна — процесс «стирки» будет в разы результативнее.

Ферментные кондиционеры для зерна натуральны и полностью расходуются при частичном гидролизе оболочек. Ферментные кондиционеры влияют исключительно на оболочки, не остаются в продуктах помола и не требуют вынесения на этикетки готовой продукции.

Благодаря сохранению ценного субалейронового слоя зерна общий выход муки повышается на ~2%. При этом выход дорогих сортов муки увеличивается на 5–19%. Ферментное кондиционирование зерна позволяет мельнице использовать более дешёвое зерно в помольной партии, сохраняя или увеличивая выход и повышая качество муки. Затраты на электроэнергию снижаются на 9–35% за счёт более щадящих режимов помола, что также приводит к увеличению срока службы оборудования.

Все эти факторы складываются в дополнительную прибыль с каждой тонны переработанного мельницей зерна — от 8 до 21% дополнительной прибыли с первого помола.

Мукомолы хотят зарабатывать и делать качественный продукт — в том числе потому, что и сами являются его потребителями. С ферментной подготовкой зерна к помолу появляется возможность производить качественную муку с лучшими хлебопекарными свойствами, максимально полезную для здоровья потребителя. За такой мукой клиенты возвращаются снова и снова.

Приглашаем к сотрудничеству с компанией Донзерноснаб и брендом DonEnzyme.

Анна Савина,
Руководитель проекта
savinaanna16@yandex.ru
+7 (905)-528-06-95

Рис.10. Увеличение объёма хлеба с DonEnzyme.

Рис.11. Увеличение объёма хлеба с DonEnzyme.

Рис. 12. Слева хлеб, выпеченный из муки высшего сорта, произведённой из зерна со средним содержанием сырой клейковины 24%, справа — то же зерно, но с использованием ферментных кондиционеров.

Рис.13. Слева хлеб, выпеченный из муки, произведённой из зерна со средним содержанием сырой клейковины 24%, справа — то же зерно, но с использованием ферментных кондиционеров.

Рис. 14. Контрольный образец на шестые сутки.

Рис.15. Образец с DonEnzyme на шестые сутки.

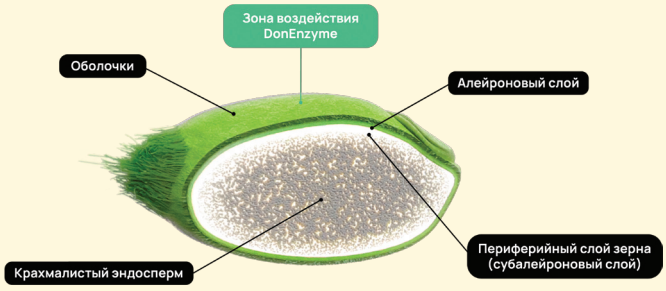

Рис.16. Зона воздействия DonEnzyme. Ферменты действуют исключительно на оболочки зерна.