

УДК 664.7.002:631.362.3

**РАЗРАБОТКА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ В ПЕРЕРАБОТКЕ ЗЕР-
НОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ПО-
ВЫШЕННОЙ ЦЕННОСТИ**

**Горбатовская Н.А. ТарГУ им.
М.Х. Дулати, г. Тараз**

Дальнейший рост уровня производительности, интенсификации сельского хозяйства в значительной степени зависят от технической оснащенности, инновационных технологий переработки сельскохозяйственного сырья, в том числе зерновых культур, являющихся источником производства основных продуктов питания массового потребления.

Решение государственной задачи, с учетом поставленных приоритетных направлений, позволит стабилизировать продовольственный рынок страны, расширить ассортимент мучных и крупяных продуктов, обеспечить население качественными отечественными продуктами питания повышенной пищевой ценности. Для этого необходимо совершенствовать существующую технику и технологию переработки зерна, которое является дорогим сырьем для перерабатывающих предприятий различного типа и в структуре затрат на производство продукции занимает около 94%, а количественный выход и качественные показатели готовой продукции не всегда оправдывают сырьевые и энергетические затраты.

Это связано с недостаточно высокой эффективностью работы технологического оборудования, сложностью технологических процессов подготовки сырья и его переработки, отсутствием унификации и гибкости процессов, что не позволяет на одном и том же оборудовании осуществлять за перерабатываемых культур с учетом получения готовой продукции заданного качества, спроса и специфики на ее дальнейшее использование для продуктов питания массового спроса, продуктов функционального и лечебно-профилактического назначения, отличающихся высокой пищевой и биологической ценностью.

Сегодняшний уровень развития технологии муки и крупы соответствует в большей степени традиционным классическим вариантам, и это не всегда позволяет эффективно решать вопросы о разработке нового ассортимента, предназначенного для удовлетворения различных запросов потребителей.

Существующие, согласно стандартам, сорта пшеничной и ржаной хлебопекарной муки ограничивают возможности производства мучных кондитерских изделий с направленным изменением качества. Необходим расширенный ассортимент муки, располагающий особыми свойствами: высокобелковая, крахмалистая, с повышенным содержанием пищевых волокон или биологически важных органических и минеральных веществ, мука из других зерновых и бобовых культур (ячменная, рисовая, гороховая, овсяная, кукурузная и др.), используемых для составления композитных смесей муки при создании продуктов питания функционального и лечебно-профилактического назначения, для расширенного ассортимента хлебобулочных и мучных кондитерских изделий [1,2,3].

Анализ существующих технологических процессов по производству крупы показывает высокую сложность технологий и использование большого количества технологического оборудования подобранного для переработки одной зерновой культуры. При этом выход готовой продукции и ее качество по пищевой ценности не всегда реализуют потенциальные возможности, заложенные в зерне при использовании основной сырьевой части – ядра [4].

Эффективность шелушения крупяных культур зависит от правильного подбора технологического оборудования, предварительного сортирования зерна на фракции по крупности, режимов гидротермической обработки отдельных культур. Однако коэффициент шелушения при этом не превышает 80-85 % за один пропуск зерна через шелушительную машину, в связи с этим устанавливается несколько систем шелушения (от 3-х до 4-х). Применение дополнительных операций, для повышения эффективности шелушения, многократность шелушения, приводящее к дроблению целого ядра – все это вместе приводит к увеличению расхода энергии, снижению выхода целой крупы и другим нежелательным факторам [3].

Следовательно, разработка эффективного оборудования, ресурсосберегающих технологий переработки зерна и использование полученной готовой продукции для создания расширенного ассортимента новых продуктов питания с направленным изменением химического состава по количеству белка, микроэлементов, пищевых волокон и других нутриентов является актуальной задачей.

В связи с этим, одной из главных задач исследований, проводимых в ТарГУ им. М.Х. Дулати, явилась разработка техники и ресурсосберегающих технологий переработки зерновых культур в муку с направленным изменением качества и крупы повышенной пищевой ценности, которые могут быть полноценной основой продуктов нового поколения: хлебопродуктов, мучных

и сахарных кондитерских изделий, национальных кисломолочных напитков на зерновой основе.

Выбор направлений исследований исходил из анализа существующих технологий переработки зерна в муку, крупы, где объектом переработки представлены зерновые культуры: пшеница, ячмень, овес. Основными технологическими операциями выделены:

- обработка поверхности зерна в мукомольном производстве;
- шелушение зерна в крупяном производстве.

Исходя из анализа существующих в настоящее время устройств по обработке поверхности (шелушению) зерновых культур, следует отметить, что, несмотря на большое разнообразие конструкций для обработки поверхности зерна (шелушению), существуют положения, объединяющие все устройства:

1. При обработке поверхности (шелушении) зерна в обочных, щеточных, мочных машинах на зерно воздействует удар и трение зерна о зерно, и рабочую поверхность барабана (деки).

2. Силу удара рабочих органов о зерно и зерна о рабочую поверхность определяют следующие факторы:

- модуль упругости материала рабочих органов машины;
- модуль упругости обрабатываемого материала;
- геометрическая характеристика зерна;
- форма рабочих органов машины;
- скорость соударения зерна с рабочими органами (бичами, барабаном).

3. Эффективность обработки поверхности зерна (шелушения) от загрязнений и наружных покровов в значительной мере зависит от кинематических параметров машин: скорости вращения рабочих органов, расстояния от кромки бичей до рабочей поверхности, нагрузки на машину, времени обработки, а также от качества зерна и его технологических особенностей.

На основании общих положений, объединяющих эти устройства, можно сделать следующие выводы:

- необходима разработка конструкции машины для интенсивной обработки поверхности зерна при допустимой норме прироста битых зерен и без излишнего травмирования зерна;

- конструкция устройства должна обеспечивать возможность применения ее при сортовых помолах пшеницы и шелушения крупяных культур с последующим упрощением технологии производства муки, крупы, что позволит обеспечить ресурсосбережения при высоких технико-экономических показателях предприятия.

Для обработки поверхности (шелушения) зерновых культур была разработана экспериментальная установка УИД-2 (рис.1), позволяющая обрабатывать поверхность (шелушить) зерновые культуры в условиях динамического нагружения. При динамическом нагружении живая сила ударяемого тела мгновенно превращается в потенциальную силу энергии деформации в деформируемом теле и вызывает в нем значительно большие внутренние напряжения, чем при статическом нагружении тела той же силы.

В установке зерно подвергается нескольким видам деформаций: удару и истиранию с последующим отделением внешних покровных тканей (цветковой или плодовой оболочек).

Новизна выбранной конструкции заключается в использовании бичевого ротора: на вал насажены съемные кольца с ввинченными в них бичами.

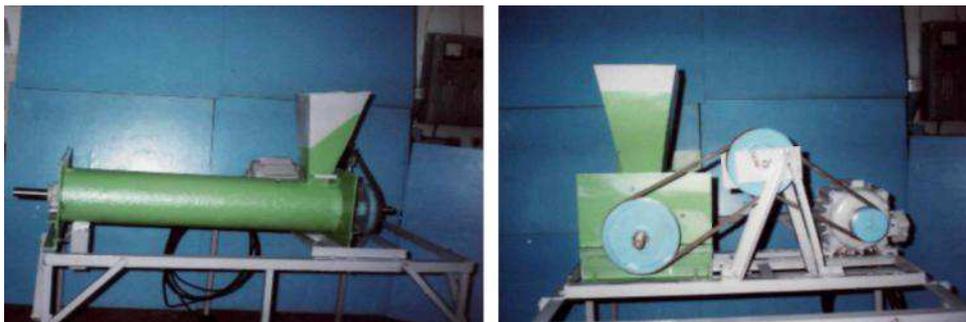


Рис. 1. Экспериментальная установка УИД-2

Это позволяет менять количество бичей, их конструкцию (пластинчатые, цилиндрические), изменять расстояние (шаг между бичами) [5].

Обработка поверхности (шелушение) зерна происходит в условиях динамического нагружения, когда критическая скорость удара бичей не превышает прочностных свойств зерна.

Принятая конструкция позволяет обеспечить интенсивное шелушение зерновых культур за один пропуск при правильно подобранной скорости бичевого ротора и продолжительности обработки продукта.

В результате проведенных исследований, математического моделирования процесса и оптимизации параметров, влияющих на эффективность обработки поверхности (шелушения) зерна установлено:

1. Необходимость увлажнения зерна перед обработкой с целью повышения влажности оболочек и отслоения их от ядра (эндосперма). Выбран способ увлажнения зерна – поверхностный, только для оболочек, т.е. прирост влаги на 1-1,5% при увлажнении зерна и кратковременном отволаживании.

2. Число оборотов при обработке: пшеницы- 840об/мин. или 9,2м/с; ячменя - 880 об/мин. или 9,6 м/с; овса- 840 об/мин или 9,2 м/с. Предполагается посредством сменных шкивов изменять число оборотов бичевого ротора.

3. Продолжительность обработки поверхности зерна пшеницы – 10 с; шелушение ячменя – 20 с; овса –15 с.

4. Радиальный зазор 15 мм.

5. Количество бичей – 42 цилиндрических и 6 в виде лопастей.

6. Диаметр рабочего цилиндра 0,22 м, длина 1,0 м.

7. Нагрузка составляет для:

- пшеницы - $441 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$;

- ячменя - $396 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$;

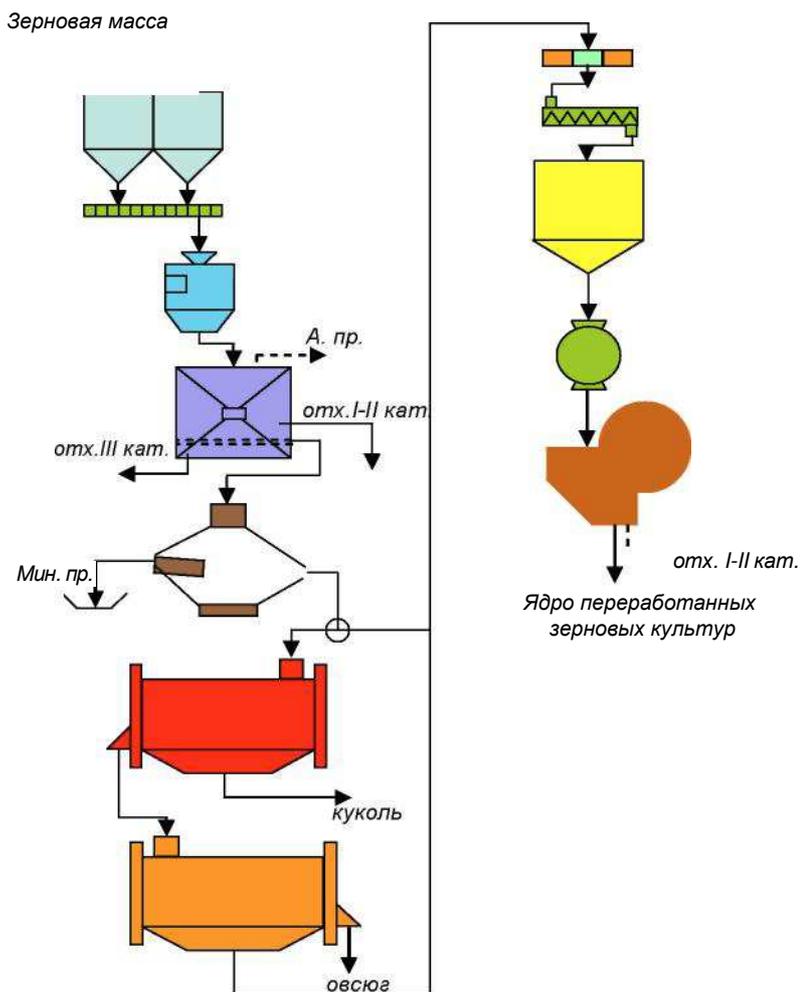
- овса – $512 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$.

8. Производительность опытно-экспериментальной установки 250 кг/ч - 300 кг/ч.

Интенсивная обработка поверхности зерна пшеницы, ржи (при снижении зольности зерна на 0,09 – 0,11 % за один пропуск, при норме прироста битых зерен не более 1,0 %), шелушение пленчатых крупяных культур (при коэффициенте шелушения за один пропуск равным 90 – 95 %) на раработанной экспериментальной установке, с учетом проведения операции предварительного увлажнения (мойки) зерна и кратковременного отволаживания в зависимости от вида зерновой культуры: пшеница – 3-5 минут, овес – 6-8 минут, ячмень – 10-15 минут, предназначенного только для ослабления связи оболочки с ядром, позволили разработать структурную модель технологиче-

с которого процесс подготовки зерновых культур к переработке с применением нетрадиционного оборудования.

Созданная экспериментальная установка для шелушения зерна пшеницы, овса, ячменя в условиях динамического нагружения дает возможность обрабатывать их на одной машине (при различной продолжительности обработки, в зависимости от культуры, степени связи оболочек с ядром, прочности ядра), и позволяет использовать ее в технологии муки и круп. Составлена унифицированная принципиальная технологическая схема подготовки зерновых культур, по которой возможна подготовка пшеницы, ржи, овса, ячменя (рис.2).



отх. I-II кат.	отх. III кат.	Лузга	Мучка	Ядро перер. культ.
----------------	---------------	-------	-------	--------------------

Рис. 2. Технологическая схема подготовки зерновых культур к переработке (взаимозаменяемая схема)

Разработанные ресурсосберегающие технологии переработки зерновых культур с применением экспериментальной установки предназначены в основном для получения мучных и крупяных продуктов для расширения ассортимента, рассчитанного на запросы потребителей по производству хлебобулочных, мучных, сахарных изделий и сухих концентратов для национальных

кисломолочных напитков на зерновой основе повышенной пищевой ценности.

Муку, полученную по ресурсосберегающей технологии и имеющую направленное изменение качества, исследовали на химический состав и пищевую ценность по показателям: содержание белка, жира, углеводов, витаминов (В₁, В₂, РР), минеральных веществ (К, Са, Mg, Р) (табл.1).

Таблица 1
Химический состав муки с направленным изменением качества (на 100 г продукта)

Вид муки	Белки, г	Жиры, г	Угле- воды, г	Минеральные вещества, мг				Витамины, мг		
				К	Са	Mg	Р	В ₁	В ₂	Р
Пшеничная	12,7	1,6	69,6	50	54	104	419	0,46	0,13	6,10
Пшеничная*	12,5	1,9	68,2	51	39		336	0,41	0,1	4,5
Ячменная	11,0	1,7	71,7	438	88		347	0,32	0,13	4,48
Ячменная*	10,0	1,6	71,5		68	121	297	0,28	0,11	2,50
Овсяная	11,2	5,2	66,3		60	112	359	0,49	0,11	1,10
Овсяная*	10,6	3,1	65,1	272	52		334	0,36	0,10	0,9

* - мука, полученная традиционным способом

Анализ данных показывает, что мука, полученная нетрадиционным способом, имеет повышенную пищевую ценность по минеральному составу и витаминам по сравнению с традиционной [6].

Результаты исследований показывают, что крупы по химическому составу отличаются от полученных традиционным способом повышенным содержанием белка, пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ (табл.2).

Таблица 2
Химический состав круп повышенной пищевой ценности (на 100 г продукта)

Вид крупы	Белки г	Жиры г	Угле- воды г	Минеральные вещества, мг				Витамины, мг		
				К	Са	Mg	Р	В ₁	В ₂	РР
Пшеничная	11,9	1,4	66,6	342	57	108	422	0,49	0,18	7,13
Пшеничная*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ячменная	10,6	1,3	78,7	453	93	151	353	0,38	0,17	4,57
Ячменная*	9,3	1,1	73,7	421	52	94	323	0,12	0,06	2,0
Овсяная	11,0	5,8	65,0	292	64	116	361	0,52	0,14	1,15
Овсяная*	10,9	4,3	64,3	284	38	87	327	0,49	0,11	1,0

* - крупа, полученная традиционным способом

Технологические процессы производства пшеничной, ячменной, овсяной муки апробированы на соответствие разработанному

«Технологическому регламенту на производство муки из зерновых культур с направленным изменением качества» в условиях опытного производства.

Произведена отработка технологических процессов производства круп в соответствии с разработанным «Технологическим регламентом производства крупы из зерновых культур повышенной пищевой ценности» в условиях опытного производства с получением первых партий готовой продукции с выходом:

- крупа пшеничная из мягкой пшеницы - 71,9 % (63,0 % по Правилам);
 - крупа ячменная (нешлифованная) - 70,7 % (45 % по Правилам);
 - крупа овсяная (нешлифованная) - 52,7 % (45,5 % по Правилам);
- Ресурсосберегающие технологии производства муки и круп с

заданными свойствами отличаются от существующих высоким коэффициентом использования зерна по выходу муки, круп, высоким эффектом работы экспериментально созданного оборудования, отсутствием операций термической обработки, шлифования, полирования круп, что позволило сократить технологический процесс производства, увеличить выход готовой продукции на 5 -8 %, снизить энергетические затраты в 1,4-1,6 раза.

Литература

1. Егоров Г.А., Мартыненко Я.Ф., Петренко Г.П. Технология и оборудование мукомольной, крупяной и комбикормовой промышленности. -М.: Изд. комплекс МГАПП, 1996 -
2. Егоров Г.А. Управление технологическими свойствами зерна. М.: Изд. Комплекс МГУПП, 2005. - 292 с.
3. Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах. - М.: ВНПО Зернопродукт, 1991.
4. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях. - М.: ВНПО Зернопродукт, 1990.
5. Патент РК № 24528 Установка для шелушения зернопродуктов.// Гор-батовская Н.А. и др. Оpubл. 15.09.2011, бюл.№9
6. Покровский А.А. Химический состав пищевых продуктов.- М.: Пищевая промышленность. 1976 - 226с.