

М 79
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ имени М. В. ЛОМОНОСОВА

В. А. МОРГУН

**ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА
МУКИ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

*Специальность 05374—Технология зерновых,
бобовых и крупяных культур*

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса — 1970

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ имени М. В. ЛОМОНОСОВА

В. А. МОРГУН

Переучет 1987

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО
СОСТАВА МУКИ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

*Специальность 05 374 — Технология зерновых,
бобовых и крупяных культур*

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

ОНАХТ 17.09.12
Исследование качеств



v011510

к. б. 11510



Одесса — 1970

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

Научный руководитель — кандидат технических наук, доцент **И. Т. Мерко**.

Официальные оппоненты:

1. Доктор химических наук, профессор **Дудкин М. С.**
2. Кандидат технических наук, доцент **Торжинская Л. Р.**

Ведущее предприятие — Одесский комбинат хлебопродуктов № 1.

Автореферат разослан « » 1970 года.

Защита диссертации состоится « *25* » *декабря* 1970 года на заседании совета технологических факультетов Одесского технологического института пищевой промышленности имени М. В. Ломоносова.

Просим Ваши отзывы в двух экземплярах направлять по адресу: Одесса, 39, ул. Свердлова, 112, технологический институт пищевой промышленности имени М. В. Ломоносова.

Ученый секретарь совета института

(**Л. ЗАПОРОЖЕЦ**).

Введение

В связи с ростом материального благосостояния советского народа увеличивается спрос на высококачественные продукты питания. В Директивах XXIII съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства на 1966—1970 гг. указано, что главная задача состоит в обеспечении дальнейшего роста уровня производства, увеличении выпуска и улучшении качества продукции во всех отраслях промышленности.

Главной задачей мукомольной промышленности является более эффективное использование зерна и улучшение качества муки, что вызывает необходимость совершенствования технологии производства муки и в первую очередь сортовых помолов пшеницы.

Исходя из задач удовлетворения потребностей страны, наряду с ростом производства муки изменяется и ассортимент вырабатываемой продукции в сторону повышения доли сортовой муки. К концу 1970 года намечено довести выпуск сортовой муки до 81%, при этом значительно улучшить качество вырабатываемой муки всех сортов.

Основное внимание в деле повышения выработки муки и улучшения ее качества будет уделено внедрению и совершенствованию передовой техники и технологии переработки зерна на предприятиях.

До недавнего времени технология мукомольного производства рассматривалась как процесс механического разделения зерна путем измельчения и сортирования. Однако благодаря работам Я. Куприца, Н. Козьминой, В. Кретовича, Е. Казакова, И. Ленарского, Н. Роменского и других ученых получены данные, позволяющие утверждать, что в процессе технологии производства муки изменяются не только ее структурно-механические, но и биохимические свойства. Поэтому технология производства муки не столько механический процесс, сколько физико-химический и биохимический.

Познание закономерностей изменения физико-химических и биохимических свойств зерновых продуктов в процессе тех-

нологии производства муки составляет основу дальнейшего прогресса в этой области, поскольку указанные изменения определяют не только качество муки, но и характер построения и ведения технологического процесса на мельницах.

Основной целью предлагаемой работы и является изучение качественного состава муки и влияющих факторов на различных этапах ее производства для совершенствования процесса формирования потоков муки по сортам и улучшения ее качества.

Диссертационная работа по структуре состоит из четырех глав, изложена на 203 страницах машинописного текста, содержит 53 таблицы и 45 рисунков в тексте, 39 таблиц в приложении, список использованной литературы, включающий 201 наименование, из них 25 зарубежных авторов.

Глава I

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Впервые широко поставленные исследования качественно-состава муки в нашей стране проведены С. Чигиревым и И. Мамбишем, которые установили закономерность изменения таких показателей муки, как содержание клейковины, золы, клетчатки и др. на различных этапах технологического процесса. Значительные работы по изучению качественного состава муки и условий формирования различных сортов провели отечественные ученые: А. Бобров, А. Данилин, А. Братухин, Л. Ауэрман, Н. Козьмина, С. Михайлов и Б. Зибель, А. Калюжная, С. Байбулатова, И. Швецова, О. Максимчук и другие, которые пришли к выводу, что мука, полученная с различных систем, неоднородна по физическим, биохимическим и хлебопекарным показателям и это обстоятельство необходимо учитывать при формировании различных ее сортов.

Из зарубежных ученых изучением качественного состава муки занимались Л. Пулки, И. Шолленбергер, В. Маршалл, И. Хаус, К. Кред, З. Дюма, И. Слезингер, К. Гесс, Э. Каминский, К. Гансен, Е. Ниман, Ф. Кайзер, П. Пельсенке, Б. Сулливэн.

Основные факторы, влияющие на качество муки, можно разделить на 4 группы:

- физико-технологические свойства зерна,
- ассортимент муки,
- условия измельчения зернопродуктов,
- условия сортирования зернопродуктов.

Работами Л. Любарского, Я. Куприца, Л. Айзиковича, С. Хусида, И. Мамбиша и др. установлено решающее влияние физико-технологических свойств зерна на качество муки.

Из исследований П. Тарутина, Р. Паченовой по изучению качества муки II сорта, полученной при различных помолах, вытекает, что ассортимент муки также оказывает определенное влияние на ее качество, однако в этом направлении имеется еще недостаточно работ.

Значительное количество исследований посвящено изучению влияния условий измельчения зерновых продуктов на эффективность этого процесса. А. Панченко, И. Наумов, Л. Котляр, А. Демидов, С. Хусид, Е. Козьмина, Г. Креймерман, Г. Цыбульский, И. Мерко, Б. Сенаторский, В. Бутковский, А. Тимукас, О. Кнауф, Г. Брабанд обосновали эффективные условия измельчения зерновых продуктов на различных этапах технологического процесса, однако влияние условий измельчения на изменения качественного состава муки на различных этапах технологического процесса изучено еще не полно.

Важным фактором, влияющим на качество муки, являются условия сортирования на ситах промежуточных продуктов после их измельчения. Работы В. Гортинского, В. Цециновского, Я. Лейкина, Г. Сибирякова, А. Данилина, В. Дашевского, А. Альтермана направлены в основном на выявление наиболее эффективных кинематических и геометрических параметров рассевов и теоретическое объяснение процесса сортирования без глубокого изучения изменений качественного состава муки.

Из обзора опубликованных исследовательских работ по изучению качественного состава муки на различных этапах ее производства можно сделать следующие выводы:

1. Мука, полученная на различных системах и этапах технологического процесса, неоднородна по физическим, биохимическим и хлебопекарным свойствам, изменение которых в процессе технологии изучено недостаточно.

2. Качественный состав муки определяется физико-технологическими свойствами перерабатываемого зерна, ассортиментом муки и условиями измельчения и сортирования зерновых продуктов. В то же время четкая связь указанных факторов с качественным составом муки не установлена.

3. Не обоснована в достаточной мере дисперсная характеристика муки по сортам как конечного продукта. Существующие методы определения крупности не отражают дисперсной характеристики муки, а следовательно, и ее качества.

Выяснение указанных вопросов и познание закономерностей изменения качественного состава муки на различных этапах ее производства послужит основой для рационального построения, контроля и управления технологическим процессом мельниц, что будет способствовать улучшению качества вырабатываемой муки.

сортном помоле, в особенности с систем драного процесса, что можно объяснить различными условиями ведения процесса;

в) зольность муки на последних системах при трехсортном помоле ниже по сравнению с двухсортным, в особенности по драному процессу. Средневзвешенная зольность муки трехсортного помола также ниже по сравнению с двухсортным;

г) объемный выход хлеба с различных систем технологического процесса при двухсортном помоле ниже по сравнению с трехсортным, главным образом, на системах второго качества с драного процесса.

6. Основное влияние на изменение дисперсной характеристики муки оказывают условия измельчения зернопродуктов на вальцовых станках, при этом изменяется и качественный состав муки.

7. Повышение окружных скоростей быстровращающихся вальцов на различных системах технологического процесса с 4 до 8 м/сек и их отношений от 1,2 до 3,0 приводит к увеличению выхода муки на всех системах. На размольных системах увеличивается степень измельчения муки, повышается ее сахаро- и газообразующая способность, однако хлебопекарные достоинства муки на системах второго качества в размольном процессе не изменяются.

Учитывая повышение зольности муки на системах второго качества и ухудшение ее хлебопекарных достоинств на вымольных системах, повышение V_0 свыше 6 м/сек и i более 1,5 на этих системах нецелесообразно.

8. Увеличение весовой подачи к вальцам на системах первого качества не приводит к существенному изменению качественных показателей муки. На системах второго качества и особенно вымола ухудшается качество муки по зольности, клейковине, увеличиваются фракции частиц муки размером более 100 мкм, что и вызывает ухудшение хлебопекарных достоинств муки.

9. Качественные показатели муки зависят также от эффективности сортирования промежуточных продуктов. Увеличение рабочего размера сит от 120 мкм до 180 мкм (от сита № 46 до № 35) на системах первого качества в размольном и шлифовочном процессах не приводит к ухудшению биохимических и хлебопекарных показателей муки. На системах второго качества и особенно вымола в муке, полученной проходом сита № 35, повышается зольность, ухудшаются количественно-качественные показатели клейковины, снижается объемный выход хлеба. Поэтому для улучшения качественных показателей муки целесообразно на системах второго качества и вымола устанавливать шелковые сита не реже № 38.

10. Проведенные исследования качественного состава муки на различных этапах технологического процесса позволили вскрыть закономерности изменения ее физических, биохимических и хлебопекарных свойств, которые могут быть использованы при оптимальном формировании сортов муки на мельницах.

11. Формирование сортов муки, выполненное по ряду мельниц с применением вычислительных машин, свидетельствует о высокой эффективности этого метода: повышается выход муки высоких сортов на 2—3% без ухудшения качества муки II сорта. Экономический эффект от внедрения этого метода составит 48,8 тыс. руб. в год для мельницы производительностью 240 т/сутки.

По материалам диссертации опубликованы в соавторстве следующие работы:

1. Дисперсный состав зернопродуктов в зависимости от условий измельчения. «Известия вузов СССР. Пищевая технология», № 2, 1969.

2. Качественный состав муки на различных этапах ее производства. «Реферативная информация о законченных научно-исследовательских работах в вузах УССР. Пищевая промышленность», вып. IV, Киев, 1970.

3. Дисперсный состав муки на различных этапах мукомольного производства. «Мукомольно-элеваторная промышленность», № 3, 1970.

4. Изменение химического состава муки на различных этапах ее производства. «Известия вузов СССР. Пищевая технология», № 4, 1970.

По вопросам, рассматриваемым в диссертации, автором сделаны доклады на XXIX, XXX, XXXI научных конференциях Одесского технологического института имени М. В. Ломоносова (1968, 1969 и 1970 гг.).

качества и вымола. Подопытными системами, характеризующими различное качество измельченных и сортируемых продуктов, приняты следующие:

— первого качества—III драная, 2-я размольная, 2-я шлифовочная;

— второго качества IV драная, 5-я размольная;

— вымола — V драная, 8-я размольная.

Прежде чем приступить к отбору образцов на каждом из принятых предприятий, устанавливали режим работы вальцовых станков в соответствии с «Правилами организации и ведения технологического процесса на мельницах».

В первой серии опытов на каждом изучаемом предприятии снимали баланс муки для исследования ее качественного состава по комплексу показателей, представленных в табл. 2.

Таблица 2

Показатели оценки качественного состава муки

Физические показатели муки	Биохимические показатели муки	Хлебопекарные показатели муки
1. Плотность,	1. «Сырой» белок	1. Сахарообразующая способность
2. Дисперсный состав муки:	2. Азот по фракциям	2. Газообразующая способность
а) ситовым методом (для частиц размером более 110 мкм);	3. Белковый и аминокислотный азот	3. Газоудерживающая способность по показателям:
б) седиментометрическим (размер частиц менее 110 мкм)	4. Углеводы (крахмал, клетчатка)	а) количество и качество клейковины;
3. Удельная поверхность	5. Жиры	б) физические свойства теста по альвеографу:
4. Цвет	6. Зольность	— показатель «силы» муки — W
	7. Кислотность	— коэффициент конфигурации альвеограммы — K
	8. Водорастворимые вещества	4. Набухание в уксусной кислоте
		5. Хлебопекарный анализ по результатам пробных выпечек хлеба:
		а) объемный выход хлеба;
		б) пористость хлеба

При исследовании влияния процесса измельчения и сортирования на изменение физических, биохимических и хлебопекарных свойств муки в качестве переменных кинематических и геометрических параметров вальцовых станков были приняты:

а) окружная скорость вальцов $V_6 = 4, 6, 8$ м/сек;

б) отношение окружных скоростей вальцов:

— в драном процессе 1,5—3,0;

— в шлифовочном процессе 1,2—2,0;

— в размольном процессе 1,3—2,4;

в) удельная весовая нагрузка на вальцы:

— для драных систем первого качества 16,0—24,0 кг/см час;

— для драных систем второго качества 10,0—20,0 кг/см час;

— для шлифовочных и размольных систем первого и второго качества 6,7—20,0 кг/см час;

— для вымольных систем в размольном процессе 5,4—16,0 кг/см час.

г) межвальцовый зазор:

— для драных систем 0,3—0,7 мм;

— для шлифовочных систем 0,08—0,25 мм;

— для размольных систем 0,03—0,08 мм.

При исследовании процесса сортирования переменными были:

а) рабочий размер сит от 200 до 120 мкм;

б) число оборотов рассева 180, 220, 250 в минуту;

в) время пребывания продукта на сите 5, 10, 15 минут;

г) удельная нагрузка на сито 0,6; 0,8; 1,0 г/см².

Качественный состав муки во второй серии опытов был изучен по комплексу показателей, представленных в табл. 2 за исключением п. 2, 3, 5, 7 биохимических показателей и п. 3б хлебопекарных показателей.

Физические, биохимические и хлебопекарные свойства муки изучали общепринятыми методами: плотность муки определяли пикнометрическим методом, дисперсный состав — ситовым и седиментационным методом Фигуровского, удельную поверхность — на приборе ПСХ-2, содержание общего азота — по Кьельдалю, белкового азота — по Плешкову, аминокислотного азота — по Ермакову, крахмала — по Эверсу на универсальном сахариметре типа СУ-2, жира — по весу сухого остатка после извлечения его эфиром в аппарате Сокслетта; содержание «сырой» клетчатки — методом Геннеберга и Штомана в модификации П. Попова, сахарообразующую способность — методом Рамзея, газообразующую способность — методом Островского — Яго, набухание муки — методом Зелени в модификации ВНИИЗа, зольность по ГОСТу 9404—60, качество клейковины — на приборе ПЭК-3А. Пробные выпечки хлеба проводили по ГОСТу 9404—60 с добавлением 4% сахара.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА МУКИ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ЕЕ ПРОИЗВОДСТВА

1. **Качество перерабатываемого зерна.** В табл. 3 приведена физико-технологическая и биохимическая характеристика зерна пшеницы, перерабатываемой на всех исследуемых предприятиях. Одесские мельзаводы и мелькомбинат № 2 (1969 г.), Московский мелькомбинат им. Цюрупы, Ростовский мелькомбинат № 2 перерабатывали рядовое зерно пшеницы IV типа. На Одесском мелькомбинате № 2 (1968 и 1970 гг.), на Московском мельзаводе «Новая Победа» к IV типу подсортировывали III тип от 15 до 30%. Московский мелькомбинат № 4 перерабатывал пшеницу I+II+III типов, а Новосибирский мелькомбинат № 1 — целинное зерно смеси I и III типов.

2. **Физические свойства муки.** Плотность муки с различных систем на исследуемых предприятиях колебалась в пределах 1,38—1,50 г/см³. Мука с большей плотностью получена с первых размольных систем 1,45—1,50 г/см³ и со шлифовочных систем первого качества 1,44—1,50 г/см³. Наименьшая плотность — потоков муки с вымольных систем. Соответственно и по сортам: наибольшая плотность — муки высшего сорта, наименьшая — муки второго сорта. Из всех изучаемых предприятий мука Новосибирского мелькомбината № 1 имела наименьшую плотность. Одесский мелькомбинат № 2 перерабатывал в 1968 году пшеницу с наименьшим содержанием белка — плотность муки получена наибольшая.

На изменение плотности муки в большей степени влияет качество перерабатываемого сырья, чем построение и условия ведения технологического процесса.

Удельная поверхность муки с систем технологического процесса по различным мельзаводам колебалась в пределах 1095—2860 см²/г. Наибольшая удельная поверхность муки получена в образцах Одесского мелькомбината № 2 (1968 г.), перерабатывающего низкостекловидную пшеницу.

На рис. 1 представлены кривые изменения дисперсного состава муки, характеризуемого средним условным размером частиц, по системам с Одесского № 2 (1969 г.), Московского им. Цюрупы и Новосибирского № 1 мелькомбинатов. В потоках муки, полученных с систем первого качества по драному, шлифовочному и размольному процессам, преобладают в основном частицы размером менее 100 мкм, количество таких частиц колеблется в пределах 75,2—95,5%, причем наибольшее количество тонко измельченных частиц размером менее

Таблица 3

Физико-технологическая и биохимическая характеристика зерна пшеницы, перерабатываемой на исследуемых предприятиях

Исследуемые предприятия	Тип перерабатываемой пшеницы	Влажность, %	Стекловидность, %	Объемная масса, г/л	Количеством-качественные показатели клейковины			Содержание в %			Сахарорастворяющая способность в мл малягозы на 10 г сухого вещества
					Выход «сырой», %	Глиадиновая способ-ность, %	Группа	белка N X 5,7	крахмала	зола	
Одесса, м-т № 2, 1968 г.	Смесь типов IV+III	12,3	43,0	792	21,0	191	II	11,0	67,1	1,93	198
Одесса, м-т № 2, 1970 г.	IV+III	12,7	42,0	789	22,3	187	I	11,8	65,4	1,68	171
Одесса, м-т № 2, 1969 г.	IV	12,1	56,0	800	27,3	208	II	13,4	65,7	1,60	203
Москва, м-т им. Цюрупы, 1969 г.	IV	11,8	58,0	800	26,0	184	II	11,7	64,8	1,68	176
Москва, м-т № 4, 1969 г.	I+III+IV	12,2	53,0	812	26,4	191	II	12,2	65,1	1,60	174
Новосибирск, м-т № 1, 1970 г.	I+III	14,1	56,0	784	28,0	172	II	13,4	65,2	1,82	187
Ростов, м-т № 2, 1968 г.	IV	11,9	56,0	800	27,3	208	II	13,4	66,0	1,81	173
Одесса, м-д № 18, 1967 г.	IV	12,1	52,0	780	22,6	173	II	11,7	66,5	1,81	173
Одесса, м-д № 1, 1968 г.	IV	11,7	46,0	760	26,3	181	II	12,2	66,5	1,63	219
Москва, м-д «Новая Победа», 1969 г.	III+IV	12,8	47,0	790	25,5	193	II	12,6	66,1	1,63	179

50 мкм получено в потоках муки с драных систем первого качества на всех исследуемых предприятиях.

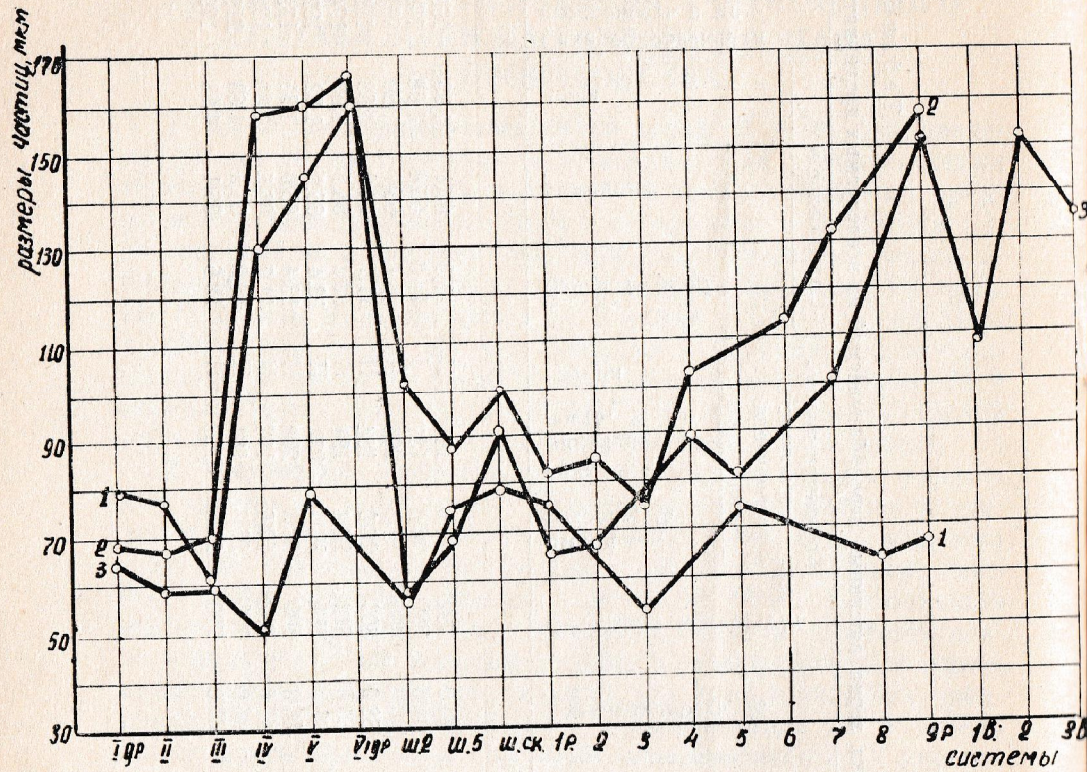


Рис. 1. Кривые изменения среднего условного размера частиц муки, полученной с различных систем трех исследуемых мелькомбинатов: 1 — г. Москвы, м-т им. Цюрупы; 2 — г. Новосибирска, м-т № 1; 3 — г. Одессы, м-т № 2 (1969 г.)

В потоках муки с систем второго качества и вымола, особенно в драном процессе, преобладают частицы размером более 100 мкм, т. к. в эти потоки попадают краевые части эндосперма, которые трудно подвергаются измельчению. Аналогичные результаты получены и по остальным предприятиям, работающим при двух- и трехсортных помолах пшеницы с выходом муки 78%. По Московскому мелькомбинату им. Цюрупы, работающему по схеме трехсортного 75%-го помола, средний размер частиц муки как с систем первого, так и с систем второго качества не превышает 90 мкм. В табл. 4 приведены данные среднего условного размера частиц муки по сортам, а на рис. 2, 3 — дифференциальные кривые дисперсного состава муки высшего и первого сортов по исследуемым предприятиям, откуда можно установить, что при переработке близкого по качеству зерна, но по различным схемам и типам по-

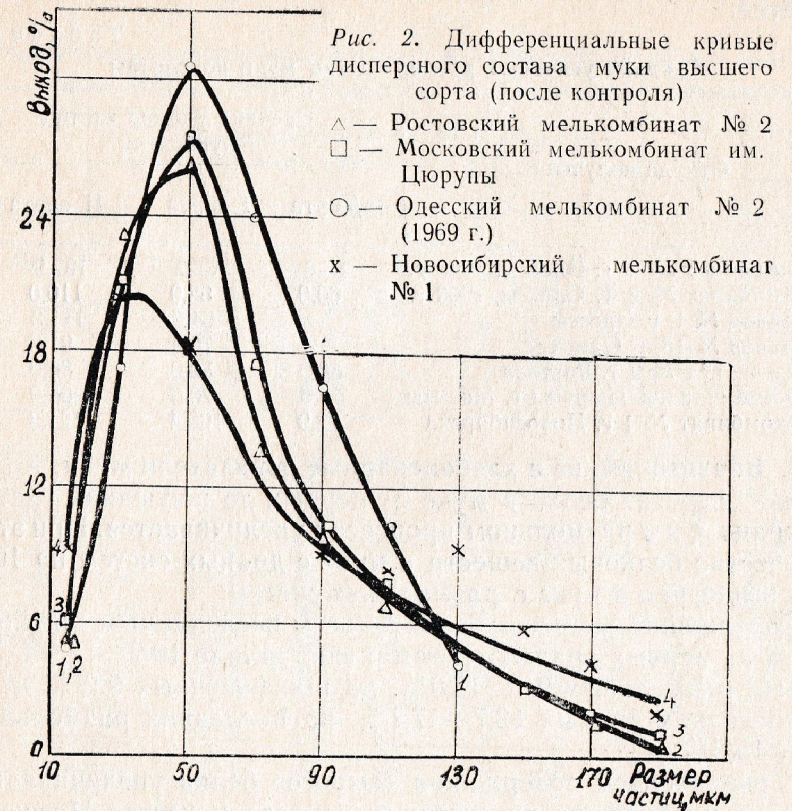


Рис. 2. Дифференциальные кривые дисперсного состава муки высшего сорта (после контроля):
 △ — Ростовский мелькомбинат № 2
 □ — Московский мелькомбинат им. Цюрупы
 ○ — Одесский мелькомбинат № 2 (1969 г.)
 x — Новосибирский мелькомбинат № 1

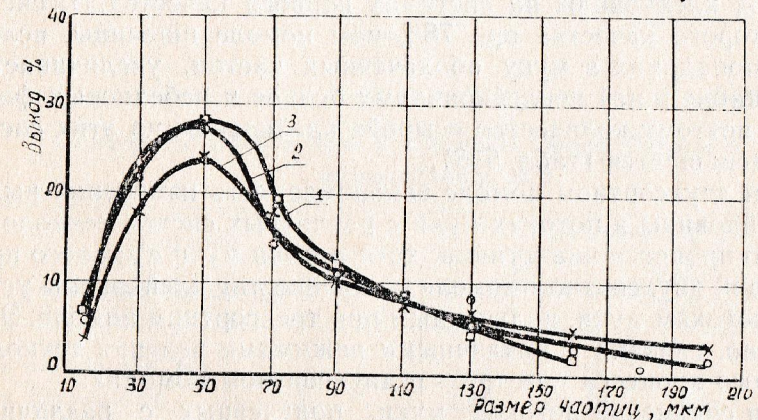


Рис. 3. Дифференциальные кривые дисперсного состава муки 1-го сорта (после контроля):
 1 — мелькомбинат № 2 (1968 г.), г. Одесса;
 2 — мельзавод № 1, г. Одесса;
 3 — мельзавод № 18, г. Одесса.

молов, существенных различий в дисперсном составе муки не имеется.

Таблица 4

Средний условный размер частиц муки по сортам

Откуда получена	Средний размер частиц муки, мкм		
	в/сорта	I сорта	II сорта
Мелькомбинат № 2 г. Одессы, 1968 г.	66,8	67,7	107,9
Мелькомбинат № 2 г. Одессы, 1969 г.	60,0	62,9	110,0
Мельзавод № 1, г. Одессы	—	64,7	111,3
Мельзавод № 18, г. Одессы	—	78,3	91,3
Мелькомбинат № 2 г. Ростова	66,0	53,0	86,0
Мелькомбинат им. Цюрупы г. Москвы	72,0	70,0	66,0
Мелькомбинат № 1 г. Новосибирска	72,9	105,4	121,3

3. Биохимические и хлебопекарные показатели муки. Количество «сырого» белка в муке от первых до последних систем в драном, и в размольном процессах увеличивается. При этом количество белковых веществ в муке с драных систем на 10—20% выше, чем в муке с размольных систем.

Содержание «сырого» белка по всем исследуемым предприятиям на первых драных системах составляло 10,9—14,9%, на первых размольных 9,4—13,0%, на шлифовочных 9,2—13,2%, на последних драных 12,7—17,7%, на последних размольных 10,0—15,5%.

С увеличением содержания «сырого» белка увеличивается и выход клейковины на системах первого качества. На системах второго качества при 78%-ном помоле пшеницы, вследствие попадания в муку оболочечных частиц, увеличивается содержание в ней неклеяковинных белков и небелковых форм азота, поэтому количество «сырой» клейковины на этих системах уменьшается (табл. 5, 6).

При двухсортном помоле закономерность изменения выхода клейковины в потоках муки с различных систем технологического процесса аналогична, хотя потоки муки с драного процесса при двухсортном помоле по количеству клейковины уступают потокам муки, полученным при трехсортном помоле. Это, вероятно, связано с различными режимами ведения технологического процесса при трех- и двухсортном помолах.

При сравнении потоков муки, полученных с различных предприятий, работающих по схемам трехсортного помола пшеницы, установлено, что наибольшее количество клейковины содержится в потоках муки с драного процесса Московского мелькомбината им. Цюрупы, в особенности с систем второго качества и вымола, так как в эти потоки попадают тонко

Таблица 5

Количественно-качественные показатели клейковины в муке с различных систем технологического процесса трех исследуемых предприятий

Системы технологического процесса	Мелькомбинат № 2 г. Одессы, 1969 г.			Мельзавод № 1 г. Одессы			Мелькомбинат им. Цюрупы г. Москвы		
	количественно-качественные показатели клейковины								
	выход «сырой», %	гидратационная способность, %	показания ПЭК, усл. ед.	выход «сырой», %	гидратационная способность, %	показания ПЭК, усл. ед.	выход «сырой», %	гидратационная способность, %	показания ПЭК, усл. ед.
II драная	34,9	210	85	26,5	178	85	30,5	191	70
III драная	39,1	208	80	29,2	181	80	40,4	197	72
IV драная	38,2	206	64	26,5	182	82	47,6	217	81
V драная	32,4	208	51	20,3	157	96	47,1	192	86
Шлиф. I кач.	30,0	250	84	—	—	—	36,5	236	83
Шлиф. II кач.	25,5	168	80	—	—	—	34,3	206	98
1-я разм. в/с	29,4	225	89	25,7	191	80	27,8	210	82
2-я разм. в/с	27,9	250	84	24,9	196	82	28,1	238	80
3-я размольн.	—	—	—	22,2	172	90	30,7	220	92
5-я размольн.	25,5	242	92	21,2	169	96	28,9	224	82
8-я размольн.	23,5	231	96	19,6	162	86	25,2	223	80

Таблица 6

Содержание азота в муке с различных систем Одесского мелькомбината № 2

Системы технологического процесса	Содержание азота в %			
	общего	белкового	небелкового	аминного
1-я размольная, в/с	2,02	1,81	0,21	0,14
5-я размольная	2,00	1,78	0,22	0,14
8-я размольная	2,40	2,01	0,39	0,23
Сортировка 2	2,38	2,08	0,30	0,16
V драная	2,89	2,45	0,44	0,23
Шлифовка 1	2,00	1,93	0,07	0,05
Шлифовка второго качества	2,24	2,01	0,23	0,20

Наименование продукта	Сахарообразующая способность в мг мальтозы на 10 г сухого вещества		Средний условный размер частиц муки, мкм	
	по Одесскому мелькомбинату № 2 (1969 г.)	по Ростовскому мелькомбинату № 2	по Одесскому мелькомбинату № 2 (1969 г.)	по Ростовскому мелькомбинату № 2
Мука высшего сорта с 1-й размольной системы	342	350	64,9	52,7
Мука 1-го сорта с 1-й размольной системы	287	304	72,8	68,4
Мука высшего сорта со 2-й размольной системы	314	322	65,7	65,6
Мука 1-го сорта со 2-й размольной системы	287	297	71,9	73,3

измельченные периферические части эндосперма пшеницы, богатые белком и клейковиной, что согласуется с исследованиями Т. Козинец и И. Мамбиша.

Закономерность изменения содержания зольных веществ, клетчатки, жира, кислотности, водорастворимых веществ аналогична закономерности изменения «сырого» белка в муке, полученной с систем технологического процесса.

В противоположность изменениям содержания белка, жира, золы, клетчатки количество крахмала от первых до последних систем уменьшается. Если на первых драных системах количество крахмала в муке колеблется в пределах 75,7—80,0%, то в муке с последних систем—65—68%, т. к. крахмал сосредоточен в центральной части эндосперма пшеницы.

Мука, полученная при двухсортном помоле пшеницы на системах первого качества в размольном процессе, содержит меньше крахмала по сравнению с мукой трехсортного помола. Это объясняется тем, что двухсортный помол предусматривает короткую схему обогащения круподунстовых продуктов, в результате чего на размольные системы первого качества попадают недостаточно обогащенные крупки.

Важным показателем в процессе хлебопечения является сахарообразующая способность муки. Наименьшей сахарообразующей способностью обладают потоки муки с первых драных систем: 165—237 мг мальтозы на 10 г сухого вещества. В муке, полученной с последних драных и размольных систем, увеличение сахарообразующей способности до 360—460 мг мальтозы объясняется повышением в муке собственных сахаров, концентрацией амилолитических ферментов, а также значительным повреждением крахмальных зерен в результате многократного воздействия вальцовых станков в процессе измельчения. В табл. 7 приведены данные влияния дисперсного состава муки, характеризующего степень повреждения крахмальных зерен, на ее сахарообразующую способность.

Закономерность изменения газообразующей способности муки с различных систем аналогична закономерности изменения ее сахарообразующей способности на всех системах и этапах технологического процесса.

Конфигурация и размеры альвеограмм муки с различных систем неодинаковы, как в пределах одного и того же предприятия, так и на различных предприятиях. Наибольшая «сила» муки $W \cdot 10^{-4}$ дж. отмечена у потоков с драного процесса и с первых размольных систем.

Наибольшим числом набухания (32—64,8 мл) обладали потоки муки с первых размольных систем по всем исследуемым предприятиям, это свидетельствует о том, что клейковинные

белки с этих систем наивысшего качества. Наименьшей набухаемостью характеризуются потоки муки с Новосибирского мелькомбината (12—36 мл), перерабатывающего пшеницу с большим содержанием клейковины, но плохого качества. Исследованиями установлено, что на показатель набухания муки в большей степени влияет качество клейковинных белков, а не их количество, что согласуется с данными М. Княгиничева. Тесной корреляционной связи между объемным выходом хлеба и числом набухания муки по различным системам установить не удалось, т. к. на показатель набухания в большей мере, чем на объемный выход хлеба, влияет крупность помола и наличие тонко измельченных периферических частей эндосперма в муке.

Хлеб наилучшего качества получен из потоков муки первых драных и первых размольных систем. При переработке примерно одинакового по качеству зерна по схемам двухсортного и трехсортного помолов хлебопекарные достоинства потоков муки трехсортного помола, в особенности с выходом 75%, выше по сравнению с двухсортным. При трехсортном помоле высокий режим ведения технологического процесса способствует тому, что большее количество тонко измельченного белка и алейронового слоя попадает в муку драного процесса и, главным образом, на системы второго качества и вымола, что вызывает увеличение объемного выхода хлеба. Об этом свидетельствуют данные табл. 8. Объем хлеба из муки с

IV драной средней и мелкой увеличился за счет попадания в нее алейронового слоя, так как зольность муки возросла без ухудшения ее цвета (табл. 8).

Таблица 8

Хлебопекарные показатели муки с систем технологического процесса мелькомбината № 4 г. Москвы

Системы технологического процесса	Зольность, %	Цвет в услон. едн.	Выход «сырой» клейковины, %	Газообразующая способность, мл	Объем хлеба, см ³	Пористость хлеба, %
IV драная мелкая	0,77	38,0	32,2	1346	580	78
IV драная средняя	0,87	38,0	35,0	1100	615	80
IV драная крупная	0,85	36,0	42,1	1046	615	80
Сортировка 4	0,84	56,5	33,1	1112	550	76
V драная	1,40	62,0	36,4	1686	500	76
Сортировка 5	0,91	43,0	29,3	1590	500	78
8-я размольная	0,88	54,5	26,1	1884	390	65
9-я размольная	1,11	62,0	25,1	1960	390	65

Объемный выход хлеба из муки, полученной в драмом процессе независимо от схемы технологического процесса и типа помола, выше по сравнению с размольным процессом. Особенно низки хлебопекарные достоинства муки с последних размольных систем. По-видимому, на ухудшение хлебопекарных достоинств муки, полученной с последних систем размольного процесса, влияет не только наличие в ней оболочечных продуктов, но и качество углеводного комплекса, главным образом, степень повреждения крахмальных зерен.

На основе математико-статистической обработки экспериментальных данных установлена корреляционная зависимость биохимических показателей муки, полученной с различных систем технологического процесса, и выведены уравнения регрессии между различными показателями качества муки. Высокий коэффициент корреляции получен между содержанием золы и клетчатки $r=0,88 \pm 0,95$; золы и белка $r=0,78 \pm 0,80$; золы и жира $r=0,87 \pm 0,96$; жира и кислотности $r=0,85 \pm 0,93$; золы и крахмала $r=0,71 \pm 0,98$.

Установить тесной корреляционной зависимости между объемным выходом хлеба и биохимическими и другими хлебопекарными показателями муки, полученной с систем ее производства, не удалось.

По балансам муки, снятым на Московском мелькомбинате № 4, Московском мельзаводе «Новая Победа», Новосибирском мелькомбинате № 1, были сформированы сорта муки на электронно-вычислительной машине в институте «Пищепромавто-

матика». Критерием оценки формирования потоков муки на вычислительной машине является доход, полученный от реализации сформированной муки всех сортов. За основу качественной характеристики муки было принято содержание золы, «сырой» клейковины в различных потоках; ограничение проведено по крупности муки.

В результате формирования потоков муки на вычислительной машине по всем исследуемым предприятиям увеличился выход муки высоких сортов за счет выхода второго сорта муки, без ухудшения его качества. Так, увеличение муки высоких сортов по мельзаводе «Новая Победа» составило 3,1%, а по мелькомбинату № 4 г. Москвы — 1,8%.

Хлебопекарные достоинства сформированной муки в лабораторных условиях на основании данных, полученных на вычислительной машине, не уступали хлебопекарным достоинствам муки, полученной в производственных условиях.

Глава IV

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И СОРТИРОВАНИЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МУКИ

В этой серии опытов предусматривалось изучение влияния основных кинематических и геометрических параметров рабочих органов вальцовых станков и рассевов на изменение физических, биохимических и хлебопекарных показателей муки.

1. Влияние процесса измельчения на качественную характеристику муки

На основании полученных данных установлено, что на изменение качественной характеристики муки в наибольшей мере влияют окружные скорости вальцов и их отношения. При этом в драмом и шлифовочном процессах изменение физических, биохимических и хлебопекарных показателей незначительно.

В размольном процессе на системах первого качества при повышении отношения скоростей вальцов с 1,3 до 2,4 выход муки увеличивается на 24,0%, средний размер ее частиц снижается с 92 до 75 мкм, в результате чего повышается удельная поверхность, сахаро- и газообразующая способность в связи с повреждением крахмальных зерен; наблюдается тенденция к повышению выхода «сырой» клейковины и уменьшению ее растяжимости. Хлебопекарные достоинства муки существенно не изменяются.

На системах второго качества закономерность изменения

физических, биохимических и хлебопекарных показателей аналогична.

Повышение степени измельчения продуктов различных систем при увеличении окружных скоростей валцов и их отношений объясняется повышением скорости деформирования, которая и вызывает рост относительной деформации как частиц эндосперма, так и оболочек, в результате чего на вымольных системах ухудшаются биохимические и хлебопекарные показатели муки (табл. 9).

Увеличение удельной весовой подачи к валцам на системах первого качества в дражном процессе с 16 до 24 кг/см час, в шлифовочном и размольном с 6,7 до 20 кг/см час не ухудшает качественных показателей муки. На системах второго качества и вымола увеличение удельных весовых подач по сравнению с рекомендуемыми «Правилами» приводит к ухудшению качества муки по клейковине, зольности; в размольном процессе кроме этого изменяется дисперсный состав муки в сторону повышения фракций более 100 мкм. Хлебопекарные показатели муки также ухудшаются (табл. 10).

Изменение межвалцового зазора, определяющего режим систем, вызывает изменение количественно-качественных показателей муки. При этом на системах первого и второго качества существенных изменений в качественном составе муки не происходит. На вымольных системах низкие режимы при небольших зазорах вызывают ухудшение качества муки по зольности, уменьшается выход клейковины и ухудшаются хлебопекарные достоинства муки. Поэтому на вымольных системах не следует стремиться к максимальному извлечению муки, чтобы не ухудшить ее качества.

2. Влияние процесса сортирования на качественную характеристику муки

Анализ экспериментальных данных позволяет сделать вывод, что из изучаемых нами параметров процесса сортирования рабочий размер сит в наибольшей степени оказывает влияние на изменение качественной и дисперсной характеристики муки.

В табл. 11 приведены некоторые результаты исследований влияния рабочих размеров сит на качественный состав муки различных систем технологического процесса. Потoki муки первого качества в шлифовочном и размольном процессах, полученные проходом сит от № 35 до № 46, существенных изменений по биохимическому составу не имеют, в результате чего хлебопекарные достоинства не ухудшаются.

Таблица 9

Влияние окружных скоростей валцов и их отношений на качество муки в размольном процессе

Скорость бысторовращающегося валца, V_6 м/сек, отношение окружных скоростей i	Клейковина			Содержание, %		Сахарообразующая способность, мг мальтозы на 10 г в.	Объем хлеба, см ³	Средний размер частиц, мкм
	Извлечение, %	Выход «сырой», %	растяжимость, см	крахмала	зола			
$V_6=4$	41,0	26,6	12,0	75,3	0,48	220	510	100,1
$V_6=6$	43,0	26,4	11,8	75,0	0,48	225	520	92,1
$V_6=8$	48,0	26,2	11,5	74,6	0,49	230	520	81,8
$i=1,3$	42,0	26,2	12,5	74,5	0,48	207	530	98,4
$i=1,5$	43,0	26,4	12,5	75,0	0,48	225	520	92,1
$i=2,0$	50,0	28,1	12,0	74,2	0,48	234	520	80,2
$i=2,4$	66,0	28,4	12,0	74,0	0,48	241	520	74,5
$V_6=4$	22,0	24,7	13,1	66,8	1,05	286	400	120,5
$V_6=6$	23,1	24,5	13,5	66,7	1,08	288	400	110,0
$V_6=8$	24,2	24,0	13,0	65,9	1,10	311	390	108,9
$i=1,3$	19,8	24,3	12,0	66,2	1,08	277	400	117,2
$i=1,5$	23,1	24,5	12,0	66,7	1,08	288	400	110,0
$i=2,0$	24,8	23,9	11,2	65,4	1,15	309	380	96,0
$i=2,4$	24,8	22,4	10,4	64,8	1,21	317	360	100,6

Таблица 10
Влияние удельной весовой подачи к вальцам на количественно-качественные показатели муки

Удельная весовая подача, кг/см час	Выход, %	Клейковина		Набухание муки, мл	Содержание, %		Объем хлеба, см ³	Средний размер частиц, мкм
		выход «сырой», %	растяжи-мость, см		крахмала	зола		
10	15,6	30,8	11,5	13,0	71,1	1,28	460	90,2
16	15,0	30,2	11,5	12,5	70,1	1,35	460	90,2
20	13,6	29,4	11,5	12,0	69,2	1,38	400	86,4
				IV драная				
6,7	44,0	26,8	12,0	22,0	75,8	0,48	520	90,7
10,0	43,0	26,4	13,0	22,0	75,0	0,48	510	92,1
20,0	41,5	26,7	13,5	20,5	75,0	0,50	500	93,5
				2-я размольная				
5,4	23,1	24,5	13,5	12,0	66,7	1,08	400	105,3
10,5	23,0	23,8	13,8	11,5	66,0	1,12	390	110,0
16,0	20,2	23,0	14,0	11,3	64,8	1,19	360	117,7
				8-я размольная				

Таблица 11

Зависимость хлебопекарных показателей муки от рабочих размеров сит

Системы технологического процесса	Проход сита	Средний условный размер частиц, мкм	Объем хлеба, см ³	Пористость хлеба, %
2-я размольная	№ 27	100,0	470	63
	№ 32	84,0	540	70
	№ 35	79,0	580	82
	№ 38	76,0	600	82
	№ 43	63,0	600	82
IV драная	№ 46	52,0	580	79
	№ 32	101,2	530	70
	№ 35	80,4	580	79
	№ 38	60,5	620	82
	№ 43	54,0	620	82
8-я размольная	№ 46	46,2	580	80
	№ 32	113,0	290	46
	№ 35	100,0	335	52
	№ 38	91,0	370	58
	№ 43	74,6	370	52
№ 46	65,5	380	56	

На системах второго качества и вымола объем хлеба из муки, полученной проходом сит № 38, 43, резко возрастает по сравнению с мукой, полученной проходом сит № 32, 35, причем на этих системах изменяется не только среднеусловный размер частиц муки, но и биохимические показатели, поэтому для улучшения качественных показателей муки на системах второго качества и вымола желательнее устанавливать шелковые сита не реже № 38.

При просеивании зернопродуктов на капроновых ситах получены подобные данные. При этом капроновые сита обладают большей севкостью и должны быть взяты на 2—3 номера гуще по сравнению с шелковыми, что подтверждают рекомендации «Правил».

При исследовании частоты горизонтальных колебаний рассева, времени просеивания и нагрузки на сито значительных изменений в биохимических и хлебопекарных показателях муки не обнаружено, хотя выход муки незначительно изменялся.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Исследованием подтверждено, что мука, полученная с различных систем технологического процесса, неоднородна по физическим, биохимическим и хлебопекарным свойствам, изменение которых обусловлено качеством перерабатываемого зерна, а также построением и условиями ведения технологического процесса.

2. Из физических свойств: а) дисперсный состав муки является важнейшим показателем ее качества и может быть охарактеризован средним условным размером частиц, величина которых находится в пределах 50—80 мкм для систем первого качества, 60—120 мкм—для систем второго качества, а на вымольных системах доходит до 130—160 мкм при 78%-ном помоле пшеницы; при 75%-ном помоле средний размер частиц муки на системах второго качества и вымола значительно меньше и составляет порядка 50—90 мкм.

Степень измельчения муки в основном оказывает влияние на изменение ее хлебопекарных показателей: чем тоньше мука, тем выше количественно-качественные показатели клейковины и набухание клейковинных белков. На увеличение объемного выхода хлеба из муки с драного процесса на системах второго качества и вымола при трехсортном помоле оказывают положительное влияние тонко измельченные краевые части эндосперма, включая алейроновый слой, размер частиц которых менее 100 мкм;

б) плотность потоков муки, направляемых в высший и первый сорта, колеблется в пределах 1,42—1,50 г/см³, потоки муки второго сорта имеют более низкую плотность: 1,38—1,43 г/см³, что объясняется различным соотношением крахмала и белка в этих фракциях и плотностью их упаковки;

в) удельная поверхность муки на различных этапах ее производства находится в пределах 1100—2860 см²/г. Наибольшая поверхность получена на последних системах технологического процесса.

3. Биохимические и хлебопекарные свойства муки на различных этапах ее производства изменяются в широких пределах:

а) количество «сырого» белка увеличивается от первых систем к последним как в драном, так и в размольном процессах, что может быть объяснено различным содержанием его в анатомических частях зерна: наибольшее количество сосредоточено в периферических частях эндосперма, однако эти белки не способны образовывать клейковину высокого качества;

б) крахмал сосредоточен, главным образом, в центральной

части зерновки, поэтому наибольшее его количество (до 80,0%) находится в потоках муки систем первого качества с уменьшением на системах второго качества и вымола;

в) водорастворимые вещества и кислотность в муке от первых систем к последним повышаются и в драном, и в размольном процессах, вероятно, вследствие повышения содержания фосфатидов, кислот и за счет процесса частичной деполимеризации полимеров. Влияющими факторами являются: давление и температура при измельчении, аэрация при транспортировании и сепарировании;

г) потоки муки с первых драных систем содержат наибольшее количество клейковины, что можно объяснить попаданием в них свободных белковых частиц зерна;

д) сахаро- и газообразующая способность муки от первых к последним системам увеличивается. Возрастание сахарообразующей способности муки в размольном процессе на системах первого качества объясняется степенью повреждения крахмальных зерен; на системах же второго качества и вымола в драном, шлифовочном и размольном процессах, кроме того, и попаданием в муку тонко измельченных периферических частей эндосперма, содержащих основные комплексы амилолитических ферментов;

е) наибольшим числом набухания обладают потоки муки, полученные с первых размольных и драных систем. На показатель набухания муки в основном влияет качество клейковинных белков перерабатываемой пшеницы и дисперсный состав муки: чем тоньше мука, тем ее число набухания выше.

ж) наибольший объемный выход хлеба получен из потоков муки драного процесса, что можно объяснить попаданием в муку драных систем свободных белковых частиц зерна, тонко измельченного алейронового слоя, а также, по-видимому, сохранением структуры крахмала и клейковинных белков при незначительном механическом воздействии на первичном этапе измельчения зернопродуктов.

4. Из факторов, влияющих на изменение физических, биохимических и хлебопекарных показателей муки, полученной с различных систем технологического процесса, превалирующая роль принадлежит качеству перерабатываемого зерна.

5. На качество получаемой муки оказывают влияние условия построения и ведения технологического процесса на мельницах:

а) наиболее тонкая и выравненная мука получена при трехсортном 75%-ном помоле по сравнению с 78%-ным трехсортным и двухсортным помолами;

б) потоки муки, полученные при двухсортном помоле, содержат меньшее количество белка и клейковины чем при трех-

сортном помоле, в особенности с систем драного процесса, что можно объяснить различными условиями ведения процесса;

в) зольность муки на последних системах при трехсортном помоле ниже по сравнению с двухсортным, в особенности по драному процессу. Средневзвешенная зольность муки трехсортного помола также ниже по сравнению с двухсортным;

г) объемный выход хлеба с различных систем технологического процесса при двухсортном помоле ниже по сравнению с трехсортным, главным образом, на системах второго качества с драного процесса.

6. Основное влияние на изменение дисперсной характеристики муки оказывают условия измельчения зернопродуктов на вальцовых станках, при этом изменяется и качественный состав муки.

7. Повышение окружных скоростей быстровращающихся вальцов на различных системах технологического процесса с 4 до 8 м/сек и их отношений от 1,2 до 3,0 приводит к увеличению выхода муки на всех системах. На размольных системах увеличивается степень измельчения муки, повышается ее сахаро- и газообразующая способность, однако хлебопекарные достоинства муки на системах второго качества в размольном процессе не изменяются.

Учитывая повышение зольности муки на системах второго качества и ухудшение ее хлебопекарных достоинств на вымольных системах, повышение V_0 свыше 6 м/сек и i более 1,5 на этих системах нецелесообразно.

8. Увеличение весовой подачи к вальцам на системах первого качества не приводит к существенному изменению качественных показателей муки. На системах второго качества и особенно вымола ухудшается качество муки по зольности, клейковине, увеличиваются фракции частиц муки размером более 100 мкм, что и вызывает ухудшение хлебопекарных достоинств муки.

9. Качественные показатели муки зависят также от эффективности сортирования промежуточных продуктов. Увеличение рабочего размера сит от 120 мкм до 180 мкм (от сита № 46 до № 35) на системах первого качества в размольном и шлифовочном процессах не приводит к ухудшению биохимических и хлебопекарных показателей муки. На системах второго качества и особенно вымола в муке, полученной проходом сита № 35, повышается зольность, ухудшаются количественно-качественные показатели клейковины, снижается объемный выход хлеба. Поэтому для улучшения качественных показателей муки целесообразно на системах второго качества и вымола устанавливать шелковые сита не реже № 38.

10. Проведенные исследования качественного состава муки на различных этапах технологического процесса позволили вскрыть закономерности изменения ее физических, биохимических и хлебопекарных свойств, которые могут быть использованы при оптимальном формировании сортов муки на мельницах.

11. Формирование сортов муки, выполненное по ряду мельниц с применением вычислительных машин, свидетельствует о высокой эффективности этого метода: повышается выход муки высоких сортов на 2—3% без ухудшения качества муки II сорта. Экономический эффект от внедрения этого метода составит 48,8 тыс. руб. в год для мельницы производительностью 240 т/сутки.

По материалам диссертации опубликованы в соавторстве следующие работы:

1. Дисперсный состав зернопродуктов в зависимости от условий их измельчения. «Известия вузов СССР. Пищевая технология», № 2, 1969.

2. Качественный состав муки на различных этапах ее производства. «Реферативная информация о законченных научно-исследовательских работах в вузах УССР. Пищевая промышленность», вып. IV, Киев, 1970.

3. Дисперсный состав муки на различных этапах мукомольного производства. «Мукомольно-элеваторная промышленность», № 3, 1970.

4. Изменение химического состава муки на различных этапах ее производства. «Известия вузов СССР. Пищевая технология», № 4, 1970.

По вопросам, рассматриваемым в диссертации, автором сделаны доклады на XXIX, XXX, XXXI научных конференциях Одесского технологического института имени М. В. Ломоносова (1968, 1969 и 1970 гг.).