

Министерство образования Российской Федерации

Алтайский государственный технический  
университет им.И.И.Ползунова

# **НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО СТУДЕНТОВ И СОТРУДНИКОВ**

61-я научно-техническая конференция студентов,  
аспирантов и профессорско-преподавательского  
состава

**Часть 14.  
ФАКУЛЬТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Барнаул – 2003

ББК 784.584(2 Рос 537)638.1

61-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава. Часть 14. Факультет пищевых производств. / Алт.гос.техн.ун-т им.И.И.Ползунова. – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2003. – 41 с.

В сборнике представлены работы научно-технической конференции студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава Алтайского государственного технического университета, проходившей в апреле 2003 г.

Ответственный редактор к.ф.–м.н., доцент Н.В.Бразовская

© Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова

## СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ БРОДИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ВИНОДЕЛИЕ»

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛИКЕРОВОДОЧНЫХ И БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Чиркова О.В. - студент гр. ТБПВ–01  
Коцюба В.П. – научный руководитель

Важнейшая стратегическая задача, стоящая перед пищевыми отраслями агропромышленного комплекса – удовлетворение потребностей населения в биологически полноценных и экологически безопасных продуктах. Один из основных видов потенциальной опасности – ухудшение экологической обстановки. Сегодня многие металлургические, химические, нефтехимические, машиностроительные и другие предприятия страны оказывают неблагоприятное воздействие на природу и на человека. Токсичные и радиоактивные отходы предприятий, засоряя атмосферу, почву, воду, часто переходя в грунтовые воды, приводят к резкому возрастанию радионуклидов, цезия, стронция, ртути, мышьяка и других элементов как в зерне (ячмень, рожь, кукуруза, рис, соя, пшеница), используемом при производстве пива и хлебного кваса, так и в плодово-ягодном сырье (ягоды, косточковые, семечковые, цитрусовые), травах, цветах, цветочных почках и древесной коре, применяемых при производстве ликероводочных изделий и безалкогольных напитков.

В настоящее время в связи с мировой тенденцией обеспечить выпуск продуктов питания, способствующих здоровому образу жизни, включая алкогольные и безалкогольные напитки, США, многие страны ЕС и Великобритания увеличивают площади для выращивания экологически чистых продуктов, вводят специальные налоги на использование пестицидов (Италия), предоставляют значительные гранты для развития рынка экологически чистых продуктов. В 2002 г. в г. Нюрнберге (Германия) прошла международная выставка «BioFach – Экологически чистая продукция», где лучшим напитком гола был признан экологически чистый напиток на рисовой основе «Vanilla Mango» от компании Voelkel GmbH в конкурсе по категориям красного, розового, белого и шампанских вин.

Резко улучшить экологическое положение с почвой, водой и воздухом практически нереально. Поэтому выдвинута другая параллельная альтернатива – изучить влияние технологии и оборудования перерабатывающих предприятий на перераспределение вредных для человека и животных элементов исходного сырья по конечным продуктам переработки. Это новое понятие экологии – **технологическая экология агроперерабатывающих предприятий** – ставит перед собой следующие основные цели, которые при выпуске алкогольных и безалкогольных напитков можно сформулировать следующим образом.

**Первая** – комплексное изучение механизма влияния технологии и оборудования перерабатывающих предприятий на перераспределение токсичных веществ из исходного сырья по конечным продуктам его переработки. Необходимо в каждой технологической цепочке переработки сырья в конечный продукт установить, что переходит из сырья в промежуточные продукты и отходы, особенно в те, которые в дальнейшем используются в качестве компонентов сырья для получения другой продукции питания человека или животного, или переходит в воздух, воду и почву.

**Вторая** – установление допустимых норм содержания вредных элементов во всех используемых и получаемых при переработке продуктах и их отходах.

**Третья** – установление норм экологической надежности основного вида оборудования и технологий перерабатывающих предприятий агропромышленного комплекса с целью их обязательного использования при разработке и проектировании новых машин и технологий для переработки сырья и отходов.

**Четвертая** – разработка нормативных документов, методик, приборов и средств измерения, вредных для здоровья человека и животных веществ, как в исходном сырье и готовой продукции, так и в кормовых и не кормовых отходах.

Указанные основные проблемы частично решаются в отрасли производства алкогольных и безалкогольных напитков, но в целом они требуют своего комплексного научного решения, особенно при сегодняшнем остром экологическом состоянии природы, перерабатывающей промышленности и сельском хозяйстве.

В качестве предварительных исследований авторами был проведен анализ качества готовой продукции, выпускаемой на ликероводочном заводе «Биотек» (г.Барнаул, Россия) по трем видам готовой продукции: вино виноградное, безалкогольная продукция, вода искусственно-минеральная. В таблице представлены осредненные показатели содержания вредных примесей по выборке, произведенной в соответствии с принятыми стандартами.

Таблица - Содержание металлов в готовой продукции

| Наименование показателя | Вино виноградное    |                        | Безалкогольная продукция |                        | Вода искусственно-минеральная |                        |
|-------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|
|                         | нормы ПДК, не более | фактическое содержание | нормы ПДК, не более      | фактическое содержание | нормы ПДК, не более           | фактическое содержание |
| Свинец, мг/кг           | 0,3                 | < 0,03                 | 0,3                      | < 0,01                 | 0,1                           | < 0,1                  |
| Кадмий, мг/кг           | 0,03                | < 0,01                 | 0,1                      | < 0,01                 | 0,1                           | < 0,01                 |
| Мышьяк, мг/кг           | 0,2                 | < 0,01                 | 0,03                     | < 0,01                 | 0,01                          | < 0,01                 |
| Ртуть, мг/кг            | 0,005               | < 0,001                | 0,005                    | < 0,001                | 0,005                         | < 0,001                |
| Стронций 90, Бк/кг      | 100                 | < 60                   | 100                      | < 45                   | 8                             | < 2,6                  |
| Цезий 137, Бк/кг        | 70                  | < 21                   | 70                       | < 71                   | 8                             | < 1,9                  |

Все виды готовой продукции имеют значительно меньшее содержание указанных в таблице вредных примесей по сравнению с предельно допустимыми концентрациями, причем по многим показателям (мышьяк, свинец - вино виноградное, кадмий – вода минеральная, безалкогольная продукция.) их содержание меньше в десятки раз. Такие показатели экологического качества готовой продукции могут свидетельствовать как о высоком качестве сырья, используемом в производственном цикле, так и о перераспределении вредных примесей по продуктам переработки, которые широко используются на кормовые цели (в качестве кормового средства или для приготовления кормов) для животных, птиц и рыб; как удобрение, а также при производстве витаминов, выращивании хлебопекарных дрожжей, кормовых антибиотиков.

Для подтверждения гипотезы о перераспределении вредных примесей для организма человека и животных веществ из исходного сырья по его промежуточным и конечным продуктам, сделанного в работе Мачихиной Л. «Новое направление в экологии переработки агропродуктов», представляется целесообразным провести дальнейшие исследования в направлении технологической экологии предприятий по выпуску алкогольных и безалкогольных напитков. В свете современных тенденций развития качества продукции основой регулирования является система сертификации и стандартизации продуктов, базирующаяся на стандартах серии ИСО 9000 и ИСО 14000, принятая в промышленно развитых странах и служащая ориентиром для России, где культура потребления продукции пищевых производств находится на весьма низком уровне. Имеющиеся в стране ресурсы растительного сырья позволяют реализовать основные цели технологической экологии агроперерабатывающих предприятий и подтвердить их экономическую целесообразность.

## О ПОТЕРЯХ ЭТИЛОВОГО СПИРТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ, ХРАНЕНИИ И ТРАНСПОРТИРОВАНИИ

Буянкина Ю.Г. – студент гр. ТБП – 01  
Вагнер В.А., Коцюба В.П. – научные руководители

Этиловый спирт относится к дорогостоящей пищевой продукции, поэтому на предприятиях бродильной промышленности необходимо вести учет его потерь, особенно учитывая существующую на сегодняшний день жесткую конкуренцию среди предприятий как спиртовых, так и ликероводочных. Для повышения конкурентоспособности предприятия необходимо снижать издержки производства. Одним из путей повышения эффективности работы предприятия является снижение суммарного количества потенциальных потерь спирта, возникающих на всех стадиях производства, хранения и транспортирования.

Производственные потери складываются из механических и технологических.

Механические потери обусловлены утечкой полупродуктов и спирта через плотности во фланцевых соединениях трубопроводов, через сальники насосов и запорную арматуру, потерями полупродуктов при мойке технологического оборудования, испарением спирта через фланцы колон, дефлегматоров, холодильников и т.п.

Технологические потери можно разделить на потери сбраживаемых углеводов и непосредственно самого спирта.

Потери углеводов складываются из потерь при мойке картофеля, подработке пленочного зерна, солодоращении, разваривании и осахаривании.

Непосредственно потери спирта складываются из потерь с газами брожения и потерь при перегонке и ректификации. В процессе перегонки и ректификации спирт теряется с бардой, лютерной водой, неконденсирующимися газами и летучими примесями: сухими маслами и эфирно-альдегидной фракцией.

Потери спирта при хранении обусловлены его летучестью. Причина потерь спирта – «дыхание» резервуаров, вызываемое изменением температуры наружного воздуха, вследствие чего происходит движение газов через дыхательный клапан. При хранении, перекачках насосами и сливом самотеком происходят потери спирта через неплотности трубопроводов, уплотнений насосов, при розливе.

Потери при перемещениях и транспортировке складываются из потерь при наливе из мерников в цистерны, при сливе из цистерны в мерник как насосом, так и самотеком, из потерь при прочих перекачках из одной емкости в другую, из потерь спирта непосредственно в пути следования.

Все вышеперечисленные потери приносят убытки предприятиям, увеличивают себестоимость спирта и продуктов, получаемых из него. Для обеспечения стабильного существования производства необходимо сводить потери к минимуму.

Потери спирта можно разделить на те, которые можно избежать, и те, которые избежать невозможно. Первые можно избежать при правильной эксплуатации оборудования, его своевременном техническом обслуживании и ремонте, а также при использовании вспомогательного оборудования и правильных технологических решениях. Вторые связаны с необратимостью некоторых физико-химических процессов.

Часть потерь вообще недопустима. Это механические потери. Недопустим, например, пролив спирта при перемещениях спирта из-за неисправности трубопроводной арматуры.

Часть потерь можно избежать при помощи вспомогательного оборудования, например, спиртоловушек, которые при перегонке, ректификации и хранении позволяют избежать большей части потерь.

Актуальным на сегодняшний день является и вопрос правильного выбора ферментного препарата, от которого напрямую зависит практический выход спирта.

Пути снижения потерь необходимо рассматривать комплексно, учитывая общие технико-экономические показатели эффективности работы производства.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ И ВЫБОРУ ТАРЫ, ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ И СКЛАДСКИХ МАШИН ДЛЯ ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ

Нагорнова О.В. – студентка группы ТБПВ–01  
Коцюба В.П., Кучеренко Н.Н. – научные руководители

Для улучшения практической подготовки студентов наиболее целесообразно проводить предлагаемую лабораторную работу в реальных производственных условиях. Это также необходимо для наиболее эффективного восприятия студентами полученной теоретической информации. С этой целью в курсе лабораторного практикума по дисциплине «Комплексная механизация промышленного транспорта предприятий бродильных производств» предусмотрена одна лабораторная работа, проводимая в производственных условиях. А так как она охватывает многие разделы программы данной учебной дисциплины, то способствует не только лучшему усвоению нового материала, но и повторению пройденного.

В рамках специальности «Технология бродильных производств и виноделия» уже имеется некоторый положительный опыт проведения подобных практических занятий. Так, например, лабораторные работы по Товароведению, проводящиеся в производственных условиях и носящие ознакомительный характер, дают студентам лучшее представление о предприятиях бродильных производств.

Однако такие лабораторные работы имеют свою специфику, обусловленную тем, что помимо положительных моментов такой практической подготовки имеется ряд сложностей, связанных с обеспечением безопасности студентов. Поэтому при разработке методических материалов для проведения лабораторной работы необходимо было уделить особое внимание и включить в общий материал меры безопасности на предприятии во избежание травматизма.

Чтобы поставить четкие цели и задачи предлагаемой лабораторной работы, нужно выбрать предприятие, на котором эта работа будет проводиться. Руководствуясь эффективностью использования времени, выделенного для проведения занятия, нами выбрано предприятие, наиболее близко расположенное к зданию АлтГТУ. Это Барнаульский Ликеро-Водочный Завод.

На лабораторной работе студентам будет предложено изучить погрузочно-разгрузочные и складские машины на складах БЛВЗ, а также провести некоторые измерения и сделать эскизы по предложенным вариантам.

После изучения оборудования склада студентам будет предложено сделать выводы о степени комплексной механизации погрузочно-разгрузочных и складских работ на БЛВЗ, а также предложить меры ее усовершенствования. Для упрощения последнего задания подобраны материалы, содержащие сведения о возможном складском оборудовании на предприятиях бродильных производств, а также информацию о различных его видах и марках, необходимую для выбора погрузочно-разгрузочных и складских машин.

### О ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 270500

Ватармина Т.А. - студент гр. ТБПВ-01  
Коцюба В.П., Кучеренко Н.Н.- научные руководители

В соответствии с учебным планом обучения студенты специальности «Технология бродильных производств и виноделия» должны выполнять несколько курсовых работ и проектов, а именно:

- в 3 семестре – курсовая работа по дисциплине «Механика» на тему «Проектирование редуктора»;
- в 5 семестре – курсовая работа по курсу «Процессы и аппараты пищевых производств»;
- в 6 семестре – курсовая работа по дисциплине «Комплексная механизация промышленного транспорта бродильных производств»;

- в 8 семестре – курсовая работа по дисциплине «Технологическое оборудование»;
- в 9 семестре – курсовой проект по курсу «Технология отрасли»;
- в 10 семестре – дипломное проектирование.

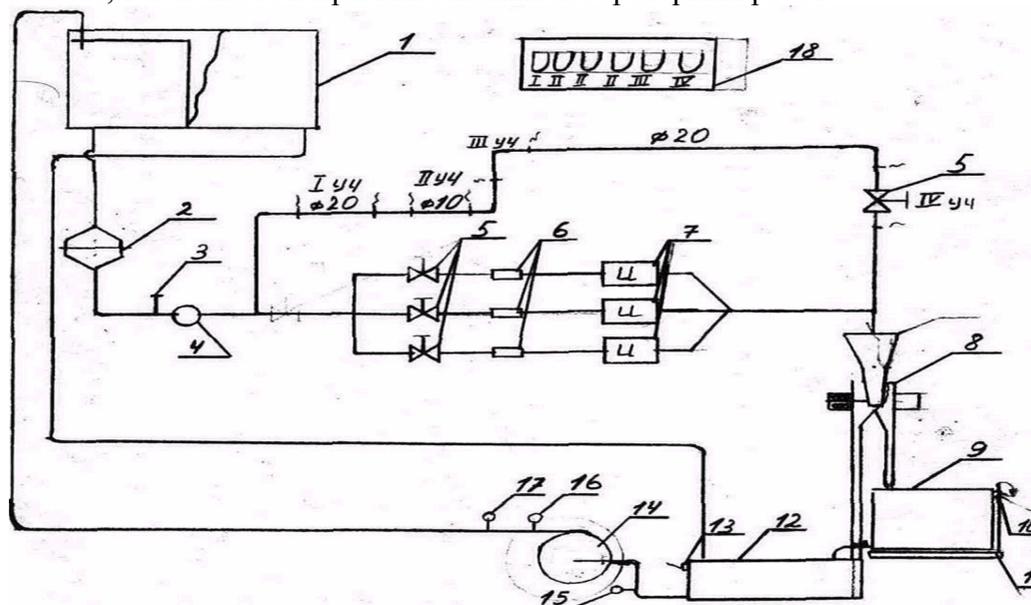
Последовательность выполнения курсовых работ и проектов предусмотрена таким образом, что все они взаимосвязаны и базируются на изученных ранее дисциплинах. Так при выполнении курсовой работы по дисциплине «Механика» студенты используют приобретенные знания по следующим предметам: математика, физика, теоретическая механика, сопротивление материалов, машиностроительное черчение и другие. При выполнении курсовой работы, связанной с разработкой машин и устройств промышленного транспорта на предприятиях бродильных производств в 6 семестре, используются знания, приобретенные по дисциплинам: физика, электротехника, механика и др. Разработка отдельной машины в целом расширяет кругозор студентов и подготавливает их к решению комплексных технологических задач.

Ход выполнения курсовой работы при разработке машин непрерывного транспорта и гидравлических установок выявил несколько проблем методического характера. При проектировании машин непрерывного транспорта и, особенно для проектирования гидравлических установок оказалось недостаточное количество методических материалов. Анализ имеющейся литературы в библиотеке АлтГТУ показал нехватку методических материалов для курсового проектирования по специальным дисциплинам: «Технологическое оборудование» и «Технология отрасли». Таким образом, перед преподавателями и студентами кафедры «Технология бродильных производств и виноделия» стоит задача по методическому обеспечению. В этом плане преподавателям не обойтись без помощи студентов.

## РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ПО ГИДРАВЛИКЕ

Василенко Е.С., Скосырева М.А. – студенты гр. ТПБВ-01  
Коцюба В.П. – научный руководитель.

В аппаратурно-технологических схемах предприятий бродильных производств значительное место занимает оборудование по перемещению жидких грузов (сырьё, вода, бражка и др.). Поэтому студентам специальности 270500 «Технология бродильных производств и виноделия» (ТБПиВ) необходимо изучать механику жидкости (гидравлику) в достаточном объеме, в том числе и при выполнении лабораторных работ.



Разработанная лабораторная установка (стенд) включает в себя следующие основные элементы: емкость 1, в которой поддерживается постоянный уровень жидкости, механический фильтр 2, термометр 3, счетчик 4 и вентили 5 для установки заданного расхода жидко-

сти, выпрямляющие решетки 6, испытываемые приборы-счетчики 7, перекидное устройство 8, водомерный бак 9, датчик уровня жидкости 10 и 13, весы 11, промежуточный бак 12, насос 14, ваттметр 15, вакуумметр 16, манометр 17, батарейный микроманометр 18. Все элементы соединены между собой стальными бесшовными трубами.

На экспериментальной установке планируется выполнять следующие лабораторные работы:

- измерение гидравлических потерь на трение и в местных сопротивлениях (на верхней ветви разветвленного трубопровода);
- испытание центробежного насоса;
- поверка приборов-счетчиков (на 3-х нижних ветвях разветвленного трубопровода).

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Бирюкова Я.В., Зеленова Е.С., Козлов И.Ю.- студенты гр. ТБПВ-01  
Коцюба В.П. – научный руководитель

Контроль знаний студентов по учебной дисциплине является важным элементом образовательного процесса. Для повышения эффективности контроля образовательный стандарт вуза предусматривает разработку фонда тестов и задач по каждому курсу. На кафедре «Технология бродильных производств и виноделие» начата работа по созданию указанных фондов. По дисциплине «Комплексная механизация промышленного транспорта бродильных производств» фонд включает в себя: тесты итогового контроля знаний (ТИКЗ), тесты остаточных знаний (ТОЗ) и пакет задач.

Все тесты разработаны в форме вопросов-ответов. На каждый вопрос дается четыре ответа, один из которых правильный. В целом ТИКЗ состоит из 40 вопросов по шести темам курса. Далее из 40 вопросов были выбраны 22, наиболее значимые для данного курса, для составления ТОЗ.

Для более эффективного использования тестов была разработана программа в среде TURBO PASCAL, основанная на принципе случайных чисел, в соответствии с которыми из базы данных выбираются вопросы и выводятся на дисплей. Результаты и оценка каждого тестирования выводятся на экран дисплея.

Наряду с тестами по указанному курсу разработан пакет задач. Исходные данные и формулировка каждой задачи предполагает однозначное оптимальное решение (выбор подъёмно-транспортной или погрузочно-разгрузочной машины). Для решения предлагаемых задач, студентам будут предоставлены методические материалы о серийно выпускаемых машинах и устройствах. Методический материал включает в себя установочные отраслевые нормалы и основные паспортные данные, систематизированные и оформленные, чаще всего, в виде таблиц.

Фонд ТИКЗ и задач будет использован при проведении зачетов и экзаменов для оценки уровня подготовки студентов по вышеуказанной учебной дисциплине, а ТОЗ и часть задач по дисциплине будут использованы при составлении ТОЗ по специальности.

Работа по совершенствованию разработанного фонда тестов и задач, а также по составлению тестов и задач по другим дисциплинам кафедры будет продолжена преподавателями кафедры и студентами специальности 270500.

# СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБА И ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ»

## ПРОИЗВОДСТВО ХЛЕБА С ДОБАВЛЕНИЕМ РИСОВОЙ КРУПЫ

Асачева А.С. – студент гр. ТХ-91  
Козубаева Л.А. – научный руководитель

В группу крупяных культур входят гречиха, просо, рис, ячмень, овес и пшеница. Все эти культуры веками служили человечеству источниками белков, жиров, углеводов, витаминов и минеральных веществ. Среди них рис, пшено и гречневая крупа всегда занимали важнейшее место в рационе человека.

Традиционные крупяные культуры по калорийности и сейчас не потеряли своей актуальности благодаря высокому содержанию в них питательных веществ. Но в последнее время население РФ, пренебрегая растительной пищей, в том числе и крупами, отдает предпочтение пищи животного происхождения, нанося тем самым вред собственному здоровью, нарушая закон сбалансированного питания.

Так как по научно обоснованным нормам Института питания Академии медицинских наук человек в год должен употреблять 13-15 кг крупы, в том числе 20-30% - рисовой. Рисовая крупа уже давно используется как диетический продукт крайне необходимый детям и больным людям. По перевариваемости она занимает одно из первых мест среди продуктов питания, содержит много безазотистых экстрактивных веществ и ниацина, сравнительно мало белка. Липиды риса характеризуются высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот, токоферолы обладают повышенной витаминной активностью.

С целью повышения пищевой ценности хлеба, придания хлебу диетических свойств и для расширения ассортимента хлебобулочных изделий мы выпекали хлеб из пшеничной муки высшего сорта с добавлением рисовой крупы в количестве от 1 до 20%.

Рисовая крупа предварительно отваривалась до полуготовности, контролем служил образец, выпеченный без добавления рисовой крупы.

При добавлении крупы в количестве 1-5% пробы хлеба практически не отличались от контроля, поэтому наибольший интерес представляют результаты выпечек с добавлением рисовой крупы в количестве 5-20% взамен части муки.

Результаты анализа качества хлеба, выпеченного с применением опарного способа тестоприготовления, представлены в таблице.

Таблица - Качество хлеба с рисовой крупой (опарный способ приготовления теста)

| Показатели качества                | Количество рисовой крупы, % |      |      |      |      |
|------------------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|
|                                    | -                           | 5    | 10   | 15   | 20   |
| Удельный объем, см <sup>3</sup> /г | 3,5                         | 3,7  | 3,8  | 2,9  | 2,8  |
| Пористость, %                      | 78,0                        | 79,4 | 80,1 | 73,1 | 71,0 |
| Влажность, %                       | 44,1                        | 45,1 | 46,5 | 46,9 | 47,0 |
| Кислотность, град                  | 1,8                         | 1,8  | 1,8  | 1,8  | 1,6  |

В результате анализа полученных данных можно сделать вывод о том, что добавление рисовой крупы взамен части муки в количестве 10% улучшает качество хлеба. Хлеб получается более высокого объема, более интенсивно окрашенный, с развитой пористостью со светлым эластичным мякишем, обладает приятным вкусом и ароматом. Кроме того, хлеб, выпеченный с добавлением рисовой крупы, медленнее черствеет.

Таким образом, проведенные выпечки позволяют сделать вывод о возможности и целесообразности использования рисовой крупы при производстве хлеба. Рекомендуемая дозировка рисовой крупы составляет 10% взамен части муки.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЦЕССА ШЕЛУШЕНИЯ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЗЕРНОВОГО ХЛЕБА

Колесникова Е.А. – студент гр.ТХ-81  
Кузьмина С.С. – научный руководитель

Перед хлебопекарной промышленностью в настоящее время стоит актуальная задача – внедрение в производство хлебобулочных изделий повышенной пищевой и пониженной энергетической ценности, что соответствует современным требованиям науки о рациональном питании и здоровой пище. Важным компонентом здоровой пищи помимо белка, витаминов, минеральных веществ являются пищевые волокна. Главный источник пищевых волокон – зернопродукты, особенно, дробленое или пророщенное зерно пшеницы. Эти пищевые волокна не усваиваются организмом человека, но играют большую роль в его питании.

Одним из «зерновых» продуктов является хлеб, вырабатываемый из диспергированного зерна – так называемый зерновой хлеб. Зерновой хлеб, обладая хорошими вкусовыми качествами, имеет сбалансированный состав и, по сравнению с хлебом из пшеничной муки 2-го сорта, содержит на 40-55% больше белков, жиров и пищевых волокон, на 60-80% витаминов Е, РР, группы В. По предлагаемым (запатентованным) способам производство зернового хлеба предусматривает смешивание диспергированного зерна и остальных компонентов, согласно рецептуре. Процесс подготовки зерна к диспергированию занимает 18-24 часов. Сократить время подготовки зерна одна из наиболее важных задач при приготовлении зернового хлеба.

Известно несколько способов производства зернового хлеба. Некоторые из них предусматривают предварительное шелушение зерна перед его замачиванием и измельчением. Однако именно в оболочках и зародыше, удаляемых при шелушении, содержится наибольшее количество витаминов и минеральных элементов. Нельзя забывать и о пищевых волокнах (клетчатке), которые содержатся в оболочке и жизненно важны для человека.

В работе изучена возможность приготовления хлеба из зерна, оболочки которого нарушены при шелушении. Изучали влияние продолжительности шелушения и замачивания зерна на его влажность, так как оболочки препятствуют проникновению воды вглубь зерновки. Первоначальный захват воды осуществляется плодовыми оболочками, которые имеют большое количество капилляров, пор, пустот, служащих резервуаром для первичного накопления влаги. Вода, поглощенная плодовыми оболочками, связана прочно и легко может испариться в атмосферу. Зародыш, богатый липидами, белками и углеводами, по своей особой биологической роли в физической структуре обладает способностью к интенсивному поглощению влаги. Эндосперм, состоящий главным образом из крахмала и белков, также способен поглощать значительное количество воды, но ее поглощение сдерживается оболочками и периферийными слоями зерна. Частичное повреждение оболочек и периферийных слоев позволяет ускорить проникновение влаги внутрь зерновки.

Зерно шелушили в течение 10с, 20с, 30с, 40с, 60с после чего замачивали 6ч, 9ч, 12ч, 15ч, 18ч. Количество отделяемых оболочек определяли по зольности зерна. При рассмотрении всего периода замачивания видно, что с увеличением времени воздействия абразивов влажность возрастает. Частичное повреждение оболочек и периферийных слоев позволяет ускорить проникновение влаги внутрь зерновки. Данные представлены в таблице 1.

У зерна после 40 с шелушения происходит значительное удаление оболочек, а через 60с оболочки практически отсутствуют, что не соответствует цели нашей работы. Исходя из представленных данных установили, что оптимальное время шелушения составило 10, 20, 30 секунд. При такой продолжительности происходит равномерное увеличение влажности, и оболочки только слегка нарушаются. Из представленных данных видно, что при 10 секунд шелушения влажность зерна, необходимая для диспергирования, достигается через 18 часов замачивания. В то время как при 20 секундах шелушения необходимую влажность достигли через 12 часов. С увеличением времени шелушения до 30 секунд так же наблюдается сокращение периода замачивания до 12 часов.

Таблица 1-Влияние продолжительности шелушения на влажность зерна

| Продолжительность<br>шелушения, с | Влажность, %         |      |      |      |      |
|-----------------------------------|----------------------|------|------|------|------|
|                                   | Время замачивания, ч |      |      |      |      |
|                                   | 6                    | 9    | 12   | 15   | 18   |
| 10                                | 34,3                 | 37,0 | 38,0 | 38,9 | 39,0 |
| 20                                | 34,9                 | 37,8 | 39,0 | 39,6 | 40,2 |
| 30                                | 35,8                 | 38,3 | 39,6 | 40,1 | 40,8 |
| 40                                | 36,2                 | 39,2 | 40,2 | 41,1 | 41,1 |
| 60                                | 38,8                 | 40,8 | 42,0 | 42,5 | 42,3 |

Таким образом, использование шелушения для ускорения процесса увлажнения зерна является наиболее перспективным для приготовления зернового хлеба.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭТАПА ПОДГОТОВКИ ЗЕРНА РЖИ К ДИСПЕРГИРОВАНИЮ

Шмакова О. – студент гр. ТХ-81

Конева С.И., Козубаева Л.А.– научные руководители

В настоящее время одной из наиболее важных задач, стоящих перед хлебопекарной промышленностью, является расширение ассортимента хлебобулочных изделий лечебно-профилактического назначения и повышение пищевой ценности хлеба. Одним из способов реализации поставленной задачи является производство хлеба с добавлением диспергированного зерна ржи. Преимущество хлеба с добавлением целого зерна заключается в том, что в нем сохраняются периферийные части зерна, чрезвычайно богатые пищевыми волокнами, белками, жирами, витаминами и минеральными веществами.

Важным этапом, оказывающим особое влияние на качество хлеба, является этап подготовки зерна ржи к диспергированию. Цель подготовки зерна – его набухание и размягчение оболочек.

Подготовка зерна ржи к диспергированию в нашей работе проводилась по двум вариантам. По первому варианту зерно очищали от сорной и зерновой примеси, промывали водопроводной водой, замачивали в течение 24 часов в воде с температурой 20<sup>0</sup>С, отбор проб проводили каждые 3 часа.

По второму варианту зерно подвергали шелушению до снижения зольности на 35-40% и далее промывали водопроводной водой, замачивали в течение в воде с температурой 20<sup>0</sup>С.

На этапе подготовки зерна ржи к диспергированию исследовали изменения влажности, кислотности и плотности. Отбор проб проводили каждые 3 часа.

Анализ полученных данных показал, что влажность зерна ржи в процессе подготовки к диспергированию резко возрастает в первые 9 часов подготовки. В дальнейшем идет снижение нарастания влажности, причем конечная влажность зерна, подвергнутого шелушению, выше конечной влажности нешелушенного зерна и составляет 53,67 % и 44,48 % соответственно.

При подготовке зерна ржи к диспергированию кислотность его повышается, причем, темп нарастания кислотности одинаков как для нешелушенного зерна, так и для зерна, подвергнутого шелушению. Однако кислотность шелушенного зерна возрастает в меньшей степени.

Что касается плотности, то было установлено ее резкое уменьшение, особенно первые 3 часа подготовки. Далее снижение плотности происходило менее интенсивно и имело тенденцию к стабилизации.

Также в работе было изучено изменение таких показателей как массовая доля крахмала и содержание общего сахара, оказывающих значительное влияние на хлебопекарные свойства зерна и качество хлеба. Установлено, что в процессе подготовки зерна массовая доля крахмала снижалась незначительно как у нешелушенного, так и у шелушенного зерна, что, вероятно, связано с гидролитическим расщеплением крахмала под действием активизирующихся

амилолитических ферментов. Как следствие, содержание общего сахара как в шелушенном, так и в нешелушенном зерне к концу подготовки повышалось.

Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено, что на этапе подготовки к диспергированию изменялись в значительной степени влажность, кислотность и плотность зерна ржи. При этом зерно набухало, оболочки его размягчались. Такое зерно легко измельчалось на диспергаторе.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПШЕНИЧНО-РЖАНОГО ХЛЕБА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСПЕРГИРОВАННОГО ЗЕРНА РЖИ

Крестьянинова И.Н. – студент гр. ТХ-81  
Конева С.И., Козубаева Л.А. – научные руководители

Резкое снижение содержания пищевых волокон в современном рационе питания человека привело к значительным негативным отклонениям в состоянии здоровья широких слоев населения развитых стран мира, в результате у людей развиваются так называемые болезни цивилизации (рак прямой кишки, ожирение, атеросклероз, ухудшается моторная функция кишечника, нарушается деятельность сердечно-сосудистой системы и др.).

Хлеб как ежедневный продукт питания, обеспечивающий до 30% суточной калорийности рациона, существенно влияет на здоровье населения. Поэтому целесообразно разрабатывать новые сорта хлеба, которые бы имели повышенную пищевую и пониженную энергетическую ценность, что соответствует современным требованиям науки о рациональном питании. К таким продуктам можно отнести специальные сорта хлеба, содержащие как отдельные фракции зерна, богатые пищевыми волокнами (отруби, зародыши), так и цельносмолотое зерно (исходное или пророщенное).

Применение диспергированного зерна ржи для производства пшенично-ржаного хлеба обуславливается тем, что зерно ржи содержит больше витаминов, кальция, магния, фосфора, натрия, калия и железа, пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот, чем ржаная мука. Кроме того, белки ржи обеспечены полнее по большинству незаменимых аминокислот (особенно лизином, фенилаланином, валином и лейцином).

Кроме полезных для организма человека свойств, пшенично-ржаной хлеб с использованием диспергированного зерна ржи производить экономически выгодно, так как себестоимость зерна значительно меньше стоимости муки, при равноценных затратах на производство хлеба.

В работе нами было изучено влияние дозировки диспергированного зерна ржи на ход технологического процесса и качество пшенично-ржаного хлеба.

Тесто для пшенично-ржаного хлеба готовили на густой закваске безопасным способом с использованием, как шелушенного зерна ржи, так и нешелушенного.

Диспергированное зерно ржи при замесе теста добавляли в количестве 10-50% (в пересчете на нативное зерно) взамен пшеничной муки 2 сорта. Контрольный образец замешивали из пшеничной муки 2 сорта безопасным способом.

Зерно ржи очищали от сорной и зерновой примеси, подвергали шелушению, хорошо промывали водопроводной водой, замачивали в воде с температурой 20-22 °С в течение 12 часов. По истечении данного времени воду сливали и зерно подвергали диспергированию.

Хлеб готовили на густой закваске. В рецептуре густой закваски была предложена замена части ржаной муки на диспергированное зерно ржи.

Нами были разработаны рецептуры и технология, определены режимы приготовления пшенично-ржаного хлеба с дозировкой зерна ржи 10-50% (в пересчете на нативное зерно).

В процессе брожения теста контролировали изменение технологических параметров. Увеличение дозировки диспергированного зерна ржи приводило к сокращению продолжительности брожения теста и расстойки тестовых заготовок, к незначительному разжижению теста к концу брожения, быстрому накоплению кислотности теста.

Качество хлеба, выпеченного по предлагаемой технологии, определяли через 12-14 часов после выпечки. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Было установлено, что добавление до 30% диспергированного зерна ржи не ухудшало органолептических и физико-химических показателей качества хлеба, а также потребительских свойств. Образец с дозировкой зерна 30% имел ещё достаточно развитый объем, правильную форму, светло-коричневую, без подрывов, шероховатую с вкраплением отрубянистых частиц и частиц диспергированного зерна корочку. Хлеб имел ярко выраженный вкус и аромат. При разжевывании такого хлеба ощущались частицы диспергированного зерна. Мякиш был разрыхленный, не заминающийся, пористость такого хлеба составляла 65,0%, кислотность – 3,3 град.

Таблица 1 – Качество пшенично-ржаного хлеба с дозировкой зерна ржи 0-30%

| Наименование показателей           | Дозировка зерна ржи взамен пшеничной муки, % |      |      |      |
|------------------------------------|--|------|------|------|
|                                    | -  | 10   | 20   | 30   |
| Удельный объем, см <sup>3</sup> /г | 3,8  | 2,8  | 2,6  | 2,5  |
| Пористость, %                      | 77,0   | 72,0 | 70,0 | 65,0 |
| Влажность, %                       | 42,0   | 43,0 | 43,0 | 43,0 |
| Кислотность, град                  | 2,3  | 2,8  | 3,0  | 3,3  |

Добавление большего количества зерна увеличивало лечебно-профилактические свойства пшенично-ржаного хлеба и повышало пищевую и биологическую ценность, но несколько ухудшало показатели качества хлеба, в частности уменьшался объем и пористость, увеличивалась кислотность, подовый хлеб был расплывчатым. Поэтому вносить диспергированное зерно ржи в количестве 40-50% нецелесообразно.

Также в работе определяли степень свежести хлеба по крошковатости и набухаемости мякиша хлеба через 16, 23 и 38 часов после выпечки. Выявлено, что крошковатость уменьшается, а набухаемость увеличивается с повышением дозировки зерна ржи.

Результаты исследований степени свежести хлеба представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Крошковатость мякиша и количество воды, поглощаемой мякишем

| Время, прошедшее после выпечки, ч | Крошковатость мякиша, % |     |     |     | Набухаемость мякиша, % |     |     |     |
|-----------------------------------|-------------------------|-----|-----|-----|------------------------|-----|-----|-----|
|                                   | -                       | 10% | 20% | 30% | -                      | 10% | 20% | 30% |
| 16                                | 4,0                     | 3,2 | 3,1 | 2,9 | 290                    | 317 | 320 | 339 |
| 23                                | 6,2                     | 6,0 | 5,9 | 4,8 | 260                    | 283 | 290 | 300 |
| 38                                | 10,0                    | 9,5 | 8,5 | 5,9 | 234                    | 244 | 260 | 273 |

Таким образом, на основе проведенных исследований определено, что оптимальная дозировка диспергированного зерна ржи взамен пшеничной муки 2 сорта – 30%. По результатам дегустационной оценки лучшим по органолептическим и вкусовым свойствам признан именно хлеб с добавлением 30% зерна ржи.

## ЗАВАРНЫЕ ПРЯНИКИ С ДИСПЕРГИРОВАННЫМ ЗЕРНОМ ПШЕНИЦЫ

Ломшакова М.А. – студент гр. ТХ-81  
Конева С.И. – научный руководитель

Мучные кондитерские изделия – это продукт высокой энергетической, но низкой пищевой ценности. В последнее время большое внимание уделяется повышению пищевой ценности мучных кондитерских изделий. Это достигается путем использования местного и нетрадиционного сырья при производстве изделий.

Исходя из доступности добавок, а также их свойств, из всего многообразия сырья выделено зерно пшеницы, подвергнутое диспергированию. Диспергированное зерно является источником минеральных веществ, витаминов, сахаров, клетчатки и других веществ.

Нами изучалась возможность использования диспергированного зерна пшеницы при производстве заварных пряников. Рецепт заварных пряников представлена в таблице.

Подготовка зерна пшеницы к диспергированию заключалась в следующем. Зерно, подвергнутое шелушению или нешелушеное, замачивали на 18 - 24 часа в воде с температурой 20<sup>0</sup>С. Затем зерно подвергали диспергированию.

Тесто для пряников готовили на заварке, которую готовили путем заваривания части муки сахаро-паточным сиропом. В готовую заварку вносили все оставшееся сырье по рецептуре и диспергированное зерно пшеницы. Диспергированное зерно добавляли в количестве 5, 10, 15, 20 % взамен муки. Готовое тесто раскатывали толщиной 1,5 см и формовали ручным способом. Сформованные заготовки укладывали на листы и выпекали в течение 15 минут при температуре 210<sup>0</sup>С.

Выпеченные пряники анализировались по следующим показателям:

- органолептическим – форма, поверхность, вкус, цвет, запах, вид в изломе;
- физико-химическим - геометрические размеры, влажность, щелочность, массовая доля общего сахара (по сахарозе), плотность.

Таблица – Рецепт заварных пряников

| Наименование сырья                | Массовая доля сухих веществ, % | Расход сырья на 10 кг готовой продукции |                   |
|-----------------------------------|--------------------------------|---|-------------------|
|                                   |                                | в натуре                                | в сухих веществах |
| Мука пшеничная 1 сорт             | 85,50                          | 6285,67                                 | 5374,20           |
| Мука пшеничная 1 сорт (на подпыл) | 85,50                          | 490,33                                  | 419,23            |
| Сахар-песок                       | 99,85                          | 1500,00                                 | 1497,80           |
| Масло растительное                | 100,00                         | 733,33                                  | 733,33            |
| Меланж                            | 27,00                          | 300,00                                  | 81,00             |
| Патока                            | 78,00                          | 1500,00                                 | 1170,00           |
| Кефир                             | 12,70                          | 2166,67                                 | 275,17            |
| Сода питьевая                     | 50,00                          | 10,00                                   | 5,00              |
| Углеаммонийная соль               | -                              | 17,33                                   | -                 |
| Эссенция                          | -                              | 13,33                                   | -                 |
| Итого:                            | -                              | 13016,66                                | 9555,73           |
| Выход:                            | 84,70                          | 10000,00                                | 8470,00           |

Органолептическая оценка качества пряников показала, что при увеличении количества вносимого в тесто диспергированного зерна, готовые пряники получились более расплывчатые, чем контрольный образец, не содержащий диспергированного зерна. При разжевывании пряников с содержанием диспергированного зерна более 10 % ощущались твердые частицы.

Оценка качества пряников по физико-химическим показателям показала, что с увеличением дозировки диспергированного зерна пшеницы происходило повышение влажности, массовой доли общего сахара и снижение плотности изделий. Щелочность не изменялась.

По результатам комплексной оценки качества заварных пряников можно сказать, что наиболее оптимальным является внесение диспергированного зерна пшеницы в тесто в количестве 10-15 % взамен пшеничной муки.

## СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ»

### ТЕХНОЛОГИЯ АКТИВИРОВАННЫХ СЕМЯН РЖИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Мотрунич М.А. – ст. гр.ТК-81

Писарева Е.В. – аспирант

Мелешкина Л.Е. – научный руководитель

Использование солодовых продуктов в пищевой промышленности началось с середины девятнадцатого века. Продукты из солода можно считать самым древним хлебопекарным улучшителем. С внедрением в середине двадцатого века способа низкотемпературного вакуумного испарения солодовые экстракты стали широко применяться в хлебопекарном производстве как натуральные продукты.

Сухое зерно находится в состоянии покоя (анабиоза), но при повышении влагосодержания и температуры активность ферментов возрастает, в зерне начинаются процессы, ведущие к развитию зародыша в новое растение. Активность различных ферментов при повышении температуры до 45-55°C вначале увеличивается, затем снижается. Положение максимума активности фермента определяется его природой, относительным содержанием свободной воды и продолжительностью температурного воздействия. Поэтому, регулируя внешние условия, можно осуществить определенные биохимические процессы в зерне, т.е. изменить его биохимические свойства.

Солодовые экстракты вырабатывают из проросших злаков – солода, различных злаковых, а также бобовых культур. Производство экстрактов получило большое распространение за рубежом и в России, что объясняется их высокой пищевой и лечебной ценностью. Солодовые экстракты широко используются в различных областях промышленности; они вырабатываются с различными органолептическими и физико-химическими показателями. По своему назначению солодовые экстракты делятся на три группы: для пищевой промышленности, хлебопечения, текстильной промышленности.

Солодовые экстракты для пищевой промышленности вырабатываются жидкие с массовой долей сухих веществ 70-82 % и в виде порошков. В торговую сеть поступают в чистом виде и с различными обогащающими их пищевыми добавками.

Пищевые солодовые экстракты должны обладать приятным вкусом, что обусловлено соотношением мальтозы к декстринам, солодовым ароматом, зависящим от режима сушки солода, и высоким содержанием витаминов, обусловленным режимом упаривания или сушки готового продукта.

Внешний вид и качество солодового экстракта существенно зависят от используемого сырья и умения изготовить из него солод с необходимыми специфическими свойствами. Для получения солода очищенные зерновые культуры (ячмень, пшеница, рожь) замачивают в воде, при этом возрастает их влажность, затем зерно выдерживают на охлажденном воздухе.

Специальное оборудование для получения солода и солодового экстракта, а также возможность изменять отдельные стадии производственного процесса позволяют избирательно влиять на свойства различных видов солодовых экстрактов. Путем регулирования температурного режима можно целенаправленно получать солодовые экстракты с различными свойствами. Из светлых солодов получают светлые экстракты, добавляя темный солод, можно изменить цвет и аромат конечного продукта.

Солодовые экстракты заняли прочное место в технологии хлебопекарного производства и настоящее время не могут быть заменены другими ингредиентами. Решающим преимуществом солодового экстракта является то, что наряду с характерными вкусовыми веществами содержит ряд различных сахаров (особенно мальтозу, глюкозу, фруктозу). Сахара, содержащиеся в солодовом экстракте, под воздействием высокой температуры претерпевают изменения, которые усиливают аромат, вкус и цвет готовых изделий. В результате этой реакции из

сахаров и аминокислот образуются соединения, оказывающие влияние на формирование типичного аромата выпеченных изделий.

Экстракты, применяемые в хлебопечении, должны содержать много мальтозы, низкомолекулярных белковых веществ и обладать высокой амилолитической и протеолитической активностью. Добавляются солодовые экстракты в количестве 1-1,5 % по отношению к муке. В результате этого достигается меньший расход муки, больший объем теста, красивый цвет, лучшее образование корки.

Московская фирма «Ирекс» выпускает солодовые экстракты, которые обладают приятным специфическим вкусом, длительно храниться и по консистенции напоминают мед, они применяются для выпечки хлеба из пшеничной и ржаной муки, для тостов и мелкоштучных изделий.

АО Ладхен Полтимо (Финляндия) производит следующие виды продуктов: светлый солодовый экстракт, стандартный солодовый экстракт, экстракт ржаного типа, светлый карамельный солодовый экстракт. Первые два типа продукции предназначены для применения в пивоварении и хлебопечении, экстракт ржаного типа, содержащий ржаной солод, применяется для приготовления кваса.

Солодовые экстракты являются незаменимой составной частью ряда продуктов для детского питания. Так, солодовое молоко, применяющееся для питания грудных детей, состоит из сухого молока и солодового экстракта. Солодовое молоко вырабатывают из нормализованного пастеризованного молока с добавлением солодового экстракта, богатого углеводами, витаминами, белками, биологически активными элементами. Молоко содержит 1,5% жира, характеризуется высокой плотностью (не менее 1040 кг/м<sup>3</sup>), слегка сладковатым вкусом, привкусом и ароматом солода. В молоке допускается наличие осадка, мелких частичек муки и солода, а тек же сероватый оттенок.

На основе солодовых экстрактов готовятся различные лечебные препараты: солодовые экстракты с йодом, гемоглобином, солями железа, рыбьим жиром, фосфатами глицерина и др. Эти препараты оказывают общеукрепляющее действие на организм: повышают содержание гемоглобина в крови, сопротивляемость к неблагоприятным факторам, нормализуют обмен веществ и функции пищеварительных желез. Их рекомендуется принимать как общеукрепляющее средство при физическом и умственном переутомлении, а также после различных перенесенных заболеваний.

Полисолодовые экстракты применяются в безалкогольной и кондитерской отраслях. Напитки обладают тонизирующим действием, способствующим нормализации обменных процессов в организме. В напитках содержатся легкоусвояемые углеводы, аминокислоты, витамины, ферменты и другие биологически активные вещества.

Возможность сухого дозирования, внесения и смешивания является прогрессивным технологическим решением. Благодаря своим положительным свойствам солодовый экстракт является природным продуктом с широким спектром применения в пищевой промышленности и полностью соответствует требованиям нашего времени.

## НАПРАВЛЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЗЛАКОВОГО НАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ ПРОРОСШЕГО ЗЕРНА РЖИ

Мотрунич М.А. – студент гр. ТК-81  
Писарева Е.В. – аспирант  
Мелешкина Л.Е. – научный руководитель

Структура питания населения России имеет существенные отклонения от формулы сбалансированного питания. Прежде всего, это касается уровня потребления микронутриентов – витаминов, микроэлементов, ненасыщенных жирных кислот, многих органических соединений растительного происхождения, имеющих важнейшее значение в регуляции обмена веществ и функции отдельных органов и систем. Об этом свидетельствует тот факт, что сум-

марный коэффициент рождаемости опустился до 1,3 рождений на женщину, тогда как только для воспроизводства он должен быть на уровне 2,1.

Также в настоящее время от недостатка белка страдает примерно половина населения земного шара. При этом значение имеет не только количество белка, но и его сбалансированность по составу аминокислот.

Обычный пищевой рацион, даже при условии его соответствия нормам, не обеспечивает человека необходимыми количествами витаминов и других элементов. Для здоровья человека стала чрезвычайно важна не только полноценность питания, но и его профилактическая и детоксицирующая функция. Это в большей степени определяет современные требования к структуре рационального питания.

Удовлетворить этим требованиям практически невозможно, используя традиционные продукты питания, поэтому создаются новые продукты из растительного сырья, несомненная полезность которых в том, что они могут сбалансировать и улучшить рацион благодаря наличию белков, аминокислот, витаминов, микро- и макроэлементов и других полезных веществ.

Растительные продукты – богатый источник целого ряда необходимых организму пищевых веществ, поступление которых не может быть обеспечено только за счет животных продуктов – это пектиновые вещества, целлюлоза, аминокислоты, витамины, минеральные вещества, способные выводить радионуклиды и соли тяжелых металлов.

Одним из основных источников питательных веществ и в частности витаминов группы В и Е, в рационе человека является зерно и зернопродукты.

Зерно ржи отличается богатым химическим составом: высоким содержанием белков, углеводов, минеральных веществ и витаминов. Кроме того, белок ржи наиболее полноценен по аминокислотному составу по сравнению с остальными злаками. Рожь также является богатым источником пищевых волокон, включая пектиновые вещества.

Все вышеперечисленные достоинства ржи многократно увеличиваются в процессе прорастания. И это используется в целях улучшения рациона питания человека.

Проросшее зерно – это полезный, легкоусвояемый продукт, содержащий витамины А, С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, Е, а также пищевые волокна, необходимые для нормального пищеварения. Одним из важных биологически активных веществ проросшего зерна является каротин (провитамин А). Кроме того, количество наиболее ценных веществ в процессе прорастания зерна увеличивается, некоторые даже появляются, например, ксилоза.

Эти положительные характеристики дали толчок к началу разработки новых продуктов на основе пророщенного зерна ржи.

Злаковый наполнитель из проросшего зерна ржи является одним из таких продуктов. Преимущество этого продукта (кроме выше перечисленных) состоит в том, что рожь для его производства используется вместе с оболочками. Именно в них содержатся такие важные для организма вещества как: минеральные вещества, макро- и микроэлементы, а также пищевые волокна.

Пищевые волокна выполняют функциональную и профилактическую роль и имеют важное физиологическое значение для человека. Пищевые волокна, попадая в организм человека, адсорбируют на своей поверхности радионуклиды и токсичные элементы. А так как эти пищевые волокна не перевариваются желудочно-кишечным соком, эти вредные вещества выводятся из организма вместе с пищевыми волокнами.

Это свойство пищевых волокон очень важно для жителей Алтайского края, так как в ряде районов существует неблагоприятная экологическая ситуация, связанная с проведением радиационных испытаний на Семипалатинском полигоне.

Кроме того, пищевые волокна, в состав которых входит целлюлоза, благотворно влияет на функцию и микрофлору кишечника. Так как целлюлоза не переваривается, она выполняет функцию очищения, проходя по кишечнику, тем самым, устраняя в нем застои. Это важно для людей с замедленным обменом веществ и слабым желудком.

Анализ литературных данных показал, что применение проросшего зерна ржи для производства функционального и лечебного назначения является перспективным. Поэтому це-

лью нашей работы является разработка технологии проращивания семян ржи и дальнейшая их переработка в злаковый наполнитель, являющийся сырьем для производства комбинированных молочных продуктов.

Для реализации этой цели были поставлены задачи исследования:

- 1) Определить оптимальные режимы проращивания и сушки зерна ржи.
- 2) Определить оптимальные режимы замачивания.
- 3) Разработать схему производства активизированных семян ржи.
- 4) Оценить безопасность злакового наполнителя по содержанию в нем токсичных веществ, а также микробиологическую обсемененность проросшего зерна ржи.

Проводились:

- Исследования изменений углеводного комплекса в процессе проращивания и сушки ржи. В том числе: изменение содержания крахмала, декстринов и редуцирующих сахаров.

-Исследования активности ферментов в процессе проращивания и сушки ржи по изменению содержания мальтозы и числу падения.

- Исследования содержания витамина С в процессе проращивания и сушки ржи.

- Исследования изменения кислотности в процессе проращивания и сушки ржи.

Исследования установили, что оптимальным временем замачивания является 6 часов; длительность проращивания – 4 дня; температура сушки - 60°С.

Кроме того, установили, что во время проращивания и сушки ржи при оптимальных условиях в ней происходят следующие изменения по сравнению с исходным зерном:

- содержание крахмала снизилось на 3,15% (с 54,23 до 51,8%).
- содержание декстринов повысилось с 0,83 до 3,5%.
- содержание редуцирующих сахаров возросло примерно на 22% (с 2,27 до 25%).
- содержания мальтозы повысилось на 4% (от 0,16 до 4,2%).
- кислотность повышается от 4,5 до 8 градусов.
- содержание витамина С увеличивается с 0,005 до 0,17 мг/%

Проросшее зерно ржи используется при производстве детского и диетического питания, так как оно имеет большое значение для повышения пищевых достоинств продуктов. Такой вид питания необходим детям, не переносящим молоко и молочные продукты. Углеводы в муке из проросшего зерна представлены в основном декстринмальтозой, которая положительно влияет на микрофлору кишечника детей, стимулируя развитие бифидобактерий.

В последнее время стали производиться молочные продукты со злаковыми наполнителями. В нашем случае наполнитель представляет собой муку из проросшего зерна ржи. Возможно также обогащение растительными продуктами не только молока, но и сыра, творог, кефир, йогурт и других продуктов.

Кроме того, мука из проросшего зерна ржи обладает рядом специфических особенностей. В частности, ее крахмал легко гидролизуеться, а также в ней содержится значительное количество некрахмалистых полисахаридов-слизей, придающих муке диетические свойства.

## ПРОИЗВОДСТВО СУШЁНЫХ ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ

Сухих Н.В.-студент гр. ТК-81

Кольтюгина О.В.-научный руководитель.

Продукты питания подвергаются порче, вызываемой жизнедеятельностью микроорганизмов, поэтому существует множество способов консервирования, одним из них является сушка.

Сушка - один из древних способов сохранения от порчи различных продуктов как растительного, так и животного происхождения. В зависимости от подвода тепла к высушиваемому продукту, применяют конвективный, кондуктивный и радиационный способы. При сушке из плодов удаляется большая часть содержащейся в них влаги. Количество клеточного сока уменьшается, в результате чего развитие микроорганизмов становится невозможным. Сушку

плодов нельзя сводить лишь к физическому процессу испарения влаги. При сушке происходят сложные физико-химические изменения, от которых зависит качество готового продукта.

Объектом для исследования мы взяли свежие плоды облепихи селекции НИИС Сибири имени М.А. Лисавенко сладкоплодных сортов Теньга и Чуйская.

Облепиха - уникальная культура, что подтверждается многовековым опытом использования её в медицине, в том числе в древнетибетской, монгольской, а также научными исследованиями и опытом практической медицины.

Облепиха – ценное сырье для плодоперерабатывающей отрасли консервной промышленности. Облепиха богата витаминами, а особенно витамином С, который содержится в спелых плодах облепихи в количестве от 50 до 500 мг%. Это намного больше, чем в плодах крыжовника, кизила, лимона. Также содержатся такие витамины, как: В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, фосфолипиды, бетаин, β-каротин, токоферол (витамин Е) и другие. Следует отметить, что в плодах облепихи низкое содержание сахара и относительно высокая кислотность. Обнаружены в плодах и микроэлементы – железо, магний, алюминий, молибден, медь и другие. Жир в различных частях растения содержится в разных концентрациях.

Плоды сорта облепихи Чуйская крупные, овально-цилиндрической формы, оранжевые, кисло-сладкие. Плоды сорта Теньга некрупные, овально-круглые, оранжевые, сладко-кислые.

В сушильной технике применяются конвективный, кондуктивный (либо контактный) способы, сушка термоизлучением и токами высокой и сверхвысокой частоты. Наши исследования основаны на изучении процесса сушки при подводе теплоты конвективным способом и термоизлучением.

Наиболее распространенный способ – конвективный. Этот способ основан на подводе тепла к продукту при помощи теплоносителя - воздуха, и отвода образовавшихся паров. Через слой подготовленного продукта пропускают струю нагретого воздуха, который поглощает пары, выделяющиеся из продукта, и выносит их за пределы сушильного аппарата.

Сушка термоизлучением, то есть инфракрасными лучами, основана на подводе тепла к продукту от источников излучения - инфракрасных ламп. При сушке инфракрасными лучами к материалу подводится тепловой поток в несколько десятков раз мощнее, чем при конвективной сушке. Это можно объяснить тем, что скорость сушки зависит не столько от скорости передачи тепла, сколько от скорости перемещения влаги внутри материала. Для интенсификации терморadiационной сушки необходимо, чтобы инфракрасные лучи проникали в материал на возможно большую глубину. Это зависит от пропускной способности материала и от длины волны инфракрасных лучей. Чем она меньше, тем выше проникающая способность инфракрасных лучей.

Проведенные нами эксперименты показали, что при сушке свежих плодов облепихи происходит медленное удаление влаги из сырья, где одной из основных причин является строение кожицы, которая замедляет процесс влагопереноса. Мы предлагаем предварительно обработать свежесобранное сырье перед сушкой. Предварительная обработка сырья перед любым способом консервирования является одной из важных операций, а перед сушкой она способствует выделению части свободного сока, что впоследствии положительно сказывается на продолжительности сушки. Отделить свободный сок возможно механическим и тепловым воздействием.

Влага отжимается в прессах или при помощи центробежной силы в центрифугах. При действии центробежных сил происходит разделение на свободно выделившиеся сок и плоды. Прессование заключается в том, что обрабатываемый материал подвергается внешнему давлению, где при сближении частиц материала, внутри и на поверхности жидкость, удерживаемая силами молекулярного сцепления, сначала начинается движение жидкости по каналам между частицами, а потом она начинает разливаться по поверхности и стекать.

Тепловое воздействие - бланширование и замораживание. Бланширование-кратковременная обработка плодов паром или горячей водой, иногда с добавлением пищевой соли и кислоты. Чтобы предотвратить большие потери пищевой ценности плодов, бланширование проводят в воде в течение 2-4 минут или же их обрабатывают паром без контакта с водой. За-

морозивание-это холодильная обработка продукта, при которой наблюдается частичная или полная кристаллизация жидкой фазы растительной ткани. С понижением температуры плодов ниже 0°C наблюдается переохлаждение содержащейся в них воды, а при дальнейшем воздействии холода образуются кристаллы льда и концентрация клеточного сока повышается.

Для проведения экспериментальных исследований нами были использованы лабораторные сушильные установки, позволяющие максимально воспроизвести процесс, протекающий в промышленном аппарате.

Проведённые эксперименты показали, что после бланширования кожица плодов стала более эластичной, но нарушалась целостность. Замораживание с последующим размораживанием также способствовало приданию кожице эластичности, но, в отличие от бланширования целостность плода не нарушалась.

Сок, выделившийся после центрифугирования, имел незначительное количество включений мякоти, по сравнению, с соком, полученным при прессовании.

В процессе сушки навески с образцами периодически взвешивали, и по этим данным строили кривые сушки в координатах  $\omega - \tau$ . На основании полученных графиков можно сделать вывод, что прессованные, бланшированные образцы высушивались до определённой влажности быстрее, чем центрифугированные и свежие плоды.

Наши исследования направлены на то, чтобы получить рациональный способ сушки свежих плодов облепихи.

Из результатов наших исследований можно сделать вывод, что более рационален конвективный способ, чем сушка инфракрасными лучами, потому что для высушивания образцов конвективным способом времени потребовалось меньше, чем при использовании инфракрасных лучей.

## СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА»

### РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПО КУРСАМ «НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ» И «ТЕХНОЛОГИЯ МУКИ»

Герман О.В.-студент группы ТПЗ-83  
Горнец О.Б.-научный руководитель

Целью проекта является разработка методических материалов по курсам «Научные основы производства продуктов питания» и «Технология муки».

Методические материалы состоят из одиннадцати лабораторных работ.

В процессе работы были откорректированы методические указания по курсу «Технология муки», внесены современные разработки по данному курсу и разработаны методические материалы по курсу «Научные основы производства продуктов питания». В каждой лабораторной работе приведены предварительные замечания, которые способствуют расширению знаний о данной теме и более легкому освоению работы, также разработаны индивидуальные задания для каждого студента и приведены примеры, помогающие ему освоить методику решения задач.

Остановимся подробнее на лабораторной работе «Качественные взаимосвязи технологических процессов», разработанной для курса «Научные основы производства продуктов питания».

Цель работы - выяснить принципы формирования технологических схем.

Рассмотрим этапы технологического процесса в следующей последовательности:

- драной процесс (крупнообразующий и вымольный);
- ситовечный процесс;
- шлифовочный процесс.

Назначение драного процесса заключается в том, чтобы раздробить зерно на сравнительно крупные частицы. При этом необходимо извлечь из эндосперма на первых драных системах возможно большее количество промежуточных продуктов в виде крупок и дунстов с минимальной зольностью и небольшое количество муки, а на последних системах отделить от оболочек оставшиеся частицы эндосперма. Поэтому драной процесс подразделяется на два этапа: драной крупнообразующий и драной вымольный.

При измельчении зерна в вальцовом станке в драном процессе получают продукты различной крупности:

|                       |   |   |   |
|-----------------------|---|---|---|
| крупный продукт:      |  |  |  |
| средний продукт:      |  |  |  |
| мелкий продукт:       |  |  |  |
| самый мелкий продукт: |  |  |  |

Полученные в процессе крупнообразования крупные, средние и мелкие продукты существенно различаются не только крупностью, но и добротностью, то есть отдельным содержанием эндосперма и оболочек.

Виды промежуточных продуктов:

- а)  – чистый эндосперм;
- б)  – эндосперм с оболочками;
- в)  – оболочки с эндоспермом

Нами выделены модули для драного крупнообразующего (рисунок 1) и драного вымольного (рисунок 2) процессов.

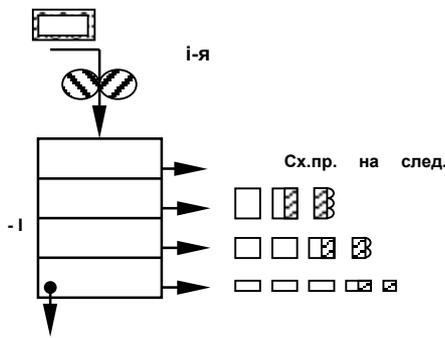


Рисунок 1 - Модуль для драного крупобразующего процесса

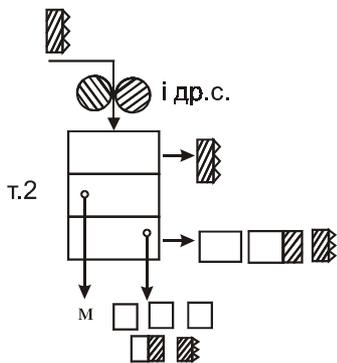


Рисунок 2 - Модуль для драного вымольного процесса

Ситовеечный процесс является первым этапом обогащения. Задача ситовеечного процесса состоит в максимальном извлечении богатых эндоспермом продуктов из смеси, однородной по крупности. Желательно обогатить все продукты, получаемые в драном процессе на ситовеечных машинах. Для этого необходимо объединять эти продукты при направлении на ситовеечные системы.

На ситовеечные системы можно направлять продукты одинакового наименования, объединяя их с двух драных систем в пределах одного качества.

Например, можно направлять крупный продукт, полученный на I драной системе, на ситовеечную систему отдельно, а можно совместно с крупяным продуктом, полученным на II драной системе.

Шлифовочный процесс – это второй этап обогащения. Задача процесса состоит в отделении от обогащаемых продуктов частиц оболочек, при получении небольшого количества муки. На шлифовочные системы направляют продукты после обогащения на ситовеечных машинах раздельно крупные, средние и мелкие.

Продукты в шлифовочном процессе обрабатывают на вальцовых станках с вальцами, имеющими шероховатую поверхность. После вальцового станка продукт для дополнительного измельчения поступает в деташер, а затем просеивание происходит в отсеиве. В процессе измельчения на шлифовочных системах деташер применяют в качестве дополнительного измельчителя.

После обогащения на шлифовочных системах мы можем получить:

- из крупного продукта – средний продукт, мелкий продукт и муку;
- из среднего продукта – мелкий продукт и муку;
- из мелкого продукта – самый мелкий продукт и муку.

Применение модулей позволяет нам разработать технологическую схему драного, ситовеечного и шлифовочного процессов.

## ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПОТОКОВ МУКИ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ РЕБРИХИНСКОГО МЕЛЬКОМБИНАТА

Галкина С.Ю. – студент группы ТПЗ-83  
Худенко А.Д. – научный руководитель

Природно-климатические условия Алтайского края позволяют практически на всей территории выращивать мягкие сорта пшеницы, из которой вырабатывают основную массу муки. Поэтому важной проблемой в переработке зерна является качество производимой продукции на мельницах Алтайского края.

Одним из предприятий является Ребрихинский мелькомбинат, на котором была проведена реконструкция с целью совершенствования схемы технологического процесса и увеличения производительности. Для определения эффективности проведенной реконструкции был снят количественно-качественный баланс в подготовительном и размольном отделении мукомольного завода.

Задачей наших исследований являлось определение некоторых биохимических и хлебопекарных показателей потоков муки, получаемых на всех системах технологического процесса и готовой продукции, также определялось и качество зерна, перерабатываемого в этот период.

В отобранных пробах зерна и муки определяли следующие показатели качества: содержание крахмала, содержание сахаров, влажность, количество и качество клейковины, зольность, кислотность, белизну, также проводилась пробная выпечка хлеба из муки высшего и второго сорта.

Крахмал в зерне пшеницы распределен неравномерно: максимальное его количество сосредоточено в центральной части зерновки и уменьшается к периферийным слоям эндосперма.

Содержание белков, образующих клейковину и сахаров увеличивается к периферийным слоям эндосперма и является наиболее важным фактором в процессе хлебопечения, поскольку мука часто содержит недостаточно свободных сахаров для нормального брожения теста.

Кислотность - это показатель, по которому можно судить о степени свежести муки и зерна. Повышение кислотности вызывает гидролитическое расщепление жира и образование свободных жирных кислот, которые могут прогоркнуть и тем самым ухудшают качество муки.

Зольность-это показатель, по которому судят о содержании в ней периферических частей эндосперма, поскольку наибольшее количество минеральных веществ сосредоточено в алейроновом слое и оболочках.

Основные показатели качества определялись по методикам, изложенным в соответствующих стандартах. Содержание сахаров определялось по методу Бертрана.

На Ребрихинском мелькомбинате в этот период времени перерабатывалась помольная партия следующего качества: влажность - 13,0%; зольность - 1,76%; натура - 802 г/л;

Стекловидность - 49%; сорная примесь - 0,2%; зерновая примесь - 0,8%; содержание клейковины - 23,3%; группа качества - I; содержание крахмала - 60,2%; содержание сахара - 0,20%; кислотность - 3,2%.

Из данных таблицы 1 видно, что биохимические показатели качества потоков муки, получаемых на различных системах неодинаковы. Содержание крахмала в потоках муки от первых до последних систем уменьшается как в драном, так и в размольном процессе в пределах от 77,3% (II др. с.) до 59,4% (7 р. с.). Содержание сахара возрастает в потоках муки от первых к последним системам, как в драном, так и размольном процессе и находится в пределах от 0,14% до 0,22%. Зольность потоков муки высшего сорта в 1,5-2,0 раза меньше зольности потоков муки второго сорта. Количество клейковины, как в драном, так и размольном процессе практически не изменяется и составляет около 26% качество соответствует I группе. Пробная выпечка хлеба из муки высшего и второго сорта показала, что качество хлеба соответствует стандарту.

Таблица 1 – Показатели качества потоков муки и готовой продукции

| Системы   | Выход<br>% | Содержание, % |        |      |            |     |        | Белизна<br>ед. пр. | Кислотность,<br>град. кисл. |
|-----------|------------|---------------|--------|------|------------|-----|--------|--------------------|-----------------------------|
|           |            | крахмала      | сахара | золы | клейковины |     |        |                    |                             |
|           |            |               |        |      | %          | ИДК | группа |                    |                             |
| II др. с. | 8,9        | 77,3          | 0,14   | 0,57 | 29         | 45  | I      | 52,1               | 2,7                         |
| IV др. с. | 3,0        | 66,2          | 0,16   | 1,00 | 27         | 45  | I      | 45,6               | 4,0                         |
| V др. с.  | 0,8        | 64,0          | 0,17   | 1,25 | 25         | 45  | I      | 32,6               | 4,4                         |
| 1 сорт.   | 5,3        | 72,3          | 0,17   | 0,64 | 27         | 45  | I      | 47,9               | 2,8                         |
| 2 сорт.   | 4,8        | 68,9          | 0,20   | 0,95 | 26         | 45  | I      | 52,2               | 3,8                         |
| 3 сорт.   | 6,8        | 62,8          | 0,24   | 1,65 | 24         | 40  | II     | 38,6               | 5,6                         |
| 1 шл. с.  | 6,6        | 74,8          | 0,16   | 0,40 | 27         | 45  | I      | 60,9               | 2,8                         |
| 2 шл. с.  | 7,7        | 73,9          | 0,20   | 0,52 | 25         | 40  | II     | 60,9               | 2,0                         |
| 1 р. с.   | 8,4        | 73,9          | 0,16   | 0,42 | 27         | 45  | I      | 57,3               | 2,2                         |
| 2 р. с.   | 7,6        | 68,9          | 0,18   | 0,64 | 26         | 45  | I      | 56,9               | 2,7                         |
| 3 р. с.   | 6,1        | 63,4          | 0,19   | 0,66 | 26         | 45  | I      | 55,3               | 3,6                         |
| 4 р. с.   | 2,5        | 59,9          | 0,16   | 0,78 | 26         | 45  | I      | 54,2               | 3,7                         |
| 5 р. с.   | 1,6        | 72,3          | 0,20   | 0,95 | 26         | 45  | I      | 52,7               | 3,8                         |
| бр. с.    | 1,5        | 68,7          | 0,21   | 1,10 | 25         | 40  | II     | 33,4               | 4,0                         |
| 7 р. с.   | 1,9        | 60,0          | 0,22   | 1,19 | 24         | 35  | II     | 31,3               | 4,1                         |
| Мука в/с  | 59,5       | 73,3          | 0,16   | 0,57 | 26         | 45  | I      | 54,2               | 2,8                         |
| Мука 2с.  | 14,0       | 69,2          | 0,23   | 1,21 | 25         | 40  | II     | 33,7               | 4,4                         |
| Ман. кр.  | 2,0        | 72,9          | 0,13   | 0,39 | -          | -   | -      | -                  | 3,0                         |
| Отруби    | 22,1       | 25,8          | 0,48   | 5,55 | -          | -   | -      | -                  | 7,5                         |

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- содержание сахаров, зольность, кислотность в потоках муки увеличивается от первых к последним системам технологического процесса;
- содержание крахмала и белизна наоборот больше в потоках муки первых систем и снижается к последним системам технологического процесса;
- содержание различных веществ в потоках муки согласуется с неравномерным распределением веществ в зерне и с принципом формирования сортов на предприятии;
- формирование сортов муки ведется таким образом, что полученная готовая продукция соответствует требованиям стандарта по всем показателям.

На основании проведенных исследований было сделано заключение, что мука, полученная с различных систем технологического процесса неоднородна по биохимическим свойствам, которые варьируют в широких пределах. Однако такое разнообразие позволяет в конечном итоге выпечь хлеб из муки высшего и второго сорта хорошего качества.

#### РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА

Колосов С.В.-студент гр. ТПЗ-83  
Лузев В.С.-научный руководитель

Целью научной работы являлась разработка методик контроля гранулометрического состава крупяных культур в технологическом процессе, основанных на компьютерном анализе изображений, позволяющих определить размеры частиц за минимальное время с максимальной точностью.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- просканировать не менее 1000 частиц, получив альбом изображений;
- определить линейные размеры частиц с помощью программы «Гранулометрия»;

- построить гистограммы распределения частиц по размерам, используя программу «MathCAD 2001 Professional».

Гранулометрический состав сыпучего продукта – это содержание в нем частиц различного размера, выраженное в процентах от массы или количества частиц исследуемого образца. Гранулометрический анализ представляет собой статистическое исследование распределения частиц по размерам. Это один из самых старых аналитических методов.

Для мелких продуктов применимы и седиментация, и оптические методы. Однако для частиц размерами менее 10 мкм требуются усовершенствования по ускорению процесса измерения и повышению точности. В данном проекте был проведен анализ гранулометрического состава продуктов размола с помощью программы «Гранулометрия».

Во время испытаний был использован программно – аппаратный комплекс, состоящий из компьютера с операционной системой Windows 98 и сканера марки «UMAX UTC-540».

Образцы крупяных культур были отобраны на действующем предприятии: до и после шелушильных, падди машин и триера крупотделителя.

На первом этапе образцы были просканированы с помощью программы «Corel PHOTO-PAINT 9». Исследуемые продукты размещались на заранее очищенную поверхность сканера. Для получения правильных размеров частиц размещать их на стекле сканера следует так, чтобы они не касались друг с другом. Сканирование проводилось с разрешением 600 точек на дюйм. После сканирования на экране компьютера появляется изображение частиц.

На втором этапе полученные изображения обрабатываются программой «Гранулометрия». Основное назначение программы «Гранулометрия» – проведение на изображении измерений, т.е. получение размеров частиц (длины, ширины, периметра и площади).

По результатам измерений строим гистограммы в программе «MathCAD 2001 Professional». При этом в программе рассчитываются также основные характеристики гистограмм: число данных в выборке, среднее значение выборки, среднеквадратичное отклонение.

Гистограммы могут иметь несколько пиков. Это объясняется влиянием следующих технологических факторов:

1. крупа имеет различные геометрические размеры;
2. в результате износа сит происходит попадание крупы из схода в проходные фракции;
3. вследствие неправильно подобранных сит в отсевах.

График имеет несколько пиков, так как частицы крупы имеют неправильную форму и, как правило, не подчиняются закону нормального распределения

Методика контроля гранулометрического состава круп позволяет получать важную информацию о геометрическом изменении продукта после каждого этапа обработки, эффективности работы оборудования, правильности подбора сит, качестве получаемого продукта.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПРОДУКТОВ В КРУПЯНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Зенкина Н.М. – студент гр. ТПЗ – 82  
Лузев В.С. – научный руководитель

В настоящее время в стране развёрнута широкая программа нового строительства, реконструкции и технического перевооружения зерноперерабатывающей отрасли с использованием нового высокопроизводительного оборудования и передовой технологии.

В этих условиях значительно повышаются требования к качеству разрабатываемых проектов, которые в условиях научно-технического прогресса отрасли должны обеспечить высокий технический и экономический уровень производства. В настоящее время создана современная крупяная промышленность, оснащённая высокопроизводительным оборудованием, внедрена новая прогрессивная технология, проводятся исследования по вопросам технологии крупяного производства, изысканию его оптимальных режимов, методов объективной оценки качества зерна и крупы.

Перед крупяной промышленностью стоят важные задачи: повысить коэффициент использования зерна и качество вырабатываемой продукции, усовершенствовать методы очистки зерна, контроля готовой крупы. Среди них выделяется метод, основанный на спектральных свойствах зерна и крупы.

Применение этого метода позволяет наиболее эффективно выделить из основной зерновой массы трудноотделимые примеси. К примеру, при контроле пшена для отделения оставшихся нешелушенных зерен применение крупноотделительных машин неэффективно, так как шелушенные и нешелушенные зерна проса имеют одинаковые геометрические размеры, из этого следует, что для их разделения применения ситового сепарирования недостаточно. Поэтому для разделения промежуточных продуктов в крупяной промышленности при производстве не только пшена, но и других круп, наиболее эффективным является применение сепарирования по цвету. Для этого на некоторых крупозаводах применяют фотоэлектронные сепараторы, где используется анализ, основанный на наблюдениях камерой за изменением цвета зерна. Эти сепараторы позволяют выделить практически все трудноотделимые примеси, но, несмотря на это свое неоспоримое преимущество, они обладают главным и очень весомым недостатком – дороговизной. Поэтому перед крупяной промышленностью встал вопрос по устранению этого недостатка, а вследствие этого появилась новая методика, основанная на применении исследования спектральной отражательной способности в крупяном производстве.

Методика эта основана на компьютерном анализе изображений и позволяет определять цветовые составляющие зерновок за минимальное время с наибольшей точностью. Для этого необходимо решить следующие задачи:

- просканировать промежуточные продукты производства крупы, взятые в случайном порядке, вместе с эталоном белизны (в нашем случае – барий) и получить их изображения
- из полученных изображений вырезать по 50 образцов для каждого промежуточного продукта
- при помощи программы «CVET» образцы обработать и получить значения цветовых составляющих для всех промежуточных продуктов
- полученные значения обработать при помощи программы «Mathcad Professional» и на основе этих данных построить гистограммы распределения яркости промежуточных продуктов в синем, зеленом и красном цвете.

Гистограммы дают наглядное представление об изменчивости изучаемого признака и делимости зерновой смеси. Кривые распределения по цвету могут иметь как один пик, так и несколько, и представляют собой остро- или плосковершинное распределение, так как в выборку попадают разнородные совокупности. Кривые, имеющие более одного максимума, называются «полимодальными», т.е. имеют несколько значений, в которых плотность вероятности максимальна. Иногда встречаются распределения, обладающие посередине не максимумом, а минимумом. Такие распределения называются «антимодальными».

Иногда промежуточные продукты и зерна крупяных культур не подчиняются закону нормального распределения, и кривые распределения становятся асимметричными (скошенными). Причины такого распределения – действие определенных неконтролируемых факторов, значительно сдвигающих частоту варьирующего признака в сторону от среднего значения (mean), или нарушения правил образования выборки, приводящие к тому, что в нее входят непомерно много или мало вариантов с большим или меньшим значением.

Анализ цветовых характеристик позволяет получить важную информацию о потребительских свойствах зерна, рациональных режимах его переработки.

На рисунках 1 и 2 показаны гистограммы распределения ядрицы и продела по цвету, на которых видно, что преобладающим цветом у них является синий. Известно, что продел отличается по размеру от гречихи, но можно разделить их не в отсевах, а по красному цвету на фотоэлектронных сепараторах, где вероятность попадания продела в ядрицу и наоборот чрезвычайно мала.



Рисунок 1 – Гистограмма распределения яркости ядрицы

Таблица 1 – Характеристики гистограммы

| Цветовые составляющие                   | Синий  | Зелёный | Красный |
|---|--------|---------|---------|
| Среднее значение                        | 27,899 | 37,924  | 49,8    |
| Среднеквадратичное отклонение элементов | 5,127  | 6,162   | 7,102   |



Рисунок 2 – Гистограмма распределения яркости продела

Таблица 2 – Характеристики гистограммы

| Цветовые составляющие                   | Синий | Зелёный | Красный |
|---|-------|---------|---------|
| Среднее значение                        | 42,02 | 52,709  | 60,839  |
| Среднеквадратичное отклонение элементов | 6,858 | 6,803   | 6,815   |

На рисунках 1 и 2 показаны гистограммы распределения ядрицы и продела по цвету, на которых видно, что преобладающим цветом у них является синий. Известно, что продел отличается по размеру от гречихи, но можно разделить их не в отсевах, а по красному цвету на фотоэлектронных сепараторах, где вероятность попадания продела в ядрицу и наоборот чрезвычайно мала.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ЗЕРНА И ПРИМЕСЕЙ

Ли Н.В. – студент гр. ТПЗ – 81  
Устинова Л.В. – научный руководитель

Зерно в том виде, в каком оно поступает с поля от комбайна, лишь в редких случаях бывает настолько сухим и чистым, что может храниться в обычных условиях достаточно долго без существенного снижения потребительских свойств.

Исследования показывают, что такая низкая сохраняемость зерна обусловлена засоренностью примесями. Следовательно, первейшая необходимость при приемке свежубранного зерна - немедленная очистка.

Очистка зерна от примесей - важнейший прием в обработке зерна, существенно влияющий на стабильность качества хранящегося зерна; улучшающий качество партий зерна, передаваемых в переработку; повышающий эффективность работы и производительность технологического оборудования, включенного в схему процесса после очистки; повышающий степень использования зерна за счет использования выделенных отходов на фуражные цели.

Поэтому основной задачей лабораторий при элеваторах, крупяных и мукомольных заводах, устанавливающих качество поступающего зерна, является определение содержащихся в нем примесей. Эта операция достаточно значительна, т.к. ее результаты лежат в основе дальнейшего подбора грамотной и рациональной технологии очистки и обработки зерна.

Предлагаемый новый метод определения примесей в зерне основан на различии спектральной отражательной способности зерна и засорителей. Использование этого метода позволит более быстро и эффективно определить наличие и состав примесей, что значительно увеличит производительность и качество работы лаборатории.

Компьютерный анализ изображения, используемый в данной методике определения, исключает ошибки вызванные человеческим фактором.

Метод незаменим при определении трудноотделимых примесей, т.к. разделение трудноотделимых примесей и зерна на сепараторах затруднено (из-за схожести геометрических и физических характеристик), а использование различий в спектральной отражательной способности позволяет практически на 100% выявить и разделить засорители и основные культуры.

Для разработки методики необходимо выполнить следующие операции:

- просканировать семена продовольственных культур и их засорителей совместно с эталоном белизны, получив их изображения;
- вырезать из полученных изображений по 50 фрагментов;
- обработать фрагменты изображений, используя программу «Cvet», определив цветовые составляющие зерна и примесей;
- с помощью программы «Mathcad Professional» обработать полученные данные и построить гистограммы распределения спектральной отражательной способности зерна и примесей в синем, зеленом и красном цвете.

Приведем пример определения примесей, содержащихся в пшенице, пользуясь методом спектральной отражательной способности. Ячмень в зерне пшенице является трудноотделимой примесью, т.к. его геометрические размеры и физические показатели очень схожи.

Зерно пшеницы и ячменя имеет одинаковые значения в зеленом и красном цвете, но различные - в синем, который является у обеих культур преобладающим и по которому их можно легко разделить.

Полученные данные могут быть использованы для корректировки программы «Гранулометрия» программно-аппаратного комплекса «Анализатор зернопродуктов».

Программно-аппаратный комплекс разработан специалистами кафедры «Технология хранения и переработки зерна», широко используется в учебном процессе и при выполнении научно-исследовательской работы студентов и аспирантов.

Разрабатываемая методика определения содержания примесей по различию с основным зерном по отражательной способности может быть использована и в крупяном производстве при разделении промежуточных продуктов переработки по цвету, в мукомольном производстве при определении белизны муки, возможно, эта методика найдет применение и в других отраслях.

## ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА, ЗЕРНА, ПОТОКОВ МУКИ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ ВТОРОЙ СЕКЦИИ МИХАЙЛОВСКОЙ МЕЛЬНИЦЫ

Лисина Е.А. – студент гр. ТПЗ-83  
Худенко А.Д. – научный руководитель

Природно-климатические условия Алтайского края позволяют практически на всей территории выращивать мягкие сорта пшеницы, из которой вырабатывают основную массу муки. Поэтому важной проблемой в переработке зерна является качество производимой продукции на мельницах Алтайского края.

Одним из предприятий является Михайловский мельзавод, на котором была проведена реконструкция с целью совершенствования схемы технологического процесса и увеличения производительности. Для определения эффективности проведенной реконструкции был снят количественно-качественный баланс в подготовительном отделении мельницы и во второй секции размольного отделения мукомольного завода.

Задачей наших исследований являлось определение некоторых биохимических и хлебопекарных показателей потоков муки, получаемых на всех системах технологического процесса и готовой продукции, также определялось и качество зерна, перерабатываемого в этот период.

В отобранных пробах зерна и муки определяли следующие показатели качества: содержание крахмала, содержание сахаров, влажность, количество и качество клейковины, зольность, кислотность, белизну, также проводилась пробная выпечка хлеба из муки высшего сорта. Крахмал в зерне пшеницы распределен неравномерно: максимальное его количество сосредоточено в центральной части зерновки и уменьшается к периферийным слоям эндосперма. Содержание белков, образующих клейковину и сахаров увеличивается к периферийным слоям эндосперма и является наиболее важным фактором в процессе хлебопечения, поскольку мука часто содержит недостаточно свободных сахаров для нормального брожения теста.

Кислотность - это показатель, по которому можно судить о степени свежести муки и зерна. Повышение кислотности вызывает гидролитическое расщепление жира и образование свободных жирных кислот, которые могут прогоркнуть и тем самым ухудшают качество муки.

Зольность-это показатель, по которому судят о содержании в ней периферических частей эндосперма, поскольку наибольшее количество минеральных веществ сосредоточено в алейроновом слое и оболочках.

Основные показатели качества определялись по методикам, изложенным в соответствующих стандартах. Содержание сахаров определялось по методу Бертрана.

На Михайловском мельзаводе в этот период времени перерабатывалась помольная партия зерна следующего качества: влажность - 12,2 %; зольность - 1,8 %; натура - 808 г/л; стекловидность - 47%; сорная примесь - 0,18 %; зерновая примесь - 1,52%; содержание клейковины - 19,2 %; группа качества - I; содержание крахмала - 62,7 %; содержание сахара - 0,55 %; кислотность - 3,2 %.

Из данных таблицы 1 видно, что биохимические свойства потоков муки, получаемых на различных системах неодинаковы по качеству. Содержание крахмала в потоках муки от первых до последних систем уменьшается как в драном, так и в размольном процессе в пределах от 74,9 % (II др. с.) до 60,0 % (5 р. с.). Содержание сахара возрастает в потоках муки от первых к последним системам, как в драном, так и размольном процессе и находится в пределах от 0,11 % (II др. с.) до 0,51 % (6 р. с.). Показатель зольности, так же как и сахар, возрастает в

потоках муки от первых к последним системам, как в драном, так и размольном процессе и находится в пределах от 0,33 % (1 сорт. с.) до 2,07 % (5 р. с.). Количество клейковины, как в драном, так и размольном процессе практически не изменяется и составляет около 22% качество соответствует I группе. Пробная выпечка хлеба из муки высшего показала, что качество хлеба соответствует стандарту.

Таблица 1 – Показатели качества потоков муки и готовой продукции

| Системы    | Выход,<br>% | Содержание, % |         |      |               |     |        | Белизна<br>ед. пр. | Кислотность,<br>град. кисл. |
|------------|-------------|---------------|---------|------|---------------|-----|--------|--------------------|-----------------------------|
|            |             | крахмала      | сахаров | зола | клейковины    |     |        |                    |                             |
|            |             |               |         |      | %             | ИДК | группа |                    |                             |
| II др. с.  | 11,0        | 73,2          | 0,11    | 0,46 | 22,1          | 50  | II     | 58,0               | 2,4                         |
| III др. с. | 5,0         | 70,2          | 0,145   | 0,61 | 24,6          | 45  | II     | 54,9               | 3,1                         |
| 1 сорт.    | 8,0         | 72,3          | 0,135   | 0,33 | 24,1          | 65  | I      | 54,2               | 2,2                         |
| 2 сорт.    | 3,0         | 60,6          | 0,17    | 1,06 | 23,6          | 75  | I      | 41,9               | 3,6                         |
| Шл. с.     | 4,0         | 61,3          | 0,165   | 0,6  | 23,5          | 60  | I      | 59,1               | 3,3                         |
| 1 р. с.    | 21,0        | 74,1          | 0,145   | 0,38 | 21,0          | 55  | I      | 66,8               | 2,4                         |
| 2 р. с.    | 12,0        | 74,9          | 0,185   | 0,45 | 21,1          | 40  | II     | 67,8               | 2,6                         |
| 3 р. с.    | 9,0         | 67,9          | 0,23    | 0,54 | 22,0          | 60  | I      | 55,9               | 3,9                         |
| 4 р. с.    | 2,0         | 61,3          | 0,37    | 1,08 | 21,5          | 80  | II     | 46,8               | 3,9                         |
| 5 р. с.    | 2,0         | 60,0          | 0,455   | 2,07 | не отмываемая |     |        | 19,2               | 7,3                         |
| 6 р. с.    | 1,0         | 62,2          | 0,51    | 1,23 | 21,5          | 80  | II     | 29,7               | 5,6                         |
| Мука в/с   | 78,0        | 70,9          | 0,175   | 0,54 | 22,4          | 65  | I      | 58,7               | 2,9                         |
| Отруби     | 22,0        | 16,4          | 0,675   | 5,61 | -             | -   | -      | -                  | 5,7                         |

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- содержание сахаров, зольность, кислотность в потоках муки увеличивается от первых к последним системам технологического процесса;
- содержание крахмала и белизна, наоборот, больше в потоках муки первых систем и снижается к последним системам технологического процесса;
- содержание различных веществ в потоках муки согласуется с неравномерным распределением веществ в зерне и с принципом формирования сортов на предприятии;
- формирование сорта муки ведется таким образом, что полученная готовая продукция соответствует требованиям стандарта по всем показателям.

На основании проведенных исследований было сделано заключение, что мука, полученная с различных систем технологического процесса неоднородна по биохимическим и хлебопекарным свойствам, которые варьируют в широких пределах. Однако такое разнообразие позволяет в конечном итоге выпечь хлеб из муки высшего сорта хорошего качества.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРУПООТДЕЛЕНИЯ ОВСА НА ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ ТРИЕРЕ

Перерядова Т.В. – студент гр. ТПЗ – 83  
Брасалин С.Н. – научный руководитель

Для определения эффективности крупноотделения предложено много различных методик. Но не все из них подходят для оценки эффективности процесса крупноотделения. Е.М. Мельников в статье журнала «Хлебопродукты» №7 за 1998 год сформулировал пять требований для характеристики методик определения процесса крупноотделения:

1. Отличная от нулевой эффективность может быть только в случаях, когда в одной из полученных фракций концентрация первого компонента, а в другой – концентрация второго компонента выше (или ниже) по сравнению с концентрацией этих компонентов в исходной смеси.

2. Если же в полученных фракциях концентрация компонентов одинакова и равна их концентрации в исходной смеси, эффективность, подсчитанная по рекомендуемым методикам, должна равняться нулю. Эффективность также должна равняться нулю при выходе из разделительного оборудования только одной фракции.

3. Эффективность, равная 100% или единице, может быть только в случае полного разделения смеси на компоненты.

4. Величина эффективности должна иметь одинаковое значение независимо от того, какой из компонентов принят в качестве определяющего.

5. Полученная величина эффективности должна в какой-то мере соответствовать полученным результатам, то есть, логике процесса.

В настоящее время для оценки процесса крупотделения различными учеными рекомендуется ряд формул:

$$E_{2я} = \frac{A \cdot K_1}{K \cdot 100} \cdot 100\%, \quad E_{2н/о} = \frac{B \cdot H_2}{H \cdot 100} \cdot 100\%; \quad (1)$$

$$E_{оя} = \frac{A(K_1 - K)}{K(100 - K)} \cdot 100\%, \quad E_{он/о} = \frac{B(H_2 - H)}{H(100 - H)} \cdot 100\%; \quad (2)$$

где К, Н – концентрация соответственно шелушенных и нешелушенных зерен в исходном продукте, %

А, В – соответственно выходы фракций, содержащих преимущественно шелушенные зерна (А) и нешелушенные зерна (В), %;

К1, Н1 – соответственно концентрация шелушенных и нешелушенных зерен во фракции А, %;

К2, Н2 – соответственно концентрация шелушенных и нешелушенных зерен во фракции В, %

Е.М. Мельников проанализировал величины эффективности разделения смеси, полученные по разным методикам при различных результатах разделения шелушенных и нешелушенных зерен. Он выяснил, что все рассматриваемые формулы дают более или менее приемлемые результаты только в случае разделения смесей, близких к идеальной. В остальных случаях первая не удовлетворяет большинству из условий и не может считаться корректной и ее не следует использовать для оценки эффективности разделения смеси. Всем условиям удовлетворяет последняя формула (2), которую, по мнению Мельникова, можно считать наиболее корректной и объективной. Но при более полном анализе формулы (2) выяснилось, что данная методика включает в себя оба компонента в неявном виде:  $H+K=100\%$ ,  $100-H=K$ ,  $100-K=H$ . Тогда формула (2) выглядит следующим образом:

$$E_{оя} = \frac{A(K_1 - K)}{K \cdot H}; \quad E_{он/о} = \frac{B(H_2 - H)}{H \cdot K} \quad (2a)$$

Т.е., по данной методике можно судить об общей эффективности процесса крупотделения, независимо от того, по какому из компонентов производится расчет. Этот показатель дает однозначную оценку процесса разделения. Более объективную картину работы цилиндрического триера может дать оценка его двумя показателями, а именно – показателем величины извлечения ядра и показателем величины извлечения нешелушенных зерен. Поэтому в ходе проведения экспериментов на реальных смесях для оценки эффективности процесса крупотделения была разработана новая методика:

$$E_{1н/о} = \frac{B(H_2 - H)}{100 \cdot H} \cdot 100\%, \quad E_{1я} = \frac{A(K_1 - K)}{100 \cdot K} \cdot 100\%, \quad (3)$$

$$E_1 = \sqrt{E_{1н/о} \cdot E_{1я}}, \quad \%$$

В таблице 1 приведены результаты разделения реальной смеси шелушенных и нешелушенных зерен на цилиндрическом триере. В качестве примера взят образец – проход с триера.

Эксперименты проводились на лабораторном цилиндрическом триере. Для примера взят триерный цилиндр с диаметром ячеек 9 мм, нагрузка составляет 50% от максимальной, шкала углов наклона лабораторного триера разбита на значения от минус 40 до плюс 40.

Таблица 1 – Результаты разделения смеси на компоненты.

| $\alpha$ | Содержание компонентов, % |     |     |      |      |      |     |      | Эффективность, % |                 |                |                  |                 |                |                   |                 |                |
|----------|---------------------------|-----|-----|------|------|------|-----|------|------------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------|----------------|-------------------|-----------------|----------------|
|          | A                         | B   | H1  | K1   | K2   | H2   | H   | K    | E <sub>н/о</sub> | E <sub>оя</sub> | E <sub>о</sub> | E <sub>н/о</sub> | E <sub>1я</sub> | E <sub>1</sub> | E <sub>2н/о</sub> | E <sub>2я</sub> | E <sub>2</sub> |
| 5        | 99,4                      | 0,6 | 0,4 | 99,6 | 51,2 | 48,8 | 0,7 | 99,3 | 42,9             | 42,2            | 42,5           | 41,9             | 0,3             | 3,6            | 42,5              | 99,7            | 65,1           |
| 5        | 99,3                      | 0,7 | 0,4 | 99,7 | 52,7 | 47,3 |     |      | 50,0             | 50,2            | 50,1           | 49,9             | 0,4             | 4,2            | 50,6              | 99,6            | 71,0           |
| 10       | 98,9                      | 1,1 | 0,3 | 99,7 | 63,6 | 36,4 |     |      | 58,3             | 57,9            | 58,1           | 57,6             | 0,4             | 4,9            | 58,7              | 99,3            | 76,3           |
| 15       | 98,0                      | 2,0 | 0,2 | 99,8 | 73,7 | 26,3 |     |      | 73,3             | 73,6            | 73,5           | 73,1             | 0,5             | 6,1            | 73,0              | 98,5            | 99,2           |

Из таблицы 1 видно, что показатель E<sub>о</sub> дает одинаковые значения по разным компонентам, как и предполагает Мельников, а показатели E<sub>1</sub> и E<sub>2</sub> дают различные результаты по компонентам К и Н. Но формула (2) включает в себя оба компонента, а формула (1) и (3) только один. Из таблицы видно, что разница (K1-K) очень незначительна и составляет в среднем около 0,2%, а показатель E<sub>2я</sub> дает результаты, близкие к 100%, что не соответствует полученным результатам. Формула (2), предложенная Мельниковым, дает однозначную оценку процесса крупотделения.

Из данных таблицы 1 видно, что величина E<sub>о</sub> совпадает с величинами E<sub>1н/о</sub> и E<sub>2 н/о</sub>. Исходя из этого можно предположить, что показатель E<sub>о</sub>, предложенный Мельниковым, характеризует преимущественно эффективность выделения нешелушеного зерна из смеси. Новая предложенная формула (3) является наиболее подходящей для оценки эффективности данного образца, так как дает представление не только об эффективности выделения нешелушенных зерен, но и об эффективности извлечения ядра.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СИСТЕМЫ MATHCAD В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Соболева С.А. - студент гр. ТПЗ -81  
Голик А.Б. - научный руководитель

Темой работы является разработка методических материалов по использованию системы MathCAD в учебном процессе, которая в свою очередь становится в последнее время популярной в обучении.

Поскольку все математические вычисления и особенно сложные выкладки были нами освоены в первые годы обучения общеобразовательных предметов, то мы должны (тем более что это в наших силах) сделать учебный процесс проще и продуктивнее, хотя бы в том, что количество времени, затраченное непосредственно на вычисление может быть успешно использовано для изучения дисциплин, очень важных для будущих специалистов. Как известно, целью лабораторных работ является не продолжение изучения принципов математических вычислений, а получение практических знаний.

В сущности, нам не требуется изменять схему подачи материала, а только изменить принцип обработки вычислений. Вот так просто изменяя стереотипы в образовании, мы можем его улучшить.

Работа подразумевает разработку практических материалов, которые будут использованы для вычисления лабораторных работ некоторых специальных дисциплин, в которых требуется произвести различной степени сложности математические вычисления.

Экспериментальная часть предполагает разработку шаблонов для вычислений. Шаблоны, в свою очередь, представляют собой готовые формулы или систему формул для свободного вычисления. Для вычисления примера каждого варианта потребуется лишь подставить своё значение.

В качестве материала были выбраны вычисления лабораторных работ по предметам «Технико-химический контроль», «Общая технология пищевой промышленности», расчет технологического оборудования по курсовым работам «Проектирование крупяных заводов, цехов и линий» и «Проектирование мельниц», кроме того, изучив методы статистических вычислений, мы сможем проводить гранулометрический анализ.

Разработка и составление шаблонов для вычисления является главной задачей работы. При помощи составленных шаблонов возможны вычисления различной сложности. А главное, при вычислении взаимозависимых вычислений, чтобы получить конечный результат понадобится изменить лишь начальные значения.

Проделанная работа предполагается быть подкрепленной справочными материалами и приложениями с приведенными ссылками на использованную литературу. Проведенное тестирование доказало целесообразность разработанной программы.

Главной целью работы в итоге, является упростить процесс вычислений, а значит, сделать жизнь проще. Использование данной программы поможет сделать учебный материал доступным для понимания, а необходимость знания компьютерных программ мотивированной.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ДЛЯ КУРСА «ТЕХНОЛОГИЯ МУКИ»

Соколова Н.В. – студент гр. ТПЗ-81  
Вашкевич В.В. – научный руководитель

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов высших учебных заведений. В методическом пособии изложены основные этапы проектирования мельниц, приведены данные об оборудовании и технологиях для производства муки. На основе системного анализа сформулированы основные закономерности технологических процессов, выделены модули всех этапов, приведены алгоритмы формирования технологических схем, подбор сит и расчета размеров их отверстий, расстановки сит по группам в отсевах, рассмотрены технологические взаимосвязи как внутри этапов технологических процессов, так и между ними. Так же рассмотрены принципы разработки количественного баланса. Приведены примеры балансов, данные которых записаны в виде таблиц. Данные из баланса о нагрузке на каждую систему можно использовать для расчета оборудования и решения других вопросов в процессе проектирования мукомольного завода.

Сущность расчета и подбора оборудования сводится к определению его количества путем сравнения производительностей завода на данном этапе и оборудования.

Поскольку на систему технологического процесса сортируются продукты различного гранулометрического состояния, то для их сортировки необходимо применять отсева с разными схемами движения продуктов и с разным количеством сит в их группах. Учебник поможет выбрать необходимое исполнение отсева и ситовоечной машины. В мельнице технологическое оборудование, связанное между собой транспортными механизмами, представляет собой единую поточную механизированную систему. Наилучшим будет решение, когда оборудование размещается при минимальном использовании транспортных механизмов. Это имеет большое значение для мельниц, работающих на пневматическом транспорте, где каждый подъем зерна расходует значительное количество электроэнергии.

При размещении технологического оборудования на этажах соблюдают основные требования такие как: соблюдение поточности процесса, однотипное оборудование размещают на одном этаже.

Одним из существенных этапов проекта мельницы является проект коммуникаций. Под коммуникациями следует понимать связанные самотечными трубами системы машин, транспортных механизмов и бункеров, по которым перемещается зерно и промежуточные продукты в порядке, предусмотренном схемой технологического процесса. В пособии представлены примеры графической и описательной части проекта коммуникаций. В графическую часть входят продольные и поперечные разрезы отделения мельницы, на которых показано технологическое и аспирационное оборудование. Описательная часть коммуникаций состоит из ведомости движения продуктов, представленной в виде таблицы. В нее записаны под теми же номерами продукты, поступающие и выходящие из машины, с указанием вида транспортных механизмов и номеров разгрузителей, приемных устройств и норий.

На мукомольных заводах применяют нагнетательные и всасывающие транспортные установки. Как правило, первые используют для транспортирования зерна, муки, отрубей и отходов, а вторые – для промежуточных продуктов размола зерна.

В учебнике подробно показана последовательность проектирования пневмотранспортных установок. Расчет материалопровода ведется для подбора разгрузителя, выбора фильтра циклона. Методические указания будут выпущены тиражом 150 экземпляров. Данное пособие поможет более качественно и быстро выполнить курсовой проект.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ШЕЛУШЕНИЯ ЗЕРНА ПРОСА, ГОРОХА И ОВСА В ЛАБОРАТОРНОМ ШЕЛУШИТЕЛЕ ПЛАНЕТАРНОГО ДЕЙСТВИЯ

Ударцев С.В. – студент гр. ТПЗ-82

Вашкевич С.В. – аспирант

Вашкевич В.В. – научный руководитель

Объектом исследования работы явился лабораторный шелушитель планетарного действия. Шелушитель данной конструкции предусматривает два типа воздействия на зерно: трение и удар, причём возникающий удар является нежелательным типом воздействия, поэтому проводится ряд экспериментов по устранению его влияния на процесс шелушения.

Особенность работы планетарного шелушителя заключается в том, что рабочим органом является зерно, т.к. происходящие внутри рабочих камер процессы предусматривают:

- 1) более чем стократное увеличение массы находящегося там зерна за счет центробежных сил;
- 2) перемещения слоёв друг по другу за счёт вращения рабочей камеры.

Исследования работы планетарного шелушителя проводились с целью нахождения следующих параметров:

$n_1$ - частота вращения водила ;

$m$ - масса засыпаемого в рабочие камеры продукта ;

$t$ - время шелушения/

Параметры изменялись в пределах указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры работы планетарного шелушителя

| Наименование параметров | min  | max  |
|-------------------------|------|------|
| $n_1$ , об/мин          | 1000 | 1600 |
| $m$ , г                 | 300  | 300  |
| $t$ , с                 | 1    | 10   |

Результаты проведённых экспериментов на планетарном шелушителе при обработке зерна проса, гороха и овса приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты проведенных экспериментов

| Обрабатываемая культура | Коэффициент шелушения, Кш, % | Коэффициент цельности ядра, Кц.я, % | Эффективность шелушения, Е, % |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| Просо                   | 99,6                         | 0,886                               | 86,7                          |
| Горох                   | 86,4                         | 0,65 колотого                       | 56,2                          |
| Овёс                    | 91,4                         | 0,787                               | 71,9                          |

Коэффициент шелушения определяли по формуле:

$$K_{ш} = (K1 - K2) / K1 * 100\%, \quad (1)$$

где K1 – количество нешелушеного зерна до шелушения, г;

K2 – количество нешелушеного зерна после шелушения, г.

Коэффициент цельности ядра определяли по формуле:

$$K_{ц.я.} = ц.я. / (ц.я. + др. + м.), \quad (2)$$

Где ц.я – количество целого ядра в продуктах шелушения, г;

др – количество дроблёного ядра в продуктах шелушения, г;

м – количество полученной в процессе шелушения мучки, г.

Эффективность шелушения определяли по формуле:

$$E = K_{ц.я.} * K_{ш}, \quad (3)$$

Для того чтобы выявить наиболее оптимальные параметры шелушения, одинаковые для всех культур, необходимо провести ряд уточняющих экспериментов.

#### РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ЗЕРНА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА «АНАЛИЗАТОР ЗЕРНОПРОДУКТОВ»

Гарш З. Э. – студент гр. ТХПЗ-81  
Устинова Л. В. – научный руководитель

Целью научно-исследовательской работы является разработка автоматизированной методики анализа фракционного состава зерна с использованием программно-аппаратного комплекса (ПАК) «Анализатор зернопродуктов». ПАК включает в себя компьютер с операционной системой Windows 98, сканирующее устройство марки «Umax Astra 5400X» и программу «Гранулометрия». Данная программа работает с изображениями анализируемых образцов, которые можно получать с помощью сканера, цифровой камеры или любого другого устройства, предназначенного для получения изображений. Программа «Гранулометрия», обработав изображение, может определить не только длину, ширину, периметр и площадь каждой частицы (внешнего контура), но и площадь внутреннего контура (например, цветковых пленок на поверхности ядра).

Гранулометрический анализ представляет собой статистическое исследование распределения зерен по размерам. Это один из самых старых аналитических методов. В настоящее время гранулометрический анализ проводят разнообразными способами. Именно это обусловило проблемы, как в терминологии, так и в сопоставлении результатов.

В соответствии с предлагаемыми методиками навеску зерна просеивают на ситах, размер которых установлен нормативно-технической документацией для каждой культуры. Просеивание ведут на лабораторном рассеве в течение 3 минут при частоте вращения 180-200 оборотов в минуту или вручную. Остаток каждого сита (сход) и проход нижнего сита взвешивают и рассчитывают процентное содержание каждой фракции.

Анализ гранулометрического состава зерновой массы стандартизированными методами имеет ряд недостатков:

1) необходимо специальное лабораторное оборудование – сита, весы и т.д.

2) в связи с погрешностью изготовления сит и ошибками взвешивания полученные результаты нельзя считать вполне точными;

3) высокая трудоемкость и большие затраты времени.

Между тем точная оценка фракционного состава зерна имеет большое значение для последующей переработки. Эффективность технологии тем выше, чем меньше различаются показатели геометрической характеристики частиц сыпучего материала. Выровненное по крупности зерно легче очистить от примесей, т.к. легче подобрать сита и отрегулировать воздушный поток зерноочистительных машин и т.д. При производстве муки и крупы фракционирование исходного сырья позволяет подобрать оптимальные режимы измельчения и шелушения, что повышает выход и качество готовой продукции.

Для того чтобы свести к минимуму недостатки традиционной методики, а так же в связи с повсеместным распространением компьютерной техники был разработан новый метод оценки гранулометрического состава зерна. Анализ по предложенной методике производится в следующей последовательности:

1) сканирование образцов (не менее 1000 зерен из одной пробы) с разрешающей способностью сканера не менее 600 dpi и сохранение изображений в формате BMP;

2) обработка изображений с помощью программы «Гранулометрия» и сохранение результатов в формате TXT (дополнительные параметры измерения – уровень распознавания и число точек для фильтра – подбираются экспериментально для каждой культуры);

3) обработка полученных данных в среде MathCAD 2001 Professional с помощью шаблона, выполненного в этой программе. В шаблон вводится ссылка на файл, который следует обрабатывать.

Конечным результатом анализа является гистограмма распределения исследуемого признака (например, ширины частиц) и данные о процентном соотношении отдельных фракций.

Предложенная методика может применяться в лабораториях на всех предприятиях отрасли зернопродуктов.

Перспективой развития данной методики является создание установки, способной получать изображение в потоке исследуемого продукта, что сведет к минимуму затраты времени на анализ.

В качестве примера приведена гистограмма распределения зерна гречихи (I фракции) по высоте (рисунок 1).

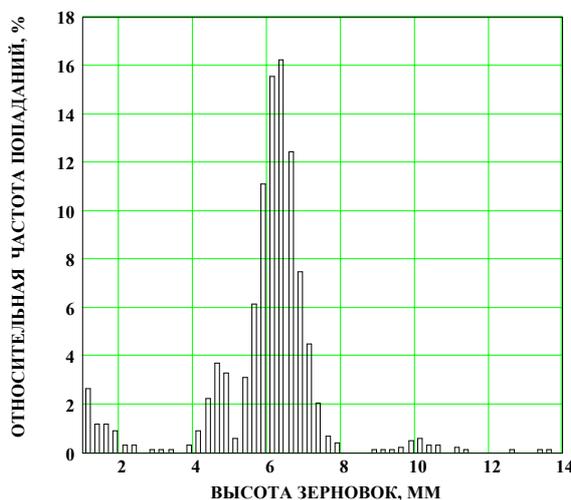


Рисунок 1 – Распределение зерна гречихи по высоте

#### Характеристика гистограммы

|   |                   |
|---|-------------------|
| Число данных в выборке, шт              | $n=1030$          |
| Среднее значение для данной выборки, мм | $m_s=5,942$       |
| Медиана для данной выборки              | $median(N)=4,667$ |
| Среднеквадратичное отклонении           | $S=1,584$         |
| Дисперсия                               | $S^2=2,509$       |
| Содержание крупной примеси, %           | $K=3,337$         |

|                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| Содержание мелкой примеси | M=0,626                 |
| Содержание 0 фракции, %   | F <sub>0</sub> =16,163  |
| Содержание I фракции, %   | F <sub>I</sub> =58,811  |
| Содержание II фракции, %  | F <sub>II</sub> =11,053 |
| Содержание III фракции, % | F <sub>III</sub> =1,981 |
| Содержание VI фракции, %  | F <sub>IV</sub> =2,920  |
| Содержание V фракции, %   | F <sub>V</sub> =3,233   |
| Содержание VI фракции, %  | F <sub>IV</sub> =1,877  |
| Итого, %                  | SUM=100                 |

Согласно «Правилам организации и ведения технологического процесса на крупных предприятиях» примесь мелких фракций в I фракции не должна превышать 4% (в данном случае свыше 21%), т. о. можно сделать вывод, что сортировочные машины работают неэффективно.

## СЕКЦИЯ «МАШИНЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

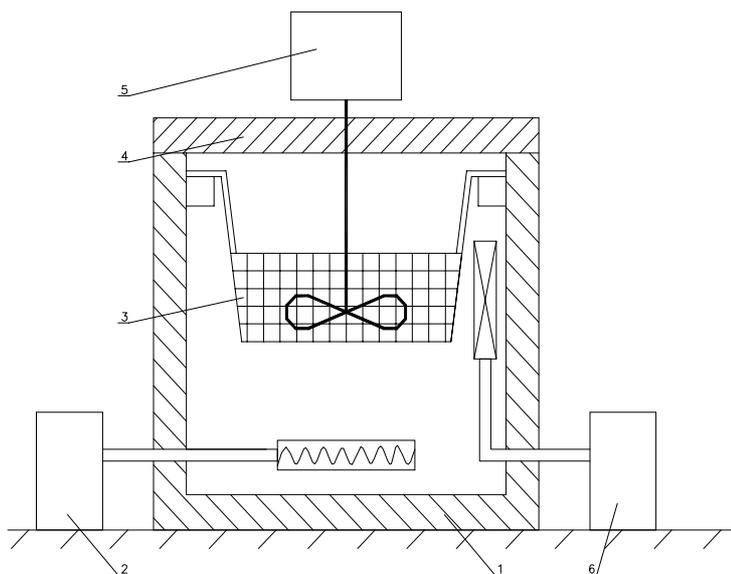
### УНИВЕРСАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ И РАЗМОРАЖИВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В ВОДЕ

Воробьева Е.О. – студент гр. МП-81  
Терехова О.Н. – научный руководитель

Для повышения уровня знаний и навыков будущих специалистов специальностей МАПП и ТК возникла необходимость в открытии новой дисциплины «Холодильная техника и технология». Следовательно, встал реальный вопрос о создании отраслевой лаборатории и разработке лабораторных и практических работ.

Нами предложена и разработана универсальная лабораторная установка для проведения лабораторных и практических работ по охлаждению и размораживанию пищевых продуктов в воде.

Основной частью данной установки является изолированная ванна, в которой находятся испаритель – для охлаждения продуктов и подогревающее устройство в виде встроенной ТЭНы. Также для интенсивности процессов используется встроенная в крышку ванны мешалка. Интенсивность достигается увеличением коэффициента теплоотдачи от продукта среде при движении воды в объеме. Функциональная схема установки представлена на рис. 1.



1 – изолированная ванна; 2 – подогревающее устройство (ТЭН); 3 – продуктовая корзина; 4 – крышка ванны; 5 – мешалка; 6 – холодильный агрегат

Рисунок 1 - Функциональная схема установки

Основными параметрами для определения являются продолжительность охлаждения или размораживания, начальная и конечная температуры продукта, температура среды. Средствами автоматизации и измерения являются блок управления средне- и низкотемпературными холодильными машинами с автоматической разморозкой ТРМ974-Щ и микропроцессорные измерители-регуляторы температуры ИРТ-2. Схема автоматизации установки представлена на рисунке 2.

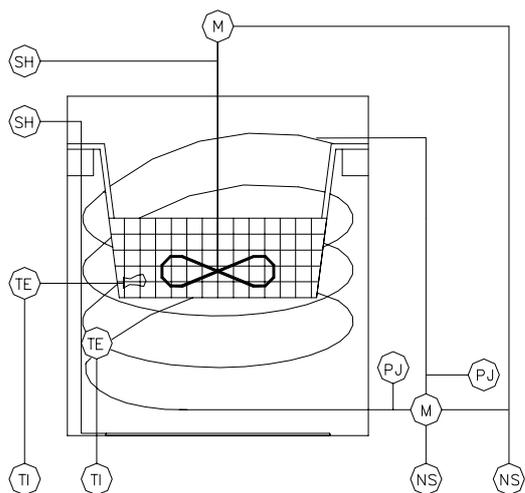


Рисунок 2 - Схема автоматизации установки

На установке планируется проводить следующие лабораторные работы:

- определение длительности процесса охлаждения пищевых продуктов в жидкой среде;
- определение длительности процесса отепления (размораживания) пищевых продуктов в жидкой среде;
- проведение испытаний холодильного агрегата;
- проведение испытаний испарителя.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция «Технология бродильных производств»

1. Коцюба В.П., Чиркова О.В. Экологическая технология производства ликероводочных и безалкогольных напитков 3
2. Вагнер В.А., Коцюба В.П., Буянкина Ю.Г. О потерях этилового спирта при производстве, хранении и транспортировании 4
3. Коцюба В.П., Кучеренко Н.Н., Нагорнова О.В. Разработка методического материала для лабораторно-практического занятия по изучению и выбору тары, погрузочно-разгрузочных и складских машин для штучных грузов 6
4. Коцюба В.П., Кучеренко Н.Н., Ватармина Т.А. О проектно-конструкторской подготовке студентов специальности 270500 6
5. Коцюба В.П., Скосырева М.А., Василенко Е.С. Разработка лабораторной установки по гидравлике 7
6. Коцюба В.П., Козлов И.Ю., Зеленова Е.С., Бирюкова Я.В. Разработка методических материалов для контроля знаний по учебной дисциплине 8

### Секция «Технология хлеба и хлебобулочных изделий»

1. Козубаева Л.А., Асачева А.С. Производство хлеба с добавлением рисовой крупы 9
2. Кузьмина С.С., Колесникова Е.А. Использование процесса шелушения для приготовления зернового хлеба 10
3. Козубаева Л.А., Конева С.И., Шмакова О.В. Исследование этапа подготовки зерна ржи к диспергированию 11
4. Козубаева Л.А., Конева С.И., Крестьянинова И.Н. Разработка технологии пшенично-ржаного хлеба с использованием диспергированного зерна ржи 12
5. Конева С.И., Ломшакова М.А. Заварные пряники с диспергированным зерном пшеницы 13

### Секция «Технология продуктов питания»

1. Мелешкина Л.Е., Писарева Е.В., Мотрунич М.А. Технология активированных семян ржи для производства молочных продуктов 15
2. Мелешкина Л.Е., Писарева Е.В., Мотрунич М.А. Направление использования и разработка технологии злакового наполнителя из проросшего зерна ржи 16
3. Кольтюгина О.В., Сухих Н.В. Производство сушёных плодов облепихи 18

### Секция «Технология переработки зерна»

1. Горнец О.Б., Герман О.В. Разработка методических материалов по курсам «научные основы производства продуктов питания» и «технология муки» 21
2. Худенко А.Д., Галкина С.Ю. Показатели качества потоков муки и готовой продукции ребрихинского мелькомбината 23
3. Лузев В.С., Колосов С.В. Разработка методики контроля технологического процесса с использованием гранулометрического анализатора 24
4. Лузев В.С., Зенкина Н.М. Исследование спектральной отражательной способности промежуточных продуктов в крупяном производстве 25
5. Устинова Л.В., Ли Н.В. Исследование спектральной отражательной способности зерна и примесей 28
6. Худенко А.Д., Лисина Е.А. Показатели качества, зерна, потоков муки и готовой продукции второй секции Михайловской мельницы 29
7. Брасалин С.Н., Перерядова Т.В. Определение эффективности крупоотделения овса на цилиндрическом триере 30
8. Голик А.Б., Соболева С.А. Разработка методических материалов по использованию системы MATHCAD в учебном процессе 32
9. Вашкевич В.В., Соколова Н.В. Разработка методических материалов по курсовому проектированию для курса «Технология муки» 33

|  |    |
|--|----|
| 10. Вашкевич В.В., Вашкевич С.В., Ударцев С.В. Результаты шелушения зерна проса, гороха и овса в лабораторном шелушителе планетарного действия                 | 34 |
| 11. Устинова Л.В., Гарш З.Э. Разработка методики определения фракционного состава зерна с помощью программно-аппаратного комплекса «Анализатор зернопродуктов» | 35 |
| Секция «Машины и аппараты пищевых производств»   |    |
| 1. Терехова О.Н. Воробьева Е.О. Универсальная лабораторная установка для охлаждения и размораживания пищевых продуктов в воде                                  | 38 |