

Авторефер.
К 45

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени М.В. Ломоносова

Инженер А.А. Кочетова

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ПОДГОТОВКИ ЗЕРНА К ПОМОЛУ

374. Технология зерновых, бобовых и крупяных культур

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1969

СМ

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени М.В. Ломоносова

Инженер А.А. Кочетова

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ПОДГОТОВКИ ЗЕРНА К ПОМОЛУ

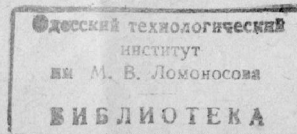
374. Технология зерновых, бобовых и крупяных культур

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Пересчет 1984 г.

Одесса - 1969

V.001750



Автор. V 001750
К 45 А.А. Кочетова
Иссл. эф. разл. методов
1969 5/4

ОНАХТ 04.12.12
Исследование эффекти



v001750

Работа выполнена на кафедре технологии переработки зерна Одесского технологического института имени М.В. Ломоносова.

Научные руководители:

кандидат технических наук профессор П.Г. Демидов,

кандидат технических наук доцент И.Т. Мерко.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук профессор А.М. Дзядзю,

кандидат технических наук П.П. Тарутин.

Ведущее предприятие - комбинат хлебопродуктов № 1 г.Одесса.

Автореферат разослан 14 октября 1989 г.

Защита диссертации состоится 21 ноября 1989 г. на заседании Совета Одесского технологического института имени М.В. Ломоносова.

Просим Ваши отзывы в 2-х экземплярах присылать по адресу: г. Одесса-39, ул. Свердлова, 112. Технологический институт имени М.В. Ломоносова.

Ученый секретарь Совета

Л.А.ЗАПОРОЖЕЦ

В диссертационной работе, изложенной на 216 стр. машинописного текста, приведено 43 таблиц, 35 рисунков, 15 сводных таблиц в приложении и список литературы, состоящий из 255 наименований, из них 33 зарубежных авторов.

В главе 1 рассмотрены применяемые на современных отечественных и зарубежных мельницах, а также новые разрабатываемые методы подготовки зерна к помолу; изучено влияние отдельных факторов (воды, тепла, времени, давления, параметров ультразвуковой обработки) на физико-технологические и биохимические свойства зерна, проанализированы результаты исследования влияния различных методов и режимов подготовки на мукомольные и хлебопекарные свойства зерна и муки. На основе обзора литературы изложены цель и задачи исследования.

Глава II включает описание экспериментальной базы, методики исследования и выбора критериев для оценки результатов опытов.

В главе III приведены результаты экспериментальных исследований, расчет экономической эффективности некоторых методов подготовки зерна к помолу, сделаны выводы по работе и рекомендации.

В в е д е н и е

Директивами XXIII съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1986-1990 гг. предусмотрено повышение эффективности всех отраслей производства, дальнейший подъем его технического уровня, улучшение качества и расширение ассортимента вырабатываемой продукции.

Возрастающий валовой сбор зерна в результате успешного развития зернового хозяйства выдвигает важные народнохозяйственные задачи и перед зерноперерабатывающей промышленностью, которая в ближайшие годы должна значительно повысить уровень продовольственного использования зерна и улучшить качество своей продукции.

Одним из факторов, способствующих решению этих задач, является дальнейшее совершенствование существующих и изыскание новых методов подготовки зерна к помолу, размола зерна и автоматизации производственных процессов.

Настоящая работа и направлена к тому, чтобы на основе сравнительных исследований различных методов подготовки зерна к помолу обосновать такие методы, которые способствуют улучшению всего комплекса технологических и экономических показателей мукомольного производства.

Глава 1. Состояние подготовки зерна к помолу на мельницах

Подготовка зерна к помолу является одним из решающих факторов направленного изменения всего комплекса технологических свойств зерна.

Изменчивость в широких пределах физико-технологических свойств зерна, поступающего на мельницы для переработки, со времени промышленного мукомолья поставила как одну из важнейших задач применение таких методов его подготовки, чтобы достигнуть определенной стабилизации физико-технологических свойств различного по качеству зерна и улучшить качество муки.

Наибольшее распространение, как методы подготовки зерна к помолу, получили методы его гидротермической обработки. Научные основы этих методов, заложенные в нашей стране работами Куприца, в дальнейшем были развиты в трудах большого числа отечественных (Озолин, Гирисон, Демядов, Ленарский, Казаков, Лосев, Тарутин, Кротович, Соседов, Айзикович, Сахарова, Нохотвич, Зиперман, Братухин, Наумов, Зотова, Егоров, Гончарова, Беркутова, Чедаева, Петренко и др.) и зарубежных ученых (Альтроге, Смитс, Клеве, Элис и др.).

В результате проведенных работ установлено влияние различных факторов гидротермической обработки зерна на изменение его водопоглощательной способности, структурно-механических и биохимических свойств, определены оптимальные режимы подготовки зерна к помолу применительно к качеству зерна и различным методам подготовки его к помолу.

Из числа существующих методов подготовки зерна к помолу наиболее распространение не только на мельницах нашей страны, но и за рубежом получил метод холодного кондиционирования, улучшающий условия переработки зерна в муку и ее качество.

Скоростное кондиционирование, получившее в последние го-

ды широкое распространение благодаря работам Тарутина во ВНИИЗе, имеет значительное преимущество перед методом холодного или горячего кондиционирования, так как этот метод создает предпосылки к осуществлению непрерывного процесса подготовки зерна к помолу, обеспечивает экономию в использовании емкостей отжженных закормов, а также улучшение хлебопекарных достоинств муки. В различных вариантах этот метод применяется и за рубежом. Так, в Англии используется метод стабилизации, заключающийся в нагревании зерна струей водяного пара в течение 1 мин до температуры 50–60°C с последующим реаким его охлаждением в ванне моечной машины.

В США и Канаде обработка зерна производится вначале сухим паром, обеспечивающим нагрев зерна до 48–49°C, а затем к зерну добавляется некоторое количество воды для достижения оптимальной влажности. После охлаждения зерна до 32–35°C в охладительной колонке зерно направляется на размола.

В ряде европейских стран (Чехословакия, ГДР, ФРГ, Румыния, Англия, Голландия, Швейцария) наряду со скоростным кондиционированием подготовка зерна к помолу осуществляется методом вакуумного кондиционирования. В нашей стране этот метод, однако, не получил распространения на производстве (по причинам технической сложности), хотя рядом исследований (Куприц, Рубина и Шполянская, Муриан, Семенов, Чедаева) выявлены значительные его преимущества по сравнению с методами холодного и горячего кондиционирования.

Помимо гидротермической обработки одним из направлений совершенствования технологии подготовки зерна к помолу является предварительное отделение оболочек путем шелушения сухого и увлажненного зерна.

Технология отделения оболочек разработана комплексом исследований, выполненных во ВНИИЗе, ОТИЛ и других организациях. Вместе с тем необходимо отметить, что, так же как и по вопросу целесообразности применения тех или иных методов гидротермической обработки зерна, среди различных исследователей (Братухин, Киселева и Борисенко, Тарутин, Роменский, Дударев, Кравченко и др.) нет единого мнения относительно полезности предварительного отделения оболочек при подготовке зерна на мельницах сортового помола.

Наряду с отмеченными выше методами, научными исследованиями ряда авторов (Исакова, Книппер, Георги, Котляр, Сердюков и др.) и нашими исследованиями выявлена возможность применения и других методов подготовки зерна к помолу, как, например, обработка зерна инфракрасными лучами, токами высокой частоты, ультразвуковыми волнами, циклическая обработка зерна с применением низких температур, использование электрогидравлического эффекта и др. В настоящее время эти методы пока находятся в стадии лабораторных испытаний.

На основании обзора отечественной и зарубежной литературы и анализа эффективности различных методов подготовки зерна к помолу можно сделать следующие выводы.

1. Применяемые методы подготовки зерна к помолу на мельницах направленно изменяют его физико-технологические свойства, что способствует увеличению общего выхода муки, снижению расхода энергии на размол, повышению производительности мельницы, улучшению качества муки и особенно ее хлебопекарных достоинств.

2. Несмотря на значительное число исследований по изучению влияния гидротермической обработки зерна, опыт подготовки к помолу зерна различного качества не обобщен.

3. Отсутствует единое мнение об установлении оптимального режима отволаживания и соответствующей этому режиму технологической влажности.

4. Не проведено сравнительных исследований различных методов подготовки зерна к помолу и поэтому отсутствуют единые рекомендации об особенностях применения того или иного метода в конкретных производственных условиях.

На основе проведенного обзора определены также цель и задачи исследования.

Целью настоящей работы является исследование эффективности различных методов подготовки зерна к помолу для обоснования методов, которые в наибольшей мере способствуют повышению уровня продовольственного использования зерна и улучшению качества муки.

В связи с этим и поставлены задачи:

а) исследовать изменение водопоглощительной способности и прочностных свойств исследуемых сортов зерна пшеницы

в связи с увлажнением при различной температуре и времени отволаживания;

б) исследовать влияние различных методов и режимов подготовки зерна к помолу на его мукомольные свойства;

в) исследовать влияние различных методов и режимов подготовки зерна к помолу на биохимические свойства зерна и хлебопекарные достоинства муки;

г) выявить технико-экономическую эффективность некоторых методов подготовки зерна к помолу.

Глава II. Экспериментальная база и методика исследования

В соответствии с задачами исследования экспериментальной базой являлось технологическое оборудование, комплекс которого включал лабораторную мельничную установку Nagema, пневматический сепаратор, ситовой классификатор, винтопрессовую шелушильную машину ШМД, ультразвуковой ламповый генератор УЗГ-1,5 ОПИ, вакуумную установку, лабораторный шнековый пропариватель, малогабаритную центрифугу и лабораторные приборы и аппараты для изучения физико-биохимических свойств зерна и готовой продукции: машину МР-0,05, альвеограф, фаринограф, приборы АР-4/1, ПЭК-3А, ФПМ-1 и др.

Оценку физико-технологических свойств исследуемых сортов зерна до и после подготовки его к помолу осуществляли определением физических, биохимических и технологических свойств.

Физические свойства: выравненность, объемную массу, массу 1000 зерен определяли общепринятыми методами по ГОСТ 3040-55. Оценка крупности произведена по данным ситового анализа, плотность зерна определена пикнометрическим методом в толупе.

Биохимические свойства изучали общепринятыми методами: содержание „сырого“ протеина по Кьельдалю, белкового азота по Барштейну, крахмала - поляриметрически по Эверсу на универсальном сахариметре типа СУ-2, количество зольных веществ - путем прямого сжигания без ускорителя, содержание „сырой“ клетчатки по методу Геннеберга и Штомана в модификации П.В.Попова, сахарообразующую способность по методу Рамзей - ВНИИЗ. Выход клейковины определяли по мето-

дике ГОСТ 10966-64 для зерна и ГОСТ 9404-60 для муки. Качество клейковины зерна характеризовали по прибору АР-4/1, а также по пластометру Аузмана - Воскресенского, а клейковины муки дополнительно к пластометру - на приборе ПЭК-3А.

Прочностные свойства зерна, в связи с различной степенью его увлажнения и временем отволаживания, изучали по методике Гуськова на машине МР-0,05 определением величины разрушающего усилия при сжатии.

Исследование мукомольных свойств проводили в лабораторных условиях с учетом методики ВНИИЗ на образцах зерна 3-5 кг в двукратной повторности по схеме (рис. 1), особенностью которой являлось применение пневматического сепаратора для классификации верхних сходов с I-III др. с. и крупной крупки с этих систем.

СХЕМА ЛАБОРАТОРНОГО ПОМОЛА ПШЕНИЦЫ

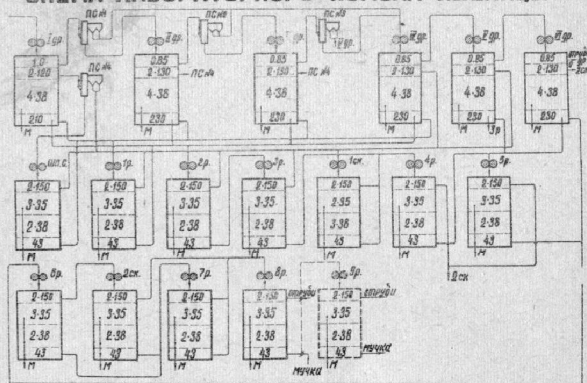


Рис. 1.

Хлебопекарные достоинства муки характеризовали ее газообразующей и газодерживающей способностью. Газообразующую способность муки определяли по методу Остров-

ского-Яго, а газодерживающую - по количеству и качеству клейковины муки и физическим свойствам теста на альвеографе и фаринографе. Пробные выпечки проводили методом центральной лаборатории Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.

Методика подготовки зерна к помолу состояла в следующем:

Холодное кондиционирование зерна проводили путем мойки предварительно очищенного от посторонних примесей зерна в течение 10-15 сек в специальной ванне при энергичном механическом перемешивании и последующего за мойкой центрифугирования. Затем зерно помещалось в емкость для отволаживания, после чего производили доувлажнение зерна на 0,5-0,7%; отволаживание в течение 30 мин, отбор проб для анализов и, наконец, взвешенное зерно направлялось на 1 др. систему. Время основного отволаживания устанавливалось в соответствии с рекомендациями Правил организации и ведения технологического процесса на мельницах.

Подготовку зерна по методу скоростного кондиционирования проводили в шнеке-пропаривателе. В течение 5-10 сек зерно в шнеке прогревали до 25-30°C, а затем подвергали обработке паром принятых параметров, после чего зерновую массу подвергали мойке, центрифугированию для удаления избыточной поверхностной влаги, сушке в кипящем слое, отволаживанию, а затем, как и при подготовке по методу холодного кондиционирования, доувлажнению. После 30 мин отволаживания производили отбор проб для анализов, взвешивание и помол.

Вакуумное кондиционирование вели по методике Чедаевой. Зерно, предварительно увлажненное до 20-22% (3-х или 4-х кратное увлажнение), отволаживали в соответствии с оптимальными условиями, рекомендованными Чедаевой для пшениц различной стекловидности и уточненными нами в лабораторных условиях. После отволаживания и отбора проб для определения влажности проводили вакуумкондиционирование, причем зерно предварительно прогревали в течение 10-15 мин. В течение всего времени вакуумирования поддерживали постоянными температуру и давление в аппарате. После окончания кондиционирования зерновая масса выгружалась в охлаждающую шахту, где

охлаждалась в течение 10-15 мин. После охлаждения и соответствующего отбора проб оставшаяся масса зерна готовилась к помолу по описанной выше методике заключительного этапа холодного кондиционирования.

Обработка зерна ультразвуком осуществлялась в процессе его мойки по разработанной нами методике. Образцы зерна массой 750-1000 г, "озвучивали" в ультразвуковой ванне, наполненной водой из расчета 1 кг зерна на 1 л воды, при тщательном перемешивании (как и при мойке обычным способом). Затем "озвученное" зерно вместе с водой перегружалось с лабораторную центрифугу для отжима избыточной поверхностной влаги, после чего подвергалось отволаживанию, доувлажнению и размолу.

Темперирование зерна проводили в атмосфере влажного пара, следя за тем, чтобы температура межзернового пространства не превышала 45-55°C.

Шелушение зерна проводили на шелушильной машине ШМД в соответствии с разработанной Дударевым и Кравченко методикой. Шелушению подвергали образцы массой 5 кг, очищенные от посторонних примесей и подвергнутые предварительно

а) мойке с озвучиванием;

б) кондиционированию (скоростному или вакуумному) и последующей за ним мойке с озвучиванием.

По варианту "а" для пшеницы с общей стекловидностью более 80% приняты следующие режимы мойки с озвучиванием и центрифугирования:

мойка - 10 сек при частоте ультразвука 18 кгц и интенсивности ультразвука - 3-4 Вт/см²;
центрифугирование - 15 сек.

Для пшеницы с общей стекловидностью от 40 до 60% и менее 40% :

мойка - 15 сек при частоте ультразвука 18 кгц и интенсивности ультразвука - 3-4 Вт/см²;
центрифугирование - 20 сек при общей стекловидности от 40 до 60% и 25 сек - при общей стекловидности менее 40%.

После частичного обезвоживания зерновую массу подвергали отволаживанию в течение 15 мин, а затем шелушили по указанной методике.

По варианту "б" зерновую массу подвергали скоростному или вакуумному кондиционированию, озвучиванию, отволаживанию и шелушению.

Исследование влияния различных методов подготовки на мукомольные свойства зерна проводили по двум сериям опытов:

1-ая серия включала исследование существующих методов (холодное, скоростное, вакуумное кондиционирование, а также метод предварительного отделения оболочек - шелушение);

11-ую серию опытов представляли новые, разрабатываемые методы: обработка зерна ультразвуком в процессе его мойки (озвучивание), темперирование зерна, сочетание темперирования с озвучиванием и шелушением, темперирование с озвучиванием и вакуумкондиционированием, вакуумкондиционирование с озвучиванием и шелушением.

Режимы подготовки зерна к помолу по всем указанным методам приведены в табл. 1.

Особенностью обеих серий являлось применение при подготовке не только рекомендуемой влажности зерна (14,2 - 16,5%), но и более высокой (17,0 - 19,0%) с сокращенным периодом отволаживания.

Оценку результатов опытов проводили в соответствии с принятыми критериями (табл. 2).

Прочностные свойства зерна в связи с его увлажнением и отволаживанием характеризовали разрушающим усилием P сжатия при статическом нагружении и деформацией в образце ΔL в мм.

Эффективность процесса шелушения оценивали по содержанию "сырой" клетчатки и зольных веществ в зерне.

Экспериментальные данные подвергали математико-статистической обработке. Число наблюдений и экспериментов определено в соответствии с требованиями стандартных методов и методов статистического анализа. Для более полной характеристики связи между отдельными показателями определены соответствующие корреляционные зависимости.

Таблица 1

Режимы подготовки зерна к помолу
а) применяемые методы:

Метод подготов- ки зерна (кондици- онирова- ние)	Общая сте- кло- вид- ность, %	Влаж- ность зерна на 1 др.с., %	Продол- житель- ность отвола- живания зерна, час	Темпе- ратура нагрева зерна, град.С	Время пребыва- ния зер- на в кондицио- нере	Давление
Холодное	91,0	16,0-17,0	16-20	18-20	-	-
	54,0	16,0-17,0	16-18	18-20	-	-
	30,0	15,0-16,0	6-8	18-20	-	-
Скорост- ное	91,0	16,0-17,0	2-3	45-50	15-20сек	2 бар
	54,0	16,0-17,0	2-3	50-60	15-20сек	2 бар
	30,0	15,0-16,0	1-2	50-60	10-15сек	2 бар
Вакуумное	91,0	16,5	12,0	45-50	70-80мин-0,50кгс/см ²	
	54,0	16,0	6,0	45,50	60-75мин-0,50кгс/см ²	
	30,0	15,5	4,0	50-55	50-60мин-0,50кгс/см ²	
б) новые методы:						
Метод подготов- ки зерна (кондици- онирова- ние)	Общая сте- кло- вид- ность, %	Влаж- ность зерна на 1 др.с., %	Продол- житель- ность отвола- живания зерна, час	Темпе- ратура нагрева зерна, град.С	Время пребыва- ния зер- на в кондицио- нере	Давление
Озвучива- ние зерна в процессе мойки при частоте ультразву- ка 18 кгц	91,0	16,0-18,0	0,5-12,0	30	10 сек ^{х/}	-
	54,0	15,5-17,5	0,5- 6,0	30	15 сек ^{х/}	-
	30,0	15,5-16,5	0,5- 4,0	35	15 сек ^{х/}	-

Примечание: х/ - время озвучивания зерна в процессе мойки.

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
Сочетание темперирова- ния зерна с озвучиванием при частоте ультразвука 18 кгц	91,0	16,5-18,0	0,5-4,0	45-50	20 сек-темпл. 10 сек-озвуч.	2 бар -
	54,0	16,5-17,5	0,5-2,5	45-50	20 сек-темпл. 15 сек-озвуч.	2 бар -
	30,0	17,0-18,0	0,5-2,0	50-55	25 сек-темпл. 15 сек-озвуч.	2 бар -
Сочетание скоростного кондициони- рования с озвучиванием и шелуше- нием	91,0	14,0 ^{хх/}	0,5	45-60	20 сек-скор. 10 сек-озвуч.	2 бар -
	54,0	14,2 ^{хх/}	0,5	45-50	20 сек-скор. 15 сек-озвуч.	2 бар -
Сочетание темперирова- ния зерна с озвучиванием и вакуумиро- ванием	54,0	16,0	2 ^{ххх/}	при тем- периро- вании 49 при ва- куумиро- вании 45	20 сек-темпл. 30 мин	2 бар -0,50 кгс/см ²
Сочетание вакуумиро- вания с озвучивани- ем и шелу- шением	54,0	17,5	6 ^{ххх/}	при ва- куумиро- вании 45-50	65 мин 15 сек-озвуч.	-0,50 кгс/см ² -

Примечание: хх/ - влажность зерна после шелушения,
до шелушения - 18,2 %;ххх/ - время отволаживания с учетом времени
вакуумирования.

Таблица 2

Критерии оценки результатов опытов

№№ п.п.	Физические и биохимические свойства зерна	Мукомольные свойства зерна	Хлебопекарные достоинства муки 70%-ного выхода
1. Линейные размеры.	1. Влажность на 1 драной системе.	1. Газообразующая спо- собность.	
2. Выравненность.		2. Газоудерживающая способность по показателям:	
3. Масса 1000 зерен.	2. Общий выход кру- пок и дунстов 1-го кач.	а) количество и каче- ство клейковины;	
4. Объемная масса.		б) физических свойств теста по альвео- графу:	
5. Плотность.	3. Выход муки в драном процессе и ее зольность.	- показатель "силы" муки - "W";	
6. Влажность.		- коэффициент кон- фигурации альвео- граммы "K";	
7. Стекловидность.	4. Размолоспособ- ность.	в) по фаринографу:	
8. Содержание:	5. Зольность, цвет и содержание клетчатки в му- ке 70%-ного вы- хода.	- ВПС,	
"сырого" протенна,		- время образования теста,	
"сырой" клетчатки,	6. Выход оболочеч- ных продуктов.	- устойчивость теста,	
крахмала,	7. Удельный расход энергии, отнесен- ный к выходу ха- рактеризуемого продукта.	- разжижение теста.	
жира,		3. Хлебопекарный ана- лиз по результатам пробных выпечек хлеба:	
зольных веществ.	8. Показатели "K" и "E" х/	- объемный выход формового хлеба и его качество;	
9. Количественно-ка- чественная харак- теристика клейко- вины зерна.		- распыляемость по- догового хлеба.	
10. Зараженность.			

х/ Показатель "K" предложен Куприцем, равный отношению суммар-
ного извлечения круподуновых продуктов к зольности муки,
отбираемой с 1 - 5 р.с. Показатель "E" принят Георги и Кот-
ляром - где

$$E = \frac{\sum \text{зерна} \cdot Q \text{ факт. выход муки}}{\sum \text{муки} \cdot Q \text{ теорет. выход (7\%)}}$$

Z - зольность,

Q - выход.

Глава III. Результаты экспериментальных исследований

1. Характеристика объектов исследования. В качестве объектов были выбраны наиболее распространенные и районированные сорта озимой мягкой пшеницы - сорт "Безостая-1" урожая 1967 г. и озимой твердой пшеницы - сорт "Новомитуринка" урожая 1966 г. Одесского селекционно-генетического инсти-тута, а также широко используемое в мукомольном производстве рязовое зерно пшеницы, представляющее смесь сортов озимой мягкой пшеницы 1У типа урожая 1966 г.

Физико-технологическая и биохимическая характеристика объектов исследования представлена в табл. 3.

2. Изменение водопоглотительной способно-сти и прочностных свойств зерна. Сравнительные исследования изменения водопоглотительной способности и эф-фективности мойки зерна с применением озвучивания и без него показали (табл. 4), что общий прирост влаги в зерне, под-вергнутом озвучиванию в процессе мойки, выше по сравнению с неозвученным зерном, причем абсолютное увеличение влаги в зерне тем выше, чем ниже его общая стекловидность. С повы-шением продолжительности мойки общий прирост влаги в зерне возрастает соответственно. Озвучивание способствует также ин-тенсификации процесса мойки, это подтверждают исследования Котляра, Кестельмана и Георги.

Повышение температуры воды с 18 до 27°C вызывает не-значительное увеличение водопоглотительной способности, повы-шается лишь эффективность мойки, а при температуре 60°C на-блюдается резкое возрастание влажности (вследствие повышения интенсивности смачивания поверхности зерна). При этом, чем ниже общая стекловидность зерна, тем выше его влажность. По-лученные данные близки к результатам других исследователей (Нюре, Свансон и др.).

Влияние обработки зерна паром на его увлажнение показа-но на рис. 2, из которого следует, что скорость увлажнения зер-на при пропаривании также зависит от общей стекловидности, повышаясь с увеличением температуры нагрева зерна паром, так как известно, что молекулы пара имеют меньший размер по сравнению с молекулами воды, вследствие чего их напорная

Таблица 4

Сравнительные исследования изменения водопоглотительной способности и эффективности мойки зерна с применением озвучивания и без него

Наименование сорта зерна	Условия мойки	Начальная влажность зерна, %	Влажность зерна через 5 сек мойки, %	Прирост влаги в процес- се мойки, %	Влажность зерна после центрифугирования, %	Потеря влаги в процессе центрифугирования, %	Общий прирост влажно- сти, %	Начальная зольность зерна, %	Зольность зерна после мойки, %	Снижение зольности, %
Ново- мичу- ринка	с озвучи- ванием без озвучи- вания	12,8	15,3	2,5	13,7	1,6	0,9	1,63	1,59	0,04
			14,5	1,7	13,3	1,2	0,5		1,61	0,02
Безос- тая-1	с озвучи- ванием без озвучи- вания	13,0	16,6	3,6	14,2	2,4	1,2	1,68	1,64	0,05
			15,8	2,8	13,8	2,0	0,8		1,67	0,02
Рядо- вая	с озвучи- ванием без озвучи- вания	13,6	17,7	4,1	15,4	2,3	1,8	1,56	1,53	0,03
			16,8	3,2	14,8	2,0	1,2		1,55	0,01

проходимость повышается при соприкосновении с относительно холодным зерном.

Прочностные свойства зерна находятся в тесной связи с влажностью зерна и продолжительностью его отволаживания. С повышением влажности зерна, независимо от его общей стекловидности, разрушающие усилия сжатия уменьшаются. Наибольшее

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ
ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА
- БИБЛИОТЕКА

VO. 1750

Физико-технологическая и биохимическая характеристика зерна пшеницы

Таблица 3

Наименование сорта пшеницы		Количественно-качествен- ная характеристика клей- ковины																			
Р. Лип- ва	Вос- ос- тав-1	Ново- мичу- ринка	12,8	31,4	834	1372	87,0	91,0	12,58	65,11	892,30	1,63	21,7	7,7	182	53	191	75	Содержание		
																			„Сырого“ протеина, %		Выход
																			Крахмала, %	Жира, %	
13,6	40,3	799	1340	93,6	30,0	10,37	67,4	2,15	2,52	1,56	16,9	5,8	191	27	218	85	-	-	Пораженность клопом-чере- пашкой, %		

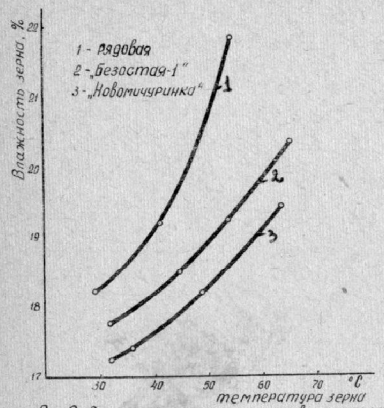


Рис. 2. Влияние температуры нагрева паром и влажности зерна

снижение прочности наблюдается в течение 2 - 4 часов отволаживания, что, очевидно, соответствует периоду максимального наполнения всех микротрещин в зерне водой в результате ее изотермической перегонки из капилляров большего в капилляры меньшего радиуса и образованию радиальных и поперечных трещин, вызывающих разрыхление эндосперма.

Следует отметить, что полученные в наших исследованиях данные согласуются с результатами

исследований других авторов (Фразер, Галеу, Сердюков), которые, однако, подчеркивают, что этого времени недостаточно для того, чтобы в зерне произошли изменения, дающие эффект при кондиционировании, что и подтверждено дальнейшими нашими исследованиями, согласно которым для исследуемых сортов зерна наилучшими результатами отволаживания зерна, дающими наибольшее снижение прочностных свойств зерна, следует считать при влажности 15 - 15,4% для пшениц со средней и высокой общей стекловидностью (сорт "Новомичуринка" и "Безостая-1") - 16-20 час, а для пшеницы низкостекловидной (рядовая) - 8 час. Повышение влажности до 17-17,4% влечет за собой сокращение периода отволаживания соответственно в первом случае до 4 - 8 час, а во втором - до 2-4 часов.

Темперирование вызывает дальнейшее снижение разрушающих усилий сжатия, особенно последние сильно уменьшаются при увлажнении зерна путем пропаривания, которое одновременно способствует и сокращению продолжительности отволаживания. Так, если у рядовой пшеницы при влажности 16,0% наибольшее снижение прочностных свойств наблюдалось при отволаживании 4-8 час,

то при увлажнении паром - 1-2 часа, после чего отмечалось повышение разрушающих усилий сжатия и нарастание величины абсолютной деформации, что указывает на переход структуры эндосперма зерна из состояния упруго-вязкого в пластическое.

В условиях исследованных параметров обработки зерна паром разрушающие усилия сжатия были у рядовой пшеницы на 15-20% ниже по сравнению с зерном, подвергнутым только мойке при той же температуре, а у пшеницы "Безостая-1" - на 20-25% ниже соответственно. При этом технологически целесообразной продолжительностью отволаживания следует считать 1-2 часа для рядовой пшеницы и 2-3 часа для пшеницы "Безостая-1" и "Новомичуринка", что, однако не противоречит данным "Правил организации и ведения технологического процесса на мельницах", а также согласуется с выводами Зиперман, установившей, что практически перемещение влаги в зерне при увлажнении паром полностью заканчивается для высокостекловидных пшениц через четыре часа.

Влияние различных методов подготовки зерна к помолу на его мукомольные свойства

Средние результаты изменения мукомольных свойств зерна в связи с применяемым методом подготовки его к помолу приведены в табл. 5, из которой следует, что мукомольные свойства зависят от биологических особенностей зерна, одним из основных показателей которых является стекловидность, предопределяющая режим подготовки зерна и влияющая на выход и качество промежуточных и конечных продуктов, а также расход энергии на помол.

Для всех исследуемых сортов зерна пшеницы лучшим методом подготовки, обеспечивающим улучшение мукомольных свойств зерна, следует считать скоростное кондиционирование.

В табл. 6 приведены сравнительные данные эффективности этих методов для пшеницы "Безостая-1".

Как видно, вакуумное кондиционирование и шелушение зерна по ряду показателей превышает холодное кондиционирование, особенно вакуумное, однако, общая их эффективность остается ниже, чем при скоростном кондиционировании (влажность 16,6% на 1 драной системе отволаживание - 3 часа, температура нагрева зерна 53-55°C).

Таблица 5

Влияние применяемых в промышленности методов подготовки зерна к помолу на мукомольные свойства зерна
а) холодное кондиционирование:

Наименование сорта зерна	Стекловидность, %	Влажность, %	Показатель „К“	Выход крупок и дунстов 1-го качества, %	Размолоспособность, %	Качество муки 70%-го выхода				Удельный расход энергии на помол, кдж/кг
						содержание, %		Белизна муки в делениях шкалы прибора ФПМ-1		
						клетчатки	золевых веществ			
Новомичуринка	91,0	16,4	79,5	73,3	69,4	0,45	0,97	62	81,1	
Безостая-1	54,0	16,0	98,8	72,0	84,0	0,34	0,75	48	66,6	
Рядовая	30,0	15,2	98,0	70,0	74,4	0,40	0,78	46	57,6	

б) скоростное кондиционирование:

Новомичуринка	91,0	16,8	98	83,2	71,3	0,42	0,87	57	76,1
Безостая-1	54,0	17,4	154	79,8	67,6	0,16	0,63	39,5	59,8
Безостая-1	54,0	16,6	120	58,8	95,0	0,20	0,57	29,5	50,9
Рядовая	30,0	17,4	131	72,2	77,5	0,13	0,63	38	49,0
Рядовая	30,0	15,0	116	60,5	81,0	0,16	0,68	35,5	55,2

в) вакуумное кондиционирование:

Новомичуринка	91,0	16,4	67,4	74,2	86,9	0,50	1,00	64,5	84,8
Безостая-1	54,0	16,0	106	71,2	91,0	0,50	0,77	64,5	65,0
Рядовая	30,0	15,2	104	70,7	93,2	0,53	0,79	50	38,7

г) шелушение зерна:

Новомичуринка	91,0	$\frac{16,2^x}{14,0}$	88	65,6	94,5	0,39	0,99	64,5	99,8
Безостая-1	54,0	$\frac{16,2}{14,2}$	112	71,4	88,3	0,41	0,73	48	87,3
Рядовая	30,0	$\frac{17,2}{15,0}$	137	72,2	84,0	0,30	0,60	59	55,6

Таблица 6

Сравнительная оценка эффективности различных методов подготовки зерна к помолу по комплексу мукомольных свойств (сорт „Безостая-1“)

Метод подготовки зерна (кондициони- рование)	Влажность на 1 др. системе, %	Общий выход крупок и дунстов 1-го каче- ства, %	Размолоспособность, %	Показатель „К“	Качество му- ки 70%-го выхода		Выход отрубей, %	Содержание крахмала, %	Удельный расход энергии, кдж/кг
					содержание, %				
					золевых веществ	клетчатки			
Холодное	16,0	72,0	84,0	98,8	0,75	0,34	19,6	31,6	66,6
Скоростное	16,6	58,8	95,0	120	0,57	0,20	23,4	31,6	50,9
Скоростное	17,4	79,8	67,6	154	0,63	0,16	23,3	29,9	59,8
Вакуумное	16,0	71,2	91,0	106	0,77	0,50	24,5	32,9	65,0
Шелушение	$\frac{16,2^x}{14,2}$	71,4	89,3	112	0,73	0,41	20,3	38,6	84,3

x/ В числителе - влажность зерна до шелушения;
в знаменателе - после шелушения.

Необходимо отметить, что скоростное кондиционирование обеспечивает не только улучшение мукомольных свойств исследуемых сортов зерна, но и уровень его продовольственного использования.

На повышение уровня использования зерна указывает показатель эффективности технологического процесса „Е“, который для пшеницы „Новомичуринка“ с 1,8 при холодном кондиционировании увеличился до 1,85 - при скоростном, для пшеницы „Безостая-1“ это изменение соответственно составило 1,85 - 2,55 (при влажности 17,4%) и 2,48 (при влажности 16,8%), а для рядовой 1,78 против 2,37 при скоростном (влажность 17,4%).

II-ая серия опытов показала, что из новых разрабатываемых методов подготовки следует рассмотреть:

Сравнительная оценка эффективности
холодного и скоростного

ПОКАЗАТЕЛИ	Н о в о м и ч у р и н к а			
	сочетание скоростного кондиционирования с озвучиванием и шелушением, отволаживание 0,5 часа		сочетание темпирования с озвучиванием, отволаживание 0,5 часа	
	По сравнению с кондиционированием			
	холод-ным	скоростным	холод-ным	скоро-стным
Общий выход крупок и дунстов 1-го качества	+17,0	+ 3,0	+ 0,8	-11,0
Размолоспособность	+ 4,0	+ 1,1	+ 6,3	+ 3,5
Показатель „К“	+86,0	+10,3	+10,4	-11,0
Зольность муки 70%-го выхода	-17,4	- 8,0	- 4,0	- 1,1
Содержание клетчатки в муке 70%-го выхода	-13,4	- 7,2	- 6,5	+52,0
Белизна муки в делениях шкалы прибора ФПМ-1 (разность показателей)	-13,5	- 8,5	- 4,0	+ 1,0
Выход отрубей	-10,0	+ 8,3	-17,0	- 1,2
Содержание крахмала в отрубях	-20,0	+ 0,6	-14,7	+ 6,5
Показатель эффективности технологического процесса „Е“ (разность показателей)	+ 0,38	+ 0,13	+ 0,15	- 0,10
Удельный расход энергии	+ 5,0	+11,2	+21,3	+30,2

новых разрабатываемых методов с методами кондиционирования

Таблица 7

Б е з о с т а я - 1							
озвучивание зерна в процессе мойки, отволаживание 3 часа		сочетание скоростного кондиционирования с озвучиванием и шелушением, отволаживание 0,5 ч.		сочетание темпирования с озвучиванием, отволаживание 0,5 часа		озвучивание зерна в процессе мойки, отволаживание 2 часа	
в %		по сравнению с кондиционированием в %					
холод-ным	скоростным	холод-ным	скоростным	холод-ным	скоростным	холод-ным	скоростным
- 1,5	-13,2	- 7,4	+13,8	+ 1,4	+24,0	+ 0,7	+23,2
+24,0	+20,7	+ 9,0	- 3,6	0	-10,1	- 1,8	-13,0
+ 8,4	-11,2	- 6,3	-14,5	+11,9	- 8,2	+22,2	+ 0,8
- 8,0	+ 2,3	-12,0	+15,9	+ 5,0	+38,7	- 5,3	+24,0
-31,0	-26,0	+53,0	+23,7	- 6,0	+52,0	-53,0	+23,7
+16,0	+21,0	-20,0	- 1,5	+ 1,0	+18,5	- 5,0	+13,5
+21,8	+49,0	0	-16,4	+ 3,0	-12,2	+17,8	- 0,8
-15,2	+ 6,3	+ 6,0	+12,0	- 3,3	+ 2,3	-16,8	-11,9
+0,32	+ 0,07	+0,27	-0,36	+0,15	-0,48	+0,45	-0,18
+12,1	+22,0	- 2,0	+27,8	-37,5	+17,2	- 4,0	+26,0

- а) сочетание скоростного кондиционирования с озвучиванием в процессе мойки и с последующим шелушением;
- б) сочетание темперирования зерна с озвучиванием в процессе мойки;
- в) озвучивание зерна в процессе мойки.

Сравнительные данные эффективности каждого из этих методов с холодным и скоростным кондиционированием для зерна „Новомичуринка“ и „Безостая-1“ приведены в табл. 7.

Как видно из указанных трех методов для пшеницы „Новомичуринка“ лучшие результаты по сравнению с холодным кондиционированием наблюдаются при подготовке ее к помолу методом скоростного кондиционирования в сочетании с озвучиванием в процессе мойки и последующим шелушением.

Этот же метод по ряду количественно-качественных показателей (выход крупок и дунстов 1-го качества, показатели „К“ и „Е“, качество муки, вымалываемость) превосходит и скоростное кондиционирование, уступаая последнему лишь по расходу энергии на помол.

Для пшеницы „Безостая-1“ лучшие результаты получены по сравнению с холодным кондиционированием при подготовке по методам „б“ и „в“, причем если подготовка по методу „б“ при прочих близких результатах обеспечила резкое (на 37,5%) снижение удельного расхода энергии, то при подготовке по методу „в“ отмечено значительное (на 53,0%) улучшение качества муки 70%-ного выхода по содержанию в ней клетчатки.

По сравнению со скоростным кондиционированием указанные методы превосходят последние по количественным показателям, уступая, однако, по качеству получаемой продукции и расходу энергии на помол. В дополнение к указанным методам из 11-ой серии опытов особого внимания заслуживает комплексный метод, состоящий из сочетания вакуумкондиционирования с озвучиванием зерна в процессе мойки и шелушением, который по ряду количественно-качественных показателей (выход крупок и дунстов 1-го качества, размоловоспособность, показатели „К“ и „Е“, цвет муки, расход энергии на помол) превосходит скоростное кондиционирование. Тем не менее предпочтение должно быть отдано скоростному кондиционированию по техническим условиям осуществления этого метода на мельницах.

Влияние различных методов подготовки на биохимические свойства зерна и хлебопекарные достоинства муки

В табл. 8 приведены средние данные изменения биохимических свойств зерна и хлебопекарных достоинств муки в связи с применением различных методов подготовки зерна (1-ая серия опытов).

Из применяемых в 1-ой серии опытов методов для пшеницы „Новомичуринка“, имеющей слабую клейковину 11-ой группы, лучшим является скоростное кондиционирование, которое по сравнению с холодным кондиционированием (контроль) оказывает положительное действие на биохимические свойства зерна, в результате чего увеличивается выход „сырой“ клейковины на 1,8 и „сухой“ — на 4,3%. Качество клейковины зерна, характеризуемое по пластометру, также улучшается. Соответственно изменяются и количественно-качественные показатели клейковины муки, что свидетельствует об укреплении белкового комплекса зерна.

Об укреплении белкового комплекса свидетельствуют также изменения физических свойств теста, определяемых по фарнографу, что и обеспечивает улучшение хлебопекарных достоинств муки. По сравнению с контролем объемный выход формового хлеба увеличился на 5,2%.

Для пшеницы „Безостая-1“, имеющей сильную клейковину, а также для рядовой пшеницы со слабой клейковиной лучшим методом подготовки по комплексу биохимических и хлебопекарных свойств также можно считать скоростное кондиционирование. При этом следует отметить, что хлебопекарные достоинства муки повышаются с увеличением влажности зерна на 1 драной системе до 17 — 18,0 %.

Скоростное кондиционирование способствует получению более однородной муки с меньшим размером частиц. Так, у пшеницы „Безостая-1“ средневзвешенный размер частиц муки составил 95-80 м (при влажности зерна на 1 др. системе 17,4 %) и 100 м (при влажности 16,0%) против 135-139 — при холодном кондиционировании.

Математическая обработка данных показала, что между качеством клейковины, физическими свойствами теста и объемным выходом хлеба не всегда удается установить тесную корреляцию —

онную зависимость. Довольно тесная зависимость установлена между „силой“ муки и качеством клейковины ($Z = 0,514$), описываемая линейным уравнением вида $\bar{y} = 208 + 0,23\bar{x}$, средняя квадратическая ошибка корреляционного уравнения 16 сек, а показатель степени корреляции 0,44. В то же время показатель „силы“ муки без учета конфигурации альвеограммы не коррелирует с объемным выходом хлеба ($Z = 0,150$), что подтверждают исследования других авторов, и согласуется с выводами Торжинской и Роменского, считающих, что в процессе хлебопечения существенное значение имеют не только количество и качество клейковины, но и другие небелковые компоненты зерна.

Между сахарообразующей и газообразующей способностью и выравненностью муки коэффициенты корреляции соответственно составили 0,810 и 0,550. Установлено, что при скоростном кондиционировании наблюдается снижение сахарообразующей способности муки и увеличение ее в отрубях по сравнению с контролем, что подтверждает исследование Зотовой и может быть объяснено, по ее данным, лучшей отделяемостью алейронового слоя и зародыша от эндосперма.

В табл. 9 приведены данные об изменении биохимических свойств зерна и хлебопекарных достоинств муки для пшеницы „Безостая-1“ в связи с применением некоторых новых методов подготовки (при оптимальных режимах для каждого из них (11-ая серия опытов)).

Как видно, каждый из новых разрабатываемых методов обеспечивает улучшение хлебопекарных свойств муки по сравнению с холодным кондиционированием, не превышая, однако, результатов, полученных при подготовке зерна к помолу методом скоростного кондиционирования.

Для зерна „Новомичуринка“ (со слабой клейковиной) из новых методов заслуживает внимания применение озвучивания зерна при отволаживании 3,0 часа и влажности зерна на 1 драгой системе 16,4 %. Для пшеницы рядовой применение новых методов не обеспечило какого-либо заметного по сравнению со скоростным кондиционированием улучшения биохимических свойств зерна и хлебопекарных достоинств муки.

Влияние различных методов подготовки зерна к помолу на биохимические свойства зерна и хлебопекарные достоинства муки

Таблица 8

Наименование сорта зерна	Характеристика клейковины зерна			Характеристика клейковины муки			Хлебопекарный анализ		
	выход, %	„сы-рой“ „су-хой“	гидратационная способность, %	выход, %	„сы-рой“ „су-хой“	гидратационная способность, %	вязкость по пластометру, сек	Объем формового хлеба из 100 г муки, см ³	Распыляемость подового хлеба, г/д
Новомичуринка	21,4	7,0	208	26,1	8,2	184	68	570	0,35
Безостая-1	21,5	6,9	212	28,4	9,6	186	100	650	0,41
Рядовая	17,2	5,5	211	24,9	7,8	212	95	630	0,29
в) скоростное кондиционирование:									
Новомичуринка	21,0	6,0	210	26,6	9,6	177	74	600	0,35
Безостая-1 при W=17,4 %	20,8	6,8	209	28,0	9,4	197	59	700	0,43
Безостая-1 при W=16,8 %	20,6	6,4	202	23,5	8,8	170	163	670	0,47
Рядовая при W=17,4 %	15,0	4,9	206	22,8	7,7	199	60	660	0,42
Рядовая при W=15,0 %	15,4	5,1	203	20,2	7,3	179	65	630	0,45
в) вакуумное кондиционирование:									
Новомичуринка	20,9	7,7	172	26,8	8,8	174	63	570	0,30
Безостая-1	20,6	7,6	172	27,2	8,1	200	80	680	0,34
Рядовая	15,6	5,4	190	23,0	8,1	185	55	620	0,35
г) шелушение зерна:									
Новомичуринка	28,1	10,0	180	31	10,0	180	61	580	0,33
Безостая-1	27,0	9,5	183	27,0	9,5	183	56	660	0,40
Рядовая	22,6	7,7	193	22,6	7,7	193	54	620	0,39

Анализ сводных результатов влияния различных методов подготовки зерна на его физико-технологические и биохимические свойства

В табл. 10 приведены сводные данные влияния различных методов подготовки зерна к помолу на его физико-технологические и биохимические свойства для пшеницы „Безостая-1“.

Из анализа следует, что между физико-технологическими и биохимическими свойствами зерна, а также методом подготовки зерна к помолу имеется тесная связь, зависящая в свою очередь от установленного режима.

Не всегда оптимальные режимы подготовки с точки зрения улучшения мукомольных свойств совпадают с теми, при которых получают высокие качественные показатели муки, характеризующие ее хлебопекарные достоинства.

Для пшеницы „Безостая-1“ все из рассмотренных методов подготовки являются более эффективными по сравнению с холодным кондиционированием. По комплексу мукомольных свойств лучшими методами подготовки являются: скоростное кондиционирование (отволаживание 3,0 часа, влажность 16,6%), озвучивание зерна в процессе мойки (отволаживание 2,0 часа, влажность 16,6%, частота ультразвука 18 кгц, экспозиция 15 сек) и сочетание вакуумкондиционирования с озвучиванием в процессе мойки и шелушением.

По комплексу хлебопекарных достоинств из исследованных методов лучшими следует считать: скоростное кондиционирование (отволаживание 0,5 часа, влажность 17,4%), озвучивание зерна в процессе мойки (отволаживание 0,5 часа, влажность 17,6% при соблюдении того же режима озвучивания) и сочетание вакуумкондиционирования с озвучиванием и шелушением.

Для пшеницы „Новомичурилка“, наряду со скоростным кондиционированием, высокие показатели по комплексу мукомольных и хлебопекарных свойств получены при применении озвучивания зерна и отволаживания его 3,0 часа. Для рядовой пшеницы наиболее эффективным методом подготовки является скоростное кондиционирование.

Влияние новых разрабатываемых методов на биохимические свойства зерна и хлебопекарные достоинства муки

Таблица 9

Метод подготовки зерна	Характеристика зерно-выпечки			Характеристика муки			Хлебопекарный анализ						
	сырой	сухой	гидратационная способность, %	вязкость по пластометру, сек	показатель по ПЭК-3А	сырой	сухой	гидратационная способность, %	вязкость по пластометру, сек	показатель по ПЭК-3А	объем формового хлеба из 100 г муки, см ³	общая оценка хлеба по 5-ти балльной шкале	отношение h/p
Озвучивание зерна, отволаживание 2 ч, влажность на 1 др.с. - 16,4 %	22,1	8,4	166	112	85	28,4	8,3	203	145	73	700	4-	0,41
Озвучивание зерна, отволаживание 0,5 ч, влажность на 1 др.с. - 17,6 %	23,1	не определ.				28,0	8,0	210	155	55	710	5-	0,47
Сочетание вакуум-кондиционирования с озвучиванием и шелушением	23,2	8,1	187	-	80	26,2	8,9	195	167	55	710	4-	0,50
Сочетание скоростного кондиционирования с озвучиванием и шелушением	20,0	8,8	196	-	85	25,2	8,8	187	98	55	670	4-	0,43

Сводные данные влияния различных методов подготовки зерна
и биохимические свойства

Метод подготовки (кондициони- рование)	Режим подготов- ки			Мукомольные свойства зерна						
	вре- мя отво- лажи- вания, час	тем- пера- тура на- гре- ва зер- на, град. С	дав- ле- ние, бар	Качество муки 70%-го выхода			показатель "K"	вымамы- ваемость зерна, %		
				зольность, %	содержание клетчатки, %	белкина муки в де- тених шкалы пря- бора ФПМ-1		выход отрубей	содержание крахмала	
Холодное	16 16,0	20	-	0,75	0,34	48	98,8	19,6	31,6	
Скоростное	3 16,6	53-55	2,0 20	0,57	0,21	29,5	120	23,3	29,9	
Скоростное	2 17,4	50-53	2,0 20	0,63	0,16	39,5	154	23,4	31,6	
Озвучивание зерна в про- пессе мойки, частота 18кГц	2 16,4	35	- 15	0,71	0,16	43	121	23,1	28,2	
Озвучивание зерна в про- пессе мойки, частота 18кГц	0,5 17,6	35	- 15	0,73	0,33	46,5	117	23,0	28,0	
Сочетание ско- ростного кон- диционирования с озвучивани- ем и шелушен.	0,5 14,2	53	2,0 20	0,66	0,16	28	105	19,6	33,5	
Сочетание ва- куумкондицио- нирования с озвучиванием и шелушением	6 17,4	53	-0,5 кГс/см ² 85 мин	0,61	0,20	27	116	22,8	32,8	

к помолу на его физико-технологические
(сорт „Безостая-1“)

Расход энергии на един. мас- сы продукции, ккал кг	Характеристика клейковины зерна			Характеристика клейковины муки			Хлебопекарный анализ	
	выход „сырой“, %	гидратационная способность, %	вязкость по пластомеру, сек	выход „сырой“, %	гидратационная способность, %	вязкость по пластомеру, сек	объем формового хлеба из 100 г муки, см ³	качество хлеба по пяти балльной шкале
66,6	21,5	212	100	28,4	196	100	650	4
50,9	20,6	202	120	23,5	170	163	670	3
59,8	20,8	209	116	28,0	187	59	700	4 +
63,8	22,1	166	112	28,4	203	145	700	4 -
46,6	23,1	не определяли		28,0	210	155	710	5 -
64,8	20,0	196	-	25,2	187	99	670	4 -
51,2	23,2	187	-	26,2	195	167	710	4 -

Технико-экономическая эффективность методов подготовки зерна к помолу

Расчет экономической эффективности произведен путем определения затрат приведенных годовых $W_{п2}$ для холодного, скоростного кондиционирования, озвучивания зерна в процессе мойки и комплексного метода, состоящего из сочетания скоростного кондиционирования с озвучиванием и шелушением согласно формуле

$$W_{п2} = E + E_n \cdot K \quad \text{руб/год,}$$

где E — сумма эксплуатационных расходов;
 E_n — норма эффективности капитальных вложений;
 K — величина капитальных вложений.

Для мельницы сортового помола $Q = 240$ т/с $W_{п2}$ соответственно составляют при применении холодного кондиционирования — 71790; скоростного — 82175; озвучивания в процессе мойки — 74574 и сочетании скоростного кондиционирования с озвучиванием зерна в процессе мойки и шелушением — 88495 руб/год, причем увеличение затрат приведенных годовых $W_{п2}$ по сравнению с холодным кондиционированием идет как за счет повышения капитальных затрат (на установку технологического оборудования), так и за счет эксплуатационных расходов E (из суммы эксплуатационных расходов наибольший удельный вес составляют затраты на воду и тепло — 80–70% от E).

Применяемая в настоящих исследованиях схема лабораторного односортового помола не позволила в полной мере выявить технико-экономическую эффективность каждого из рассматриваемых методов, однако, если учесть что скоростное кондиционирование способствует, с одной стороны, увеличению общего выхода муки, и в том числе муки высоких сортов на 2–2,5% и, с другой стороны, уменьшению удельного расхода энергии на единицу продукции на 10–15% (что подтверждено не только исследованиями Тарутина и Зиперман, но и практикой Брянского комбината хлебопродуктов, а также ориентировочными расчетами Егорова), то можно предположить, что незначительное повышение $W_{п2}$ при скоростном кондиционировании по сравнению с холодным в значительной степени будет компенсирова-

но теми преимуществами, которые дает применение этого метода в мукомольном, энергетическом и, кроме того, хлебопекарном отношении. Следовательно, осуществление скоростного кондиционирования в строго контролируемых режимных условиях при соблюдении экономии по таким статьям, как вода, тепло, электроэнергия, следует считать экономически целесообразным методом подготовки зерна к помолу.

Общие выводы и рекомендации

1. В работе подтверждено, что гидротермическая обработка является высокоэффективным мероприятием, способствующим повышению уровня использования зерна, а также направленному улучшению всего комплекса его физико-технологических и биохимических свойств.

2. На прочностные свойства зерна оказывают влияние метод его подготовки, режим улаживания и продолжительность отволаживания зерна.

Возникающие при гидротермической обработке изменения прочностных свойств, в результате происходящих физических и структурных изменений в зерне, способствуют улучшению мукомольных свойств зерна.

3. Из исследованных методов подготовки лучшим по комплексу мукомольных свойств для пшеницы трех групп стекловидности является скоростное кондиционирование, при котором в среднем получено (по сравнению с холодным кондиционированием):

- а) повышение на 3–10% размоловоспособности круподуновых продуктов;
- б) повышение питательной ценности готовой продукции за счет снижения в ней от 6,5 до 60 % содержания „сырой“ клетчатки;
- в) повышение белизны готовой продукции на 5–10 усл. единиц;
- г) улучшение качества промежуточных продуктов на 17–19%, определяемого по показателю „К“;
- д) уменьшение на 5–15% удельного расхода энергии на размол.

Наилучшим режимом скоростного кондиционирования для пшеницы II-ой группы стекловидности (сорт „Безостая-1“) следует считать:

температура нагрева зерна 53-55°C;
влажность на 1 др.системе - 16,6%;
продолжительность отволаживания - 3 часа.

4. Из числа новых разрабатываемых методов близкие результаты со скоростным кондиционированием установлены при подготовке зерна к помолу методом озвучивания в процессе мойки при частоте ультразвука - 18 кгц, интенсивности 3-4 вт/см² и экспозиции - 15 сек для пшеницы II-ой группы стекловидности.

5. Для управления мукомольными свойствами зерна необходимо следить не столько за величиной общего увлажнения зерна, сколько вести контроль за интенсивностью внутреннего переноса влаги в зерне и ее связи с отдельными анатомическими частями зерна.

6. В процессе обработки зерна водой, теплом с учетом времени воздействия в нем происходят сложные биохимические изменения, имеющие тесную связь с хлебопекарными достоинствами муки. Из исследованных методов подготовки лучшим в хлебопекарном отношении для пшениц трех групп стекловидности является скоростное кондиционирование.

7. Проведенными исследованиями показано, что не всегда оптимальные режимы подготовки с точки зрения улучшения мукомольных свойств зерна совпадают с теми, при которых получают высокие качественные показатели муки, характеризующие ее хлебопекарные достоинства.

8. Подтверждено, что повышение влажности зерна до 17-19% способствует улучшению хлебопекарных достоинств муки.

9. На мельницах сортового помола, где скоростное кондиционирование пока невозможно осуществить по техническим условиям, можно рекомендовать при подготовке зерна к помолу применение озвучивания зерна в процессе мойки.

10. Расчет приведенных годовых затрат $W_{п2}$ по различным методам подготовки зерна к помолу показывает, что эти затраты примерно одинаковы для всех методов. Однако, учитывая возможное повышение общего выхода муки и муки высоких сортов при скоростном кондиционировании, а также снижение удельного расхода энергии, следует считать этот метод наиболее эффективным.

11. К числу перспективных методов, требующих дальнейшей своей разработки, следует отнести комплексные методы, пред-

ставляющие сочетание, например, вакуумного кондиционирования с озвучиванием и шелушением, а также диалитические методы с применением низких температур в сочетании с сушкой в вакууме и последующим увлажнением и, возможно, шелушением.

Основное содержание диссертации опубликовано в соавторстве в следующих работах:

1. Исследование влияния ультразвуковых волн на технологические свойства зерна пшеницы (1-ое сообщение). Известия вузов СССР „Пищевая технология“, № 2, 1962.

2. Исследование влияния ультразвуковых волн на технологические свойства зерна пшеницы (2-ое сообщение). Известия вузов СССР „Пищевая технология“, № 6, 1962.

3. Исследование влияния ультразвуковых волн на мукомольные свойства зерна пшеницы. Вестник технической и экономической информации ЦЕТИ № 2, 1963.

4. Исследование влияния ультразвуковых волн на хлебопекарные качества муки. Вестник технической и экономической информации ЦЕТИ № 3, 1963.

5. Влияние ультразвуковых волн на технологические свойства зерна. Известия ВУЗов СССР „Пищевая технология“, № 1, 1966.

6. Влияние ультразвуковых волн на физико-химические и технологические свойства зерна пшеницы. Мукомольно-элеваторная промышленность, № 5, 1968.

7. Хлебопекарные свойства муки в зависимости от метода подготовки зерна к помолу. Хранение и переработка зерна. ЦИНТИ, № 3, 1969.

8. Влияние различных методов подготовки зерна к помолу на биохимические свойства зерна и муки. Известия ВУЗов СССР „Пищевая технология“, 1969.

По вопросам, рассматриваемым в диссертации, автором сделаны доклады на XXV, XXVI и XXX научных конференциях

БР 04317 Подписано к печати 6/УИИ-1969 г. Объем 1,8 печ.л.
Уч.-изд.л. 1,9 Заказ № 181 Тираж 200 экз. 1969 г.

Лаборатория фотомеханической печати
ОТИ имени М.В. Ломоносова, г. Одесса, ул. Свердлова, 112