

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Высшая медико-биологическая школа
Кафедра «Пищевые и биотехнологии»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент _____

« ____ » _____ 2018г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой, д.т.н., профессор

_____ И.Ю. Потороко

« ____ » _____ 2018 г.

**Разработка инновационной технологии кексов, обогащенных
черемуховой мукой**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-19.04.02.2018.307 ПЗ ВКР

Нормоконтроль

к.т.н., доцент

_____ Н.В. Попова

« ____ » _____ 2018г

Руководитель ВКР

к.вет.н., доцент

_____ С.П. Меренкова

« ____ » _____ 2018г.

Автор ВКР

студент группы МБ-206

_____ Ю.В. Корвякова

« ____ » _____ 2018г.

Челябинск 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	11
1.1 Современное состояние проблемы повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий	11
1.2 Классификация и ассортимент мучных кондитерских изделий	15
1.3 Пищевая ценность мучных кондитерских изделий.....	18
1.4 Перспективы использования черемуховой муки в производстве мучных кондитерских изделиях.....	22
1.5 Основное сырье для производства мучных кондитерских изделий – кексов	26
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	29
2.1 Технология производства мучных кондитерских изделий – кексов с применением черемуховой муки.....	29
2.2 Физико-химические, коллоидные и биохимические процессы, происходящие на каждой стадии производства кексов.	31
2.3 Аппаратурно-технологическая схема производства кексов с черемуховой мукой	37
2.4 Показатели качества кексов.....	40
2.5 Дефекты кексов	42
2.6 Упаковка, маркировка и транспортировка кексов.....	43
2.7 Схема технохимического контроля.....	43
3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	49
3.1 Цель и задачи исследования.	49
3.2 Производственные рецептуры на исследуемые изделия.....	50
3.2 Сравнение полученных данных лабораторных испытания.....	51
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	62

ПРИЛОЖЕНИЕ А	67
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	68

ВВЕДЕНИЕ

Основное значение кондитерских изделий в питании человека заключается в том, что они возбуждают аппетит, так же кондитерские изделия являются важным источником минеральных веществ, витаминов и других биологически активных веществ в нашем рационе. Калорийность, а, следовательно, и энергетическая ценность, кондитерских изделий различна. Наиболее высококалорийными являются те изделия, в которых содержится белки, углеводы, жиры, содержащие добавки в виде кремов, варенья, джемов. Как прежде, так и сейчас мучные кондитерские изделия имеют большое значение в питании людей. Основой для производства мучных кондитерских изделий является мука, которая содержит значительное количество углеводов в виде крахмала, а также растительные белки [1].

Кондитерская промышленность является быстро развивающейся отраслью, одним из бюджетов формирующих отраслей пищевой промышленности и с 2000 года ежегодно обеспечивает получение в бюджете страны более 17 миллиардов рублей. Кондитерские изделия популярны среди населения как внутри страны, так и за рубежом.

В настоящее время появляется актуальность и возможность создания мучных кондитерских изделий, которые бы позволили доработать рацион питания человека с недостаточным веществом, а в случае ежедневного потребления способствовала улучшению здоровья.

Продукты здорового питания не являются лекарствами и не могут оказывать лечебное действие на организм, но способствуют профилактике болезней, продления жизни, создание условий для увеличения способности организма сопротивляться негативным влияниям окружающей среды, обеспечивает нормальный рост и развитие детей [52].

Создание «обогащенного» питания – мировая тенденция, получившая официальное признание и в Российской Федерации. Научному подходу к этой

проблеме предоставляют исследования в области химии, биохимии, нутрициологии, диетологами и т.д. [49].

В настоящее время вопрос о расширении количества продуктов с использованием местных и нетрадиционных видов сырья особенно актуален, чтобы повысить питательную ценность и эффективность технологического метода приготовления, снизить энергетическую ценность, улучшить качество, биологическую ценность, в то время как обладающих вкусовыми преимуществами по сравнению с традиционным изготовлением рецептур.

В последние годы увеличивается производство и потребление мучных кондитерских изделий. Сегмент данной группы продукции лидирует на рынке вследствие доступности для населения и их традиционного характера в структуре питания. Среди широкого ассортимента кондитерских изделий доля песочных составляет приблизительно 25 % [52].

В настоящее время ведется работа по различным направлениям до следующего уровня сырья, что улучшит качество и питательную ценность песчаных полуфабрикатов.

При создании обогащенных мучных кондитерских изделий необходимо целенаправленно менять свой химический состав, максимизировать свой подход к культуре правильного питания, а также обязательным условием является сохранение традиционных органолептических характеристик, свойств и структуры изделий.

Черемуховая мука – уникальный источник витаминов, минеральных веществ и полиненасыщенных жирных кислот, за счет этого введение черемуховой муки в рацион питания обогатит организм человека полезными веществами, компенсируют витаминную и минеральную недостаточность. Установлено, что семена плоды черемухи снимают нервное напряжение, повышают концентрацию, замедляют процессы старения.

Таким образом, вышеизложенное указывает, что дает основания для разработки новых технологий, которые обеспечивают потребителю характеристики продукта.

Цель и задачи исследования. Цель исследовательской работы – обоснование и разработка технологий и рецептур кексов с частичной заменой пшеничной муки – черемуховой.

Для того, чтобы достичь вышеизложенных целей, необходимо осуществить следующие задачи:

- с научной точки зрения доказать целесообразность использования черемуховой муки в рецептуре кексов;
- разработать технологию продукта с мукой из черемухи;
- комплексно оценить качество разработанного продукта;
- разработать техническую документацию на новый вид продукта.

Научная новизна работы заключается в том, что:

- экспериментально доказана возможность и целесообразность использования муки из черемухи для производства мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности;
- разработаны технологии и рецептуры кексов с использованием муки из черемухи;
- установлено оптимальное количество введения муки из черемухи;
- изучено влияние муки из черемухи на изменение показателей качества изделий в процессе хранения;
- разработана техническая документация на новые виды кексов.

Практическое значение работы. Разработан проект технических условий на мучные кондитерские изделия с использованием муки из черемухи с целью повышения пищевой ценности готового изделия.

Социально-экономический эффект выполненной работы определен расширением ассортимента продуктов повышенной пищевой ценности, экономией традиционного сырья, рациональным использованием местного растительного сырья.

Апробация работы. На основании проведенных исследований разработан проект «Разработка рецептур и технологии кексов с использованием черемуховой муки».

Содержание диссертации. Магистерская работа состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов, списка использованных источников и приложений.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Современное состояние проблемы повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий

Основными направлениями развития новых видов кондитерских изделий являются улучшение ассортимента продуктов функционального питания, увеличение количества белка в изделиях диетического питания, сокращение углеводов, особенно сахаров. В связи с тем, что белок является не только полноценным, но и дефицитным компонентом пищевых продуктов, в настоящее время проводится поиск новых видов белоксодержащего сырья, которые могут быть успешно использованы в производстве кондитерских изделий (молочные и молочные продукты и соевая кукуруза, полужирная масса семян подсолнечника, мука тритикале и т. д.). Для увеличения биологической ценности продуктов также используют такое ценное сырье, как фрукты и овощи. В целях сохранения пищевой и минеральной ценности продуктов разрабатываются новейших технологические процессы для производства кондитерских изделий [4].

Все виды мучных кондитерских изделий характеризуются высокой пищевой и энергетической ценностью. Низкая влажность этих изделий позволяет хранить их длительное время.

Перспективы исследований улучшения химического состава мучных кондитерских изделий в целях увеличения важнейших пищевых веществ, совершенствования химического состава готовых изделий, улучшения сбалансированности основных незаменимых питательных веществ за счет введения биологически ценного натурального, природного сырья доказано отечественными и зарубежными учеными.

Происходящие за последние несколько лет преобразования на рынке мучных кондитерских изделий, изменили традиционный подход к ассортименту данной группы. Высококалорийные мучные кондитерские изделия постепенно набирают популярность среди людей различных возрастных категорий. Рост производства

кондитерских изделий очень заметен, но и спрос на изделия диетического характера, так же набирает обороты. Таким образом, возникает необходимость в повышении пищевой ценности использовать в качестве концентрата традиционных типов белоксодержащих сырья животного и растительного происхождения, а также концентрированные белковые продукты; рациональное использование всех питательных веществ сырья присущие ему по своей природе; использование новых источников из 7 белков, витаминов, микро и макроэлементы, полученные микробиологическими и химическими синтеза мучных кондитерских изделий [2].

Решены вопросы повышения качества и пищевой ценности мучных изделий в то же время, как проблема продления времени их сохранения в свежих формах.

Улучшение пищевой ценности продуктов питания требует увеличения содержания белков, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон.

Эта проблема решена во многих странах в трех основных направлениях: использование сырья, содержащего большое количество белка растительного, а также животного происхождения; разумное применение всех доброкачественных, положительно влияющих на организм природных веществ, сырья; использование мало известных источников белков, питательных и минеральных веществ, полученных путем экспериментального синтеза [52, 54].

У традиционных методов производства продуктов питания имеется много существенных недостатков, самым большим, из которых является низкий выход готовой продукции, получаемый в результате сельскохозяйственной переработки сырья.

При таком раскладе в отходы попадает большой процент веществ, которые с точки зрения биологических потребностей человеческого организма, по крайней мере, не менее ценны, чем основной продукт. Ярким примером служит производство растительного и сливочного масел, сыров, крахмала, в производстве которых имеются отходы с высоким содержанием белка (шроты, обрат, сыворотка и т. п.).

Во многих работах с целью увеличения ценности мучных изделий изучена возможность применения мясного белка. Добавление в рецептуру белковых компонентов, полученных из мясного сырья, в числе 1 % к массе муки значительно улучшают качество мучных изделий [52, 44].

Для увеличения пищевой ценности мучных кондитерских изделий допущено использовать продукты из картофеля. Белковые компоненты картофеля увеличивают пищевую ценность изделий, благодаря тому, что в его составе содержится большое количество лизина, между прочим, его показатель превышает тот, что содержится в составе пшеницы.

Проведен эксперимент: если в рецептуру изделия добавить 10 % картофеля, вследствие этого, увеличивает отношение эффективности белков мучных изделий с 0,51 к 0,95 [52].

Перспективным источником белка так же являются морская водоросль, низшие организмы, которые являются быстроразмножающимися, а также грибы.

По экономической эффективности эти источники белка являются самыми прибыльными, но применение их сопряжено со многими трудностями технологической и медико-биологической природы, но разработка имеет отличные перспективы в пищевой промышленности [3].

В некоторых случаях комбинация муки и обогатителей, не только улучшает белковый состав, но и обогащает готовые изделия витаминами, минеральными веществами и микроэлементами. Продукты переработки молока содержат хорошо усвояемые соли фосфора, кальция и др. За счет высокого содержания органически связанного йода в качестве обогатителей возможно применение порошка морской капусты, а также в ней содержатся витамины С, Е, группы В, бром, кобальт и др.

В настоящее время в качестве нетрадиционных добавок используют большой ассортимент сырья, в связи с чем их можно условно разделить на следующие группы:

белковое обогатительное сырье, которое содержит в своем составе от 25 % белка [47]. Настоящая кладезь – это молочные продукты: молоко, творог, сыворотка, сметана, сливки, пахта. Молочная сыворотка в своем составе имеет такие

биологически активные компоненты как углеводы, минеральные вещества, ферменты, антитела, микроэлементов, пигментов и антибиотиков. Используется также белок концентраты – казеинат натрия, сухая молочная белковая пища [27].

В последние годы кондитерская промышленность широко используется полученные белоксодержащие продукты растительного происхождения – соя дезодорированная мука (нежирная, полужирная, обезжиренная), соевая белковых концентратов и изолятов соевого белка и других бобовых культур, содержащих большое количество лизина и триптофана [27].

Поскольку увеличение ценности пищи печенья использует муку от бобов, гороха и фасоли в количестве от 5 % до 10 % к массе муки. Использование муки от нута увеличивает биологическую стоимость продукта [6, 14].

Обогащение растительных волокон – это сырье, которое содержит волокно более 10%, например, свекла и зерно, пшеница с отрубями и другим сырьем. Они содержат пектин, целлюлозу, гемицеллюлозу, лигнин – одним словом – балластные вещества, которые обладают способностью затормаживать всасывание углеводов, понижать секрецию инсулина, связывать и удалять из организма шлаки и токсины [1].

Фруктово-ягодное сырье, также активно используют для обогащения кондитерских изделий минеральными веществами и витаминами. Используются различные ягоды и фрукты, такие как черная смородина, жимолость, слива, различные выжимки и др.

В кондитерской промышленности была проделана большая работа по привлечению нетрадиционного сырья, такого как яблочные порошки, подварки фруктовые, соки, плодов диких деревьев, выдувной крупы. Добавление в рецептуру данных продуктов позволяет уменьшить удельный расход сахара на 1 т изделий, увеличить пищевую ценность изделий [35]. Разработаны технологии производства полуфабрикатов для кондитерских изделий. К ним относятся подварки из столовой свеклы, моркови и тыквы. Данные плодовоовощные культуры содержат большое количество минеральных веществ, которые являются незаменимыми в ежедневном рационе человека. Пектиновые вещества, которые

содержащиеся в овощах, благодаря своему антисептическому действию, способны выводить из организма человека шлаки и токсины, вредные вещества. На основе овощных пюре созданы технологии получения заварных пряников, крекера, кексов, бисквитов, печенья, а также сахаристых кондитерских изделий [52, 37].

Кондитерская промышленность широко использует полученные белоксодержащие продукты растительного происхождения – соя дезодорированная мука (нежирная, полужирная, обезжиренная), соевая белковых концентратов и изолятов соевого белка и других бобовых культур, содержащих большое количество лизина и триптофана [4].

На протяжении долгого времени ученые проводят исследования по созданию продуктов питания, с использованием фитообогатителей, которые представлены в виде экстрактов, морсов, порошков и т.д., так же активное применение нашли быстроразмножающиеся низшие микроорганизмы, крупка или порошок из морских бурых водорослей, или водорослевый порошок «Маринид». Данные направления позволяют получить продукт, который будет обогащен витаминами, минералами, различными элементами, а также углеводами [6].

Таким образом, существуют различные способы повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий на основе животного, растительного сырья и продуктов микробиологического синтеза [52, 48].

1.2 Классификация и ассортимент мучных кондитерских изделий

Мучным кондитерским изделием, согласно ГОСТ Р 5 041-2008, называется выпеченный пищевой продукт или изделие, содержащее в своем составе выпеченный полуфабрикат, на основе муки и сахара, с содержанием муки в выпеченном полуфабрикате не менее 25 %.

Это большая группа товаров, характеризующая высокой калорийностью, хорошим вкусом, разнообразием состава и свойств.

Виды мучных кондитерских изделий:

- печенье;
- вафли;
- пряничные изделия – пряники, коврижки;
- кексы;
- рулеты;
- торты;
- пирожные;
- мучные восточные сладости.

Мучные кондитерские изделия отличаются от сахаристых тем, что в их рецептуру входит мука. Наряду с мукой к основным видам сырья в производстве мучных кондитерских изделий относятся сахар, жиры, яичные и молочные продукты. Различные ароматические, красящие вещества, фруктово-ягодные добавки и химические разрыхлители относятся к вспомогательным веществам.

Мучные кондитерские изделия занимают большой удельный вес в общей выработке (более 40 %) кондитерских изделий.

Ассортимент мучных кондитерских изделий, вырабатываемых в нашей стране – разнообразен, он непрерывно изменяется, с каждым годом возрастает в нашей стране, а следовательно – в регионе.

Производство мучных кондитерских изделий состоит из следующих основных операций: приготовление теста, формование изделий, выпечка, охлаждение, упаковка и маркировка [1].

К мучным кондитерским изделиям, также как и к другим видам пищевых продуктов, предъявляются определенные требования по качеству готовых изделий. Качество изделий в первую очередь оценивают по органолептическим свойствам, то есть по вкусу и запаху, цвету, форме, состоянию поверхности [5].

Вкус и запах являются важнейшими нормативами квалитетической идентификации. Если запах и вкус имеет дефекты (посторонний запах, вкус не

соответствующий виду изделия), то продукция автоматически не является бракованной.

Для ассортиментной идентификации вкус применяется в первую очередь для определения вида изделия, наименования или торговой марки. Изделия одной подгруппы не всегда имеют характерные признаки вкуса и аромата, хотя при их изготовлении используется сырье с разными вкусовыми и ароматическими характеристиками, но все же преобладающий вкус у большинства подгрупп и видов – сладкий. Именно вкус является главным показателем для кондитерских изделий, а также играет не маловажную роль для основных потребителей мучных кондитерских изделий – женщин и детей [21].

Аромат кондитерских изделий определяется совместно со вкусовыми характеристиками. При производстве мучных кондитерских изделий основной запах формируется в процессе выпечки. Так как при производстве мучных кондитерских изделий отсутствует процесс брожения – выпеченные изделия не имеют «хлебного» запаха. Добавление к классическим рецептурам сдобы и пряностей, ароматизаторов и различных фруктово-ягодных и овощных концентратов, придают мучным кондитерским изделиям специфичные запахи, позволяющие разнообразить их ассортимент.

Например, запах пряников – является одним из наиболее интенсивных в связи с использованием пряностей, его трудно спутать с запахом печенья или тортов.

Внешний вид оценивается у всех кондитерских изделий. Это один из наиболее значимых показателей качества, хотя и не самый достоверный, так как в процессе производства товаров, не соответствующих стандарту, именно по внешнему виду стремятся придать сходство с подлинным товаром.

Цвет кондитерских изделий должен соответствовать заданным характеристикам, описанных в стандартах [25].

Форма – это один из главных показателей при ассортиментной идентификации изделий, особенно идентификации наименований и торговых марок кондитерских изделий. Форма кондитерских изделий отличается большим

разнообразием даже внутри вида. Практически всегда этот показатель формируется в процессе производства и на последующих этапах технологического цикла товародвижения не может быть изменен.

Поверхность кексовых изделий должна быть немного выпуклая и иметь характерные, для данных изделий – трещинки, а та же в зависимости от рецептуры и вида изделия их поверхность иногда украшается отделочными полуфабрикатами, такими, как глазурь, сахарная пудра, карамель, шоколад, вафельная крошка, а также художественное оформление.

Все показатели органолептической оценки указаны в государственных стандартах. Но все же описание для каждого отдельного изделия, или наименования изделий обычно цитируется в Сборниках рецептур или технологических картах [9].

Стандартом также нормируются физико-химические показатели изделий, такие как влажность, массовая доля сахара, жира и др.

1.3 Пищевая ценность мучных кондитерских изделий

Одним из важнейших компонентов здорового образа жизни, обеспечивающего сохранение здоровья и высокую трудоспособность человека, является рациональное питание. Анализ фактического питания населения свидетельствует о его несбалансированности по основным пищевым веществам с тенденцией увеличения потребления продуктов, содержащих насыщенные жиры и простые углеводы [1, 2].

В России мучные кондитерские изделия (МКИ) не считаются продуктами, которые вносят положительный вклад в рацион питания человека. Они не сбалансированы по химическому составу, характеризуются высокой калорийностью за счет большого содержания жира и сахара. Однако россияне не желают отказываться от потребления любимых лакомств. Объем производства мучных кондитерских изделий ежегодно увеличивается и в настоящее время составляет более 1,7 млн. т.

Вместе с тем все больше людей обращают внимание на химический состав и энергетическую ценность продуктов. Поэтому производители стараются сохранить объемы выпуска, в том числе расширяя ассортимент продукции новыми видами, в частности содержащими полезные компоненты [10].

Мы проведем оценку преимуществ пищевой ценности мучных кондитерских изделий в основных пищевых веществах.

Для расчета показателя пищевой ценности МКИ использовали данные по нормам потребления основных пищевых веществ, в том числе для различных групп населения [5]. Средняя суточная потребность взрослого человека в основных пищевых веществах принималась следующая: содержание белков – 75 г, жиров – 8 г, углеводов – 65 г, пищевых волокон – 0 г [4].

Таблица 1 – Пищевая ценность кекса

Наименование показателя	Содержание в порции	% от нормы
Калории	276,2 кКал	19,4 %
Белки	6,2 г	7,56 %
Жиры	13,6 г	20,92 %
Углеводы	34,4 г	26,88 %
Пищевые волокна	0,1 г	0,5 %
Вода	27,8 г	1,09 %

В таблице 2 приведено содержание пищевых веществ (калорийности, белков, жиров, углеводов, витаминов и минералов) на 100 г съедобной части.

Таблица 2 – Химический состав и анализ питательной ценности кекса

Нутриент	Количество	Норма**	% от нормы в 100 г	% от нормы в 100 ккал	100% нормы
Калорийность	276.2 кКал	1684 кКал	16,4 %	5,9 %	1684 г
Белки	6,2 г	76 г	8,2 %	3 %	76 г
Жиры	13,6 г	60 г	22,7 %	8,2 %	60 г
Углеводы	34,4 г	211 г	16,3 %	5,9 %	211 г
Органические кислоты	0,5 г	~			
Пищевые волокна	0,08 г	20 г	0,4 %	0,1 %	20 г

Продолжение таблицы 2

Нутриент	Количество	Норма**	% от нормы в 100 г	% от нормы в 100 ккал	100% нормы
Вода	27,8 г	2400 г	1,2 %	0,4 %	2317 г
Зола	13,9 г	~			
Витамины					
Витамин А, РЭ	100 мкг	900 мкг	11,1 %	4 %	901 г
Ретинол	0,1 мг	~			
Витамин В1, тиамин	0,3 мг	1.5 мг	20 %	7,2 %	2 г
Витамин В2, рибофлавин	0,5 мг	1.8 мг	27,8 %	10,1 %	2 г
Витамин В4, холин	56,7 мг	500 мг	11,3 %	4,1 %	502 г
Витамин В5, пантотеновая	0,4 мг	5 мг	8 %	2,9 %	5 г
Витамин В6, пиридоксин	0,09 мг	2 мг	4,5 %	1,6 %	2 г
Витамин В9, фолаты	21,4 мкг	400 мкг	5,4 %	2 %	396 г
Витамин В12, кобаламин	0,1 мкг	3 мкг	3,3 %	1,2 %	3 г
Витамин С, аскорбиновая	0,06 мг	90 мг	0,1 %		60 г
Витамин D, кальциферол	0,4 мкг	10 мкг	4 %	1,4 %	10 г
Витамин Е, альфа токоферол, ТЭ	1,3 мг	15 мг	8,7 %	3,1 %	15 г
Витамин Н, биотин	4,8 мкг	50 мкг	9,6 %	3,5 %	50 г
Витамин РР, НЭ	1,7292 мг	20 мг	8,6 %	3,1 %	20 г
Ниацин	0,7 мг	~			
Макроэлементы					
Калий, К	143 мг	2500 мг	5,7 %	2,1 %	2509 г
Кальций, Са	41.4,мг	1000 мг	4,1 %	1,5 %	1010 г
Кремний, Si	1,1 мг	30 мг	3,7 %	1,3 %	30 г
Магний, Mg	10,9 мг	400 мг	2,7 %	1 %	404 г
Натрий, Na	40 мг	1300 мг	3,1 %	1,1 %	1290 г
Сера, S	49,4 мг	1000 мг	4,9 %	1,8 %	1008 г
Фосфор, Ph	82,7 мг	800 мг	10,3 %	3,7 %	803 г
Хлор, Cl	39,8 мг	2300 мг	1,7 %	0,6 %	2341 г
Микроэлементы					
Алюминий, Al	280,4 мкг	~			
Бор, В	9,7 мкг	~			
Ванадий, V	23,7 мкг	~			
Железо, Fe	1,1 мг	18 мг	6,1 %	2,2 %	18 г
Йод, I	4,5 мкг	150 мкг	3 %	1,1 %	150 г
Кобальт, Co	2,1 мкг	10 мкг	21 %	7,6 %	10 г
Марганец, Mn	0,2537 мг	2 мг	12,7 %	4,6 %	2 г
Медь, Cu	48,4 мкг	1000 мкг	4,8 %	1,7 %	1008 г

Окончание таблицы 2

Нутриент	Количество	Норма**	% от нормы в 100 г	% от нормы в 100 ккал	100% нормы
Молибден, Mo	4,9 мкг	70 мкг	7 %	2,5 %	70 г
Никель, Ni	0,6 мкг	~			
Олово, Sn	2,4 мкг	~			
Селен, Se	1,7 мкг	55 мкг	3,1 %	1,1 %	55 г
Стронций, Sr	1,4 мкг	~			
Титан, Ti	2,9 мкг	~			
Фтор, F	16,4 мкг	4000 мкг	0,4 %	0,1 %	4100 г
Хром, Cr	1,4 мкг	50 мкг	2,8 %	1 %	50 г
Цинк, Zn	0,4383 мг	12 мг	3,7 %	1,3 %	12 г
Усвояемые углеводы					
Крахмал и декстрины	15,6 г	~			
Моно – и дисахариды (сахара)	1,1 г	max 100 г			
Стероиды (стерины)					
Холестерин	94 мг	max 300 мг			

Кекс кондитерский богат такими витаминами и минералами, как: витамином А – 11,1 %, витамином В1 – 20 %, витамином В2 – 27,8 %, холином – 11,3 %, кобальтом – 21 %, марганцем – 12,7 % [11].

Польза кексов:

- Витамин А отвечает за нормальное развитие, репродуктивную функцию, здоровье кожи и глаз, поддержание иммунитета.
- Витамин В₁ входит в состав важнейших ферментов углеводного и энергетического обмена, обеспечивающих организм энергией и пластическими веществами, а также метаболизма разветвленных аминокислот. Недостаток этого витамина ведет к серьезным нарушениям со стороны нервной, пищеварительной и сердечно – сосудистой систем.
- Витамин В₂ участвует в окислительно-восстановительных реакциях, способствует повышению восприимчивости цвета зрительным анализатором и темновой адаптации. Недостаточное потребление витамина В₂ сопровождается нарушением состояния кожных покровов, слизистых оболочек, нарушением светового и сумеречного зрения.

1.4 Перспективы использования черемуховой муки в производстве мучных кондитерских изделиях

В современном мире широко распространены заболевания кишечника. Одним из таких заболеваний является целиакия (глютенная энтеропатия).

Это мультифакториальное заболевание, нарушение пищеварения, вызванное повреждением ворсинок тонкой кишки некоторыми пищевыми продуктами, содержащими определённые белки – глютен (клейковина) и близкими к нему белками злаков (авенин, гордеин и др.) – в таких злаках, как пшеница, рожь, ячмень и овёс. Диета, которая предполагает полное исключение пищи, содержащей глютен (клейковину) является единственным признанным в медицине методом лечения целиакии или связанных с этим заболеванием симптомов.

Перспективным направлением создания безглютеновых продуктов является применение видов муки, не содержащих глютен [12].

В изобилии продуктов, которые используются в кулинарии можно потеряться, поэтому не удивительно, что о черемуховой муке знают не многие. В то же время этот ингредиент широко известен в узких кругах, и как уникальный компонент изысканных блюд, и как элемент диетического рациона для снижения веса, и как элемент производства безглютеновой продукции.

Ещё в древности ягоды черёмухи собирали на территории всех славянских и многих средиземноморских и ближневосточных стран и использовали для добавления в пироги, сладости и различные десертные блюда. И лишь относительно недавно из черёмухи начали получать муку. Но в отличие от большинства других видов муки, которые производятся из чистых зёрен, черёмуховую получают путём высушивания и перемалывания именно плодов. Перемолотые ягоды черемухи, имеют очень яркий вкус и аромат, напоминающий миндальную эссенцию, вишневые косточки и шоколад одновременно. Характерный аромат связан с тем, что в косточках черемухи содержится достаточное количество амигдалина, имеющего выраженный оттенок косточек миндального дерева. Вкус черемуховая мука имеет сладкий с горчинкой [13].

Плоды черемухи издавна используют в качестве вяжущего, болеутоляющего, противовоспалительного, бактерицидного и закрепляющего средства. Такие полезные свойства черемуховой муки обусловлены в первую очередь её составом (таблица 3) [2].

Таблица 3 – Химический состав пшеничной и черемуховой муки, %

Показатели	Мука пшеничная	Мука черёмуховая
Углеводы	69,8	21,8
Белки	10,8	7,6
Жиры	1,	–
Пищевые волокна	,5	4,7
Сахар	1,0	21,8
Яблочная кислота	0, 4	7,6
Лимонная кислота	–	-
Аскорбиновая кислота	–	4,7
Минеральные вещества мг%		
Магний	16	0,9
Железо	1,2	0,2
Цинк	0,7	0,1
Медь мг %	100	100
Кобальт мг %	1,6	10000
Витамины мг %		
РР	1,2	0,9
В ₁	0,17	0,39
В ₂	0,04	0,07
Е	1,5	1,7

Мука богата дубильными веществами, содержит флавоноиды, которые являются мощными антиоксидантами, способных нейтрализовать действие свободных радикалов, снизить риск развития злокачественных опухолей, способствовать укреплению стенок кровеносных сосудов. Присутствие триметиламина, смолы, камеди.

Черемуховая мука в настоящее время с каждым годом получает все большее распространение, ее используют при хлебопечении, при выпечке мучных кондитерских изделий. Поэтому исследование хлебопекарных свойств черёмуховой муки является актуальной задачей [15].

Методы исследования: органолептические показатели определяли по ГОСТ 27558-87; влажность муки по ГОСТ 9404-88; водоудерживающую способность – унифицированным методом с помощью центрифугирования мучной суспензии в

течении 15 мин при скорости вращения 6000 об/мин; температуру клейстеризации – нагреванием мучной суспензии до температуры 55–95 °С с шагом 10 °С и последующим центрифугированием охлажденной пробы в течении 10 мин при скорости вращения 5000 об/мин; кислотность муки определяли по ГОСТ 2749-87 методом болтушки; автолитическую активность по ГОСТ 27495; по ГОСТ 2789-2011 определяли качество и количество клейковины в тестируемых изделиях [16].

Результаты исследования технологических свойств черёмуховой муки представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Органолептические и физико–химические показатели качества муки

Показатели	Пшеничная мука	Черёмуховая мука
Цвет	Белый	коричневый, шоколадно – коричневый
Вкус	безвкусная	сладко – горьковатый, наличие хруста
Запах	Нет	миндальный, ярко выраженный
Влажность %	14,5	6,2
Кислотность	4,0	,2
Автолитическая активность	0	9
Количество клейковины %	8	–
Качество клейковины	Цвет сырой клейковины – светлый; Разрыв – 6см (короткая); 2-я группа качества клейковины (неудовлетворительно слабая); Деформация 106,9	–
Водоудерживающая способность, г/1 г муки при различных температурах:		
20 °С	0,98	1,01
55 °С	1,07	1,07
65 °С	1,17	1,07
75 °С	1,44	1,07
85 °С	2,87	1,07
95 °С	1,16	1,09

Как видно из таблицы 4, водоудерживающая способность черёмуховой муки достаточно низкая и при нагревании изменяется незначительно. Клейстеризация водной суспензии черёмуховой муки при нагревании не обнаружена. Чем больше

в муке клейковины и чем лучше качество этой клейковины, тем выше хлебопекарные свойства муки. Черёмуховая мука не имеет клейковину, следовательно, она не обладает хлебопекарными свойствами. Черёмуховая мука обладает ярко выраженными цветом, вкусом и запахом. Влажность такой муки почти в два раза ниже, чем у пшеничной муки, что говорит о её низкой гигроскопичности. Кислотность черёмуховой муки немного ниже, а автолитическая активность немного выше, чем у пшеничной муки [17].

При исследовании микроскопических снимков водной суспензии муки, нагретой до температуры 55–95 °С с шагом 10 °С (рисунок 1), выявлено разваривание частиц муки.

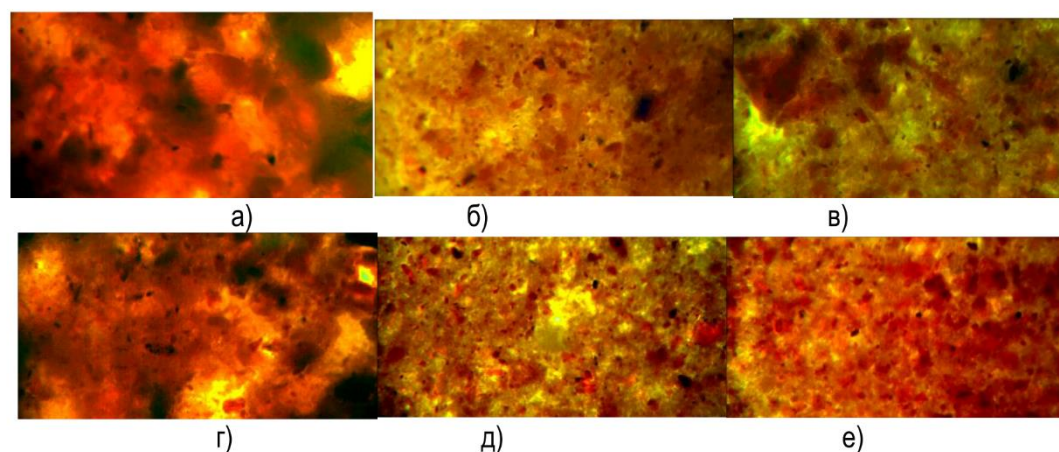


Рисунок 1 – Микрофотоснимки водной суспензии черёмуховой муки при различных температурах нагревания: а) 20 °С, б) 55 °С, в) 65 °С, г) 75 °С, д) 85 °С, е) 95 °С

Мука черёмухи не обладает хлебопекарными свойствами пшеничной муки, такими как, образование клейковины и клейстеризация, однако богата минеральными и органическими соединениями, а также витаминами. Её рекомендуется использовать в кондитерской промышленности в качестве добавки к пшеничной муке или безглютеновой смеси, для изделий, не требующих высокое содержание клейковины, таких как бисквит, масляный бисквит и миндальное тесто [18].

1.5 Основное сырье для производства мучных кондитерских изделий – кексов

Кексы представляют собой один из широко распространённых и востребованных видов мучного десерта, в состав которого входят большое количество сахара, жира, яиц и вкусовых наполнителей. Наполнителями могут быть различные фрукты, ягоды, орехи, цукаты. Некоторые виды кексов содержат в своем составе такие пряности как:

- ванильная пудра или ванильная эссенция, содержащая соль и красители;
- шафран;
- кардамон.

В качестве сахара при производстве кексов используется сахарный песок, а также рафинадная или сахарная пудра. В то время как в качестве жиров, применяются такие продукты как:

- растительное или сливочное масло;
- в некоторых случаях маргарин.

Помимо этого, существуют разновидности кексов для изготовления, которых используются такие молочные продукты как:

- творог;
- цельное или сухое молоко;
- крахмальная патока;
- фруктово-ягодное повидло.

Уровень влажности готовой продукции может варьироваться от 10 до 40 %, в то время как высокая энергетическая ценность данного продукта, которая составляет не менее 60 калорий на 100 г продукта, достигается за счет полезных в пищевом отношении сухих веществ, обеспечивающим кексам приятный вкус и аромат [19].

В данное время повышенным потребительским спросом пользуются глазированные кексы и кексы с содержанием начинки, представляющей собой изготовленный из лесных ягод джем. Процесс изготовления теста для кексов заключается в многофазной структурированной системе с применением воздушной фазы, основным предназначением которой является придание тесту пористой структуры. Помимо этого, рецептура изготовления кексов предусматривает использование как дрожжей так и химических разрыхлителей. В качестве разрыхлителей могут использоваться поверхностно активные вещества.

В зависимости от рецептуры и метода изготовления кексы можно условно подразделить на такие группы как:

- изготовленные на дрожжах;
- изготовленные на химических разрыхлителях;
- изготовленные без применения дрожжей и химических разрыхлителей.

Технология изготовления дрожжевого теста предусматривает предварительное изготовление опары посредством следующего метода: дрожжи, которые составляют 50 % рецептурного количества, мелко измельчают и разводят в теплой воде температурой не ниже 40 °С, после чего в полученную смесь добавляют часть меланжа и муки – не более 60 % с последующим тщательным перемешиванием. По завершению вымешивания поверхность опары слегка присыпают мукой, после чего закрывают полотном и оставляют для дальнейшего брожения на срок не менее 4 часов. Основными критериями качества опары являются ее влажность уровнем не более 52 % и кислотность – не более, 50 [20].

При производстве кексов основным строительным элементом его структуры является – пшеничный крахмал, который входит в состав муки. Его функция четная важнее роли белка, а это означает, что при определении требуемых свойств муки, Многие показатели, основанные на измерении белка, незначительны [40, 41]. Обычно мука производится из мягкой пшеницы с показателем клейковины 28 – 4 % слабого или среднего качества [2, 40, 45]. Чем крупнее частицы муки, тем с меньшей скоростью происходит процесс образования теста, что связано со снижением скорости проникновения воды внутрь белка [4, 40].

Сахар, помимо того, что образует вкус продуктов, является структурирующим средством коллоидной тестовой системы [45]. В технологии кексов с использованием и без использования химических дезинтеграторов сахар действует как стабилизатор структуры пены. Температура стабилизации крахмала возрастает в том случае, если дозировку сахара увеличивают и в связи с этим происходит позднее упрочнение структуры кекса [40].

Применение инвертного сахара имеет положительное влияние на пенообразующую способность, благодаря использованию инвертного сахара снизится негативное влияние сахарозы. Фруктоза и глюкоза обладают высокой гигроскопичностью, в связи с этим готовые изделия медленно теряют влагу. Использование инвертного сахара так же приводит к снижению плотности теста, тем самым положительно влияя на повышение объема, а также сокращению времени взбивания [8, 20, 2, 47].

Яичные продукты в производстве мучных кондитерских изделий играют роль природного пенообразователя, а также эмульгатора, способствующего формированию пористой структуры, фиксации формы, улучшению органолептических свойств, а также органолептических показателей. Значительное содержание незаменимых аминокислот в яичном белке, позволяет улучшить пищевую и энергетическую ценность готовых изделий [19, 45].

Использование крахмала, а также его производных (декстринов) позволяют увеличить пенообразующую способность, поскольку они проявляют некоторые свойства поверхностно-активных веществ [19].

При анализе информации, представленной выше следует отметить для производства новой продукции, необходимо восполнить сырьевую базу нетрадиционного сырья, а также рассмотреть технологию, при которой будет заменяться частично нетрадиционное сырье в каком-либо процентном соотношении.

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Технология производства мучных кондитерских изделий – кексов с применением черемуховой муки

Технологическая схема производства кексов с добавлением черемуховой муки, состоит из нескольких основных стадий, представленных на схеме

- подготовка сырья к впуску в производство;
- замес теста;
- формовка теста;
- выпечка кексов;
- охлаждение кексов;
- отделка поверхности.

Сырье поступает на производство пищевых продуктов согласно требованиям, оно проходит тщательную проверку специалистами технологического контроля предприятия, а также важным фактором поступления сырья на производство является наличие заключения лаборатории.

Если предприятие активно использует импортные пищевые добавки, то предприятию доставляется сертификат и сертификация на приобретенную продукцию от фирмы-поставщика, а также гигиенический сертификат, либо разрешение Госкомсанэпиднадзора Российской Федерации.

В специально отведенном подготовительном отделении ведется подготовка сырья к впуску в производство.

После предварительной очистки тары от загрязнений, происходит растаривание сырья, полуфабрикатов, а также подсобных материалов.

Просеивается через сита и специальные магнитоуловители все сыпучее сырье, поступающее на предприятия.

Муку хранят отдельно от всех видов сырья, ее хранение производится в специальных помещениях, штабелями на стеллажах на расстоянии 15 см от уровня пола и 50 см от стен.

Поступающие на предприятие дрожжи (сухие и прессованные), дрожжевое молочко хранят при температуре от 0 до +4 °С. Допускается хранение сменного или суточного запаса прессованных дрожжей в условиях цеха.

Жиры, яйца и молочные продукты необходимо хранить в специальных холодильниках при температуре от 0 до +4 °С [30].

Яичный меланж допускается в тесто для изготовления мелкоштучных кондитерских и хлебобулочных изделий при соответствии требуемым органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Яичный меланж хранится при температуре от –6 до 5 °С. Хранение дефростированного меланжа более 4 часов не допускается.

Молоко коровье пастеризованное хранится при температуре от 0 до 6°С не более 36 часов с момента окончания технологического процесса его производства.

Масло сливочное тщательно проверяется после распаковки и зачищается с поверхности. При наличии загрязнений на поверхности и в случае микробиологической порчи масло не допускается для производства [42].

Патока, мед, сиропы, жидкие шоколадные полуфабрикаты, растопленные жиры, молоко цельное должны быть процежены через специальные сита, молоко после процеживания – кипятиться.

Для кондитерских изделий могут использоваться свежие чистые куриные яйца, без пороков, с неповрежденной скорлупой, не ниже 2–й категории. Яйца должны овоскопироваться и сортироваться.

Для замеса теста применяют тестомесильные машины с подкатными дежами вместимостью 140 и 270 л. Для замеса небольшого количества теста используют взбивальные машины. Месильный рычаг может иметь следующие формы: проволочную, плоскорешетчатую, крючкообразную, овальную. Использование их зависит от густоты замешиваемого теста. В комплект тестомесильной машины входят три дежи для одновременного замеса теста. Во время замеса происходят сложные процессы, которые вызывают непрерывное изменение свойств теста.

Набухание клейковины и крахмала происходит в течение часа. В первый период замеса тесто липкое и влажное; при продолжении замеса тесто перестает быть липким и легко отстает от рук [38].

Замес теста, производимый рычагом тестомесильной машины, более интенсивный, чем вручную, поэтому достижение оптимальных свойств теста происходит быстрее. Продолжительность замеса теста из муки со слабой клейковиной должна быть меньше, чем из муки с сильной клейковиной. В процессе замешивания тесто приобретает новые физические свойства: упругость, растяжимость и эластичность.

Формирование кексов происходит при выпечке в результате физико-химических процессов, главным образом коллоидных. Одновременно формируются вкусовые качества, аромат, цвет. Технологические параметры выпечки (температура, продолжительность) кексов зависят от рецептуры, массы тестовых заготовок, конструкции печи. Выпечку кексов производят в печах, применяемых для выпечки мучных полуфабрикатов, при температуре 160–200 °С в течение 18–120 мин в зависимости от массы тестовых заготовок, их формы и рецептурного состава. Выпеченные кексы охлаждают 4–5 ч, извлекают из форм и зачищают поверхность ножом или теркой [40].

Конечным этапом в производстве кексов с черемуховой мукой является этап внешней отделки. Чтобы придать кексам приятный вид и уменьшить высыхание поверхности, их оформляют отделочными полуфабрикатами – сахарной пудрой, помадой, цукатами, тираженным сиропом, сахарной глазурью. Технологический процесс производства кексов с черемуховой мукой, представлен в Приложении А.

2.2 Физико-химические, коллоидные и биохимические процессы, происходящие на каждой стадии производства кексов.

В процессе приготовления теста протекает целый комплекс процессов, оказывающих влияние на качество готового продукта. Свойства теста сразу после замеса определяется в основном развитием коллоидных, физико-механических и

биохимических процессов. Образование теста, обладающего упругими, вязкими, пластичными и другими физическими свойствами, обусловлено в основном изменениями его белковых веществ.

Мука является основным сырьем для приготовления теста для кексов. Чем выше класс муки, тем светлее цвет мучного кондитерского изделия. Качество продуктов и свойств теста зависит от количества и качества глютена. Мука с сильной клейковиной делает тесто более эластичным. Если при замесе теста для изготовления кексов используют муку крупного помола, то частично меняют технологический процесс – увеличивают продолжительность замеса теста, а также влажность изделий.

Сахар придаст тесту мягкость, пластичность. Избыток сахара в тесте делает его расплывчатым и липким. В присутствии сахара уменьшается способность белков муки к набуханию. В дрожжевом тесте сахара сбраживаются с получением спирта, молочной кислоты и углекислого газа. В тесте может быть сахара от 3 до 35 % массы муки. Тесто с небольшим количеством жира и большим количеством сахара приобретает твердость и стекловидность [37].

Благодаря содержанию жира в кексах, они приобретают хороший вкус, хрупкость, стратификацию. Жир, вводится в тесто в пластическом состоянии, равномерно распределяется по поверхности клейковины, образуя пленку. Белки менее набухают, тем самым клейковина становится мягкой, менее эластичной и легко рвущейся. В процессе выпечки функция жира играет не малое значение – он удерживает воздух, способствуя хорошему подъему изделий.

Крахмал придаст продуктам хрупкость. При выпекании на поверхности продуктов крахмал превращается в декстрины, образуя блестящую корку. В рецептах допустимо, чтобы некоторые продукты заменили до 10 % муки крахмалом.

Яйца придают изделию приятный вкус, цвет и создают пористость. Белок яичных продуктов обладает пенообразующими свойствами, разрыхляет тесто. При выпечке белок коагулирует из него для эластичности и прочности структуры продуктов [36].

Замес теста осуществляется вручную или механически (в кухонных комбайнах или домашних тестомесильных машинах) и проводится в течение 5–20 мин. Замес теста, производимый даже более интенсивный, поэтому достижение оптимальных свойств теста происходит быстрее.

В результате замешивания образуется однородная эластично-пластическая капиллярно-пористая масса, содержащая муку, дрожжи, яйца и другие компоненты.

Пшеничное тесто становится эластичным и упругим в следствии того, что образуется губчатый клейковинный каркас. Основной целью замеса является получение из отдельных ингредиентов однородной массы и придание ей свойств, обеспечивающих нормальное протекание биохимических, микробиологических, коллоидных и других процессов на последующих стадиях выпечки изделий из теста.

Твердую фазу теста составляют не растворимые в воде белки. С точки зрения связывания в тесте воды очень важно, чтобы некоторые зерна крахмала муки были повреждены во время шлифования. Цельные зерна крахмальной муки могут связывать максимум 44 % влаги с сухим веществом, а поврежденные зерна крахмала могут поглощать воду до 200 %. Белки, образующие клейковину, способны поглощать и связывать воду более чем вдвое, чем ее масса.

Наряду с «твердой» фазой в тестообразовании существует и «жидкая» фаза. В части воды, она состоит из натурально растворимых веществ теста.

Газовая фаза проходит испытание вместе с твердой и жидкой фазой. На этом этапе во время смешивания теста воздушные пузыри захватываются и удерживаются. Увеличивается количество газа в тесте во время процесса дозирования. Некоторая часть воздуха добавляется с мукой, пока тесто не замешивается (поэтому важно просеять муку перед использованием, обогащая ее кислородом).

Газообразной фазе, образованной в тесте во время замеса, отводится существенная роль в образовании пористости мякиша будущего выпеченного

изделия, особенно – хлеба. Пузырьки удерживаемого воздуха становятся «зародышами» пор, образующихся во время ферментации, коррекции и выпечки.

После замеса, тесто принято рассматривать, как систему, состоящую из трех фаз. Таким образом соотношение массы отдельных фаз в значительной мере обуславливает свойства теста. Повышение доли свободной жидкой и газообразной фазы «ослабляет» тесто, делая его более жидким и более текучим. Увеличение доли свободной жидкой фазы – одна из причин повышенной липкости теста.

Выделяют три стадии замеса:

- смешивание компонентов;
- образование тестовой массы
- пластикация (обработка).

Равномерное распределение и увлажнение муки, происходит на первой стадии замеса теста. Как нам известно, на этой стадии белки клейковины связывают воду и набухают. Перемешивание данной массы приводит в тому, что белки – слипаются, тем самым образуют каркас теста. Для достижения равномерного смешивания компонентов, стадия должна производиться в кратчайшее время. В обратном случае – будет мука будет набухать с образованием комочков, которые будут являться помехой для равномерного распределения компонентов. Завершением первой стадии можно считать образование однородной вязкой и пластичной тестовой массы.

Второй этап – фактически замешивание – характеризуется выравниванием содержания влаги внутри частиц муки, дальнейшим набуханием белков и переполнением водорастворимых компонентов муки в жидкую фазу. На скорость второго этапа замешивания влияют общие свойства муки, степень измельчения зерен крахмала, температура и рецептурные добавки, вводимые в тесто. Когда влага поглощается, белки значительно увеличиваются в объеме, образуя безглютеновый скелет, связывая разбухшие зерна крахмала и нерастворимые частицы муки. Второй этап дозирования не требует энергичной обработки.

Третий этап – пластикация – сопровождается структурными изменениями в тесте. Как замешивание, замешивающие крюки действуют на массу с уже

сформированной структурой. Одновременно с процессами формирования капиллярно – пористой структуры теста происходят процессы разрушения. Постепенно наступает момент, когда эти процессы начинают преобладать над процессами формирования структуры. Тесто прекращается, когда структура теста находится на грани краха. Замедление в конечном счете должно обеспечить равномерное смешивание всех компонентов и получение теста с определенными свойствами.

Продолжительность замеса зависит от прочности муки, формулы, интенсивности удара (интенсивность замешивания). Чем крепче мука, тем дольше вымешивается. Продолжительность перемешивания теста из муки со слабым глютенем должна быть меньше, чем из муки с сильным глютенем. В дополнение к удалению влаги во время выпечки тестовых заготовок другие компоненты теста претерпевают изменения, что положительно влияет на структуру продуктов и их качественные показатели.

Основную роль в образовании структуры теста играют белки и крахмал, именно они претерпевают значительные изменения при производстве мучных кондитерских изделий. При прогреве теста до температуры 50 – 70 °С белковые вещества теста денатурируют и освобождают воду, поглощенную при набухании. В этом же температурном интервале происходит интенсивное набухание и частичная клейстеризация крахмала освободившейся водой.

Обезвоженные и коагулированные белки клейковины и частично клейстеризованный крахмал образуют пористый скелет продукта, на поверхности которого адсорбируется жир в виде тонких пленок.

При температуре 60 °С разлагается карбонат аммония с выделением газообразных веществ – аммиака и углекислоты, а при температуре 80–90 °С происходит разложение гидрокарбоната натрия с выделением углекислоты. При дальнейшем повышении температуры теста давление и объем образовавшихся газообразных веществ увеличивается, в результате чего изменяется объем тестовых заготовок, а поры в тесте значительно расширяются. В разрыхлении теста большую роль играют пары воды, образующиеся в тесте в процессе выпечки.

Степень ослабления теста и изменение его объема во время выпечки также зависят от равномерного распределения при проверке химических разрыхлителей и структурных и механических свойств теста.

Во время процесса выпечки тесто постепенно обезвоживается, и на их поверхности образуются корки. Очень важно, что появление корки происходит не сразу, а постепенно, так как ее внешний вид препятствует увеличению объема теста. Поэтому процесс выпечки сначала должен выполняться при низкой температуре с увлажнением среды камеры для выпечки, что способствует образованию тонкой корки в более поздний период.

Во время процесса выпечки под воздействием высокой температуры наблюдаются химические изменения испытуемого соединения. Количество нерастворимого крахмала уменьшается за счет его частичного гидролиза, с образованием декстринов. Частичная инверсия сахарозы происходит; редуцирующие сахара взаимодействуют с аминокислотами, полипептидами и пептонной мукой с образованием различных альдегидов, органических кислот и меланоидинов, которые влияют на вкус и цвет коры мучных продуктов. Уменьшение содержания сахаров является результатом их частичной карамелизации.

На цвет корочки и изделий в целом оказывает влияние гидрокарбонат натрия, придавая им желтоватый цвет.

Содержание отдельных фракций белка уменьшается, например, альбумин, глобулин и глиобин. Количество жира также уменьшается из-за его слабой адсорбции, на поверхности белковых мицелл.

Содержание минералов в тесте для выпечки не изменяется, за исключением органического фосфора, количество которого уменьшается.

Щелочность изделий значительно снижается из-за взаимодействия щелочных химических разрыхлителей с кислотными веществами, содержащимися в тесте.

Охлаждение изделий. При выходе из печи изделия имеют температуру наружных слоев 118–120 °С, а внутренних – около 100 °С. При такой высокой

температуре они не обладают достаточной механической прочностью, позволяющей без нарушения формы и нижней поверхности снять изделия со стальных лент. Поэтому после выпечки их предварительно охлаждают до температуры 65–70 °С на выступающих из печи печных конвейерах. После механического съема со стальных лент печи изделия направляются на охлаждающий транспортер для окончательного охлаждения за счет теплоотдачи в окружающую среду.

Продолжительность охлаждения зависит от температуры и скорости окружающего воздуха. Охлаждающие продукты следует проводить в относительно мягком режиме, чтобы избежать перенапряжений в них, что часто приводит к образованию трещин.

Рекомендуются следующие оптимальные условия охлаждения: температура среды 20–25 °С, скорость охлаждающего воздуха 3–4 м/с. Наиболее целесообразно охлаждать изделия на транспортере закрытого типа с принудительной циркуляцией воздуха.

Охлаждение продуктов сопровождается процессом их усадки из – за тепла, накопленного во время выпечки. Поскольку запасы тепла в продуктах ограничены, поскольку они остывают, удаление влаги замедляется, а затем полностью останавливается. Следовательно, потеря влаги из – за усадки продуктов будет в основном зависеть от скорости их охлаждения до температуры 30–35 °С. Решающим фактором здесь является принудительная циркуляция воздуха со скоростью 3–4 м/с.

2.3 Аппаратурно-технологическая схема производства кексов с черемуховой мукой

Подготовка сырья к производству осуществляется согласно «Сборник технологических инструкций для производства хлеба и хлебобулочных изделий»,

«Инструкция по предотвращению попадания посторонних предметов в продукцию хлебопекарного производства» и СанПиН 2.3.4.545 - 96.

Рассмотрим подробнее аппаратурно – технологическую схему производства кексов с черемуховой мукой в Приложении А.

Мука из автомуковоза К-10407 мука пневмотранспортом подаётся через приёмный щиток (1) на склад в силос марки ХЕ-162А (2) на бестарное хранение. Транспортирующий муку воздух выходит через рукавный фильтр (3). Затем мука направляется в просеиватель Ш2-ХМ2В (6), пневмотранспортом под давлением воздуха, поступающего из ресивера (5), в который воздух закачивается компрессором (4). При просеивании мука разрыхляется, согревается и насыщается воздухом.

Просеянная и очищенная мука собирается в бункер над весами (7). Взвешивание муки осуществляется при помощи порционных автоматических весов АВ-50НК (8). Затем мука поступает в бункер под весами (9) и далее в производственный бункер (10) пневмотранспортом под давлением воздуха, поступающего из ресивера (4). Воздух из бункера под весами выходит также, очищаясь через рукавный фильтр.

Сахар-песок высыпают в просеиватель марки «Пионер 1111» (13), где его просеивают и промагничивают. Сахар-песок поступает в накопительный бункер (14). Из бункера сахар – песок при помощи транспортёра (15) поступает к дозатору марки МД- 100 (16).

Меланж переливают в ёмкость с ситовой перегородкой (17), с диаметром ячеек не более 1,5 мм.

Вода поступает из городского водопровода через очищающие устройства. В баковом отделении находятся 2 бака горячей воды, которые постоянно подогреваются паром и 2 бака запасной холодной воды. Из баков вода подаётся на приготовление полуфабрикатов и технических нужд.

Маргарин пластифицируют, для этого его подогревают до температуры, близкой к температуре плавления в условиях цеха на столе (20).

Аммоний углекислый вводят в растворённом виде. Раствор готовят в ёмкости с мешалкой (21).

Для получения сахарной пудры сахар-песок размалывается в пудру на молотковой быстроходной мельнице, в которую он подаётся из бункера (14). Полученная сахарная пудра при длительном хранении слеживается в твёрдые куски, по этой причине её используют сразу же после приготовления.

Приготовление теста начинается во сбивальной машине МВ-35 (11), куда вручную вводят размягчённый маргарин и сбивают 7–10 минут. Добавляют сахар – песок дозатором марки МД-100 (16), соль вручную. И взбивают ещё 5–7 минут, постепенно вливая меланж дозатором марки Ш2-ХДБ (18). К взбитой массе вручную добавляют эссенцию, раствор аммония и подготовленный изюм, тщательно перемешивают. Добавляют муку дозатором МД-100 (10) и замешивают тесто. Общая продолжительность замеса 20–30 минут. Влажность теста составляет 25 %, а температура теста 22 °С.

Далее тесто из бачка сбивальной машины перегружают в дежу (19), и с помощью дежеопрокидывателя (23) подают в воронку отсадочной машины (24), которая отсаживает куски теста равной массы в предварительно подготовленные формы. Формы ставят на полки контейнера (25) и подаются на выпечку.

Выпечка осуществляется в ротационной печи ПР- ГТ-7 (26) при температуре 190–195 °С в течение 40–45 минут. Выпеченные изделия в момент выхода из пекарной камеры имеют температуру 100 – 120 °С, консистенция их ещё мягкая, и они легко могут деформироваться. Для этого изделия предварительно охлаждают до температуры 65 – 70 °С на контейнере в охлаждающей камере или в условиях цеха. Изделия извлекают из форм, для окончательного охлаждения. На циркуляционном столе (27) кексы упаковывают в ящики – лотки и производят отделку поверхности кексов сахарной пудрой, полученной на молотковой быстроходной мельнице. Готовые изделия укладывают в контейнер (28). Аппаратурно-технологическая схема производства кексов представлена в Приложении Б.

Кексы должны храниться в сухих, чистых, хорошо вентилируемых помещениях, не имеющих постороннего запаха, не заражённых вредителями хлебных запасов, при температуре 18 ± 3 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %. Не допускается хранить кексы вместе с продуктами, обладающими специфическим запахом.

Срок хранения кексов при указанных условиях хранения и транспортирования со дня изготовления: 7 дней – кексы на химических разрыхлителях; 14 дней – кексы на химических разрыхлителях в полимерной упаковке.

2.4 Показатели качества кексов

По органолептическим показателям кексы должны соответствовать требованиям, представленным в таблице 5.

Таблица 5 – Органолептические показатели кексов

Наименование показателя	Характеристика
Вкус и запах	Изделия со сдобным вкусом и характерным ароматом предусмотренных в составе кексов пищевых ингредиентов, добавок или ароматизаторов, без посторонних привкусов и запахов
Поверхность	Верхняя – выпуклая, с характерными трещинами, различными видами отделки или без нее, с наличием явно выраженной боковой поверхности. Поверхность кексов, отделанных сахарной пудрой, помадой, орехами и другими видами отделки, не должна иметь оголенных мест, вздутий. Не допускается намокания поверхности после обсыпки сахарной пудрой. При отделке поверхности глазурью не допускается ее липкости и поседения. Не допускается на нижней и боковой поверхностях наличие пустот, подгорелостей, разрывов и неровностей
Вид в изломе	Кексы без начинки – пропеченное изделие без комочков, следов непромеса, с равномерной пористостью, без пустот и закала. Кексы с начинкой могут иметь менее развитую пористость и более влажный мякиш в местах, соприкасающихся с начинкой. Внутри кексов с начинкой допускается наличие куполообразной полости, не превышающей двух объемов начинки. Не допускается вытекание начинки на поверхность кекса. Крупные добавления (дробленый орех, шоколадная крошка, кокосовая стружка, экструдированные крупы и т.д.) равномерно распределены по всему объему мякиша кексов

Окончание таблицы 5

Наименование показателя	Характеристика
Начинка	По цвету и консистенции однородная, равномерная, без крупинок (кроме семян фруктового сыря) и комочков
Структура	Мягкая, связанная, разрыхленная, пористая, без пустот и уплотнений
Форма	Правильная, с выпуклой верхней поверхностью. Нижняя и боковые поверхности ровные, без пустот и раковин

По физико-химическим показателям кексы с черемуховой мукой должны соответствовать показателям, представленных в таблице 6.

Таблица 6 – Физико-химические показатели кексов

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля влаги, %, в кексах, приготовленных:	
– на химических разрыхлителях и без химических разрыхлителей и дрожжей;	12,0 – 24,0
– на дрожжах	18,0 – 30,0
Массовая доля общего сахара (по сахарозе), %, в кексах, приготовленных:	
– на химических разрыхлителях;	13,0 – 25,0
– без химических разрыхлителей и дрожжей;	9,0 – 22,0
– на дрожжах	15,0 – 28,0
Массовая доля жира, %, в кексах, приготовленных:	
– на химических разрыхлителях и без химических разрыхлителей и дрожжей;	9,0 – 22,0
– на дрожжах	5,0 – 10,0
Плотность, г/см:	
– для изделий массой не более 100 г, не более;	0,55
– для изделий массой более 100 г, не более	0,65
Щелочность в кексах, приготовленных на химических разрыхлителях, в градусах, не более	2,0
Общая кислотность в кексах, приготовленных на дрожжах, в градусах, не более	2,5
Массовая доля золы, нерастворимой в растворе соляной кислоты с массовой долей 10%, %,не более	0,1
Массовая доля начинки, %, не менее	15,0
Примечания	
1. Влажность и щелочность в кексе определяют в изделии, удалив крупные добавления (изюма, цукатов, орехов, арахиса и др.).	
2. Массовую долю сахара, жира и кислотность в кексе определяют в мякише изделий, удалив крупные добавления.	

2.5 Дефекты кексов

При нарушении технологических процессов при производстве кексов могут быть выявлены различные дефекты, которые влияют на качество продукции. Органолептические показатели дефектов представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Органолептические показатели

Наименование показателя	Характеристика дефектов
Вкус и запах	Изделия с посторонним вкусом, запахом, не соответствующий данной продукции
Наименование показателя	Характеристика дефектов
Поверхность	Верхняя – плоская, без характерных трещин. Поверхность кексов, отделанных сахарной пудрой, помадой, орехами и другими видами отделки имеет оголённые места, вздутия, не характерные для кексов. Наличие пустот, подгорелостей, разрывов и неровностей на боковых поверхностях.
Вид в изломе	Кексы без начинки – плохо пропеченное изделие, с комочками и следами непромеса, с наличием пустот, а также закала. Крупные добавки (дробленый орех, шоколадная крошка, кокосовая стружка, экструдированные крупы и т.д.) не равномерно распределенные по всему объему мякиша кекса
Начинка	По цвету и консистенции неоднородная, неравномерная, с крупинками и комочками
Структура	Плотная, не связанная, плохо разрыхленная, с пустотами и уплотнениями
Форма	Неправильной формы, с плоской верхней поверхностью, с пустотами на боковых сторонах

По физико-химическим показателям так же могут быть выявлены дефекты. Влажность не должна выходить за пределы значений, указанных в стандарте. Содержание общего сахара и жира – в соответствии с расчетным содержанием по рецептуре. Щелочность и кислотность не должна превышать предельных значений, не более 2,5 градусов.

2.6 Упаковка, маркировка и транспортировка кексов

Кондитерские изделия выпускаются расфасованными в жестяные, картонные и комбинированные коробки, пачки, пакеты из целлофана и полимерных материалов. Дно коробок выстилают одним из видов упаковочной бумаги: пергаментом, под пергаментом, пергаминол, парафинированной бумагой или целлофаном.

Маркировка на расфасованной продукции содержит следующие обозначения:

- товарный знак;
- наименование предприятия – изготовителя и его местонахождение;
- наименование изделия;
- массу нетто;
- дату выработки;
- срок хранения;
- номер действующего стандарта;
- порядковый номер преysкуранта;
- цену.

Хранят кондитерские изделия в сухих, прохладных, чистых, хорошо проветриваемых помещениях, при температуре не выше 18 °С, без резких колебаний, относительной влажности воздуха не более 75 %, предохраняя от воздействия прямого солнечного света.

2.7 Схема технoхимического контроля

Качество продукции характеризует не только техническое и экономическое развитие общества, но и его нравственную сторону.

Кондитерская промышленность ежегодно увеличивает выпуск продукции. Вместе с ростом производства повышаются требования к качеству готовых изделий.

Технохимический контроль кондитерского производства включает органолептическую оценку сырья, готовой продукции, химические методы анализа сырья, материалов, готовых изделий, установление отдельных физических величин, являющихся показателями качества.

Контроль качества проводят наиболее современными методами определения и приборами, методы испытаний заложены в соответствующих стандартах на изделия, материалы, сырье.

Технохимический контроль производства осуществляется Центральной (производственной) и цеховыми лабораториями.

В Центральной или общефабричной лаборатории контролируют все поступающее на фабрику сырье и полуфабрикаты. Лаборатория дает заключение о соответствии их Государственным стандартам или Техническим условиям и о возможности использования в производстве, а также качестве вспомогательных материалов, тары и воды.

Периодически проверяют качество сырья, материалов и готовой продукции, длительное время хранящихся на складах, и соблюдение действующих инструкций по хранению. Периодически (выборочно) контролируют качество полуфабрикатов и готовых изделий, соблюдение рецептур и технологических инструкций.

Отбор проб. Для определения качества изделий, полуфабрикатов и сырья отбирают пробы из отдельной партии. Партией называется продукция одного вида и наименования, выработанная предприятием за одну смену и оформленная одним документом о качестве.

При контроле производства кексов пробы отбирают в следующих случаях: при поступлении сырья и материалов на склад фабрики; при контроле состояния сырья и материалов, хранящихся на складах; при поступлении сырья на производство для органолептической проверки цеховой лабораторией; при контроле полуфабрикатов на отдельных участках технологических процессов; при

контроле качества выпускаемой продукции и контроле расхода сырья в пересчете на сухое вещество и др.

Сначала отбирают расходную пробу (исходный образец), которая состоит из суммы отдельных выемок, отбираемых из вскрытых единиц упаковки, взятых из различных мест партии. Количество вскрываемых единиц упаковок зависит от общего количества единиц, от вида упаковки и способа фасовки.

Перед отбором пробы необходимо ознакомиться с сопроводительными документами, проверить внешнее состояние всей партии, обратив внимание на сохранность тары, загрязнение ее, маркировку.

Техника отбора зависит от свойств подлежащего исследованию продукта, в первую очередь от его физического состояния.

Продукты жидкой и полужидкой консистенции перед отбором пробы тщательно перемешивают. Сразу после перемешивания вынимают пробу специальной трубкой-пробником, который должен быть изготовлен из материала, не реагирующего с жидкостью, из которой отбирается проба. Трубку медленно опускают в жидкость до дна. Верхнее отверстие зажимают пальцем, вынимают, подносят к таре, в которую собирают пробу, поднимают палец и полностью переносят исследуемую жидкость.

Пробы сыпучих продуктов (мука, сахар) отбирают специальными щупом, который представляет собой заостренный снизу конусообразный полый стержень. Щуп вводят в мешок в нескольких местах, чтобы в пробу попало содержимое из верхних, нижних и средних слоев мешка.

При отборе исходной пробы от продуктов в мелкой фасовке (коробки, банки, ящики и т. п.) используют целые единицы фасовки.

Наиболее распространенными показателями, с помощью которых осуществляется контроль качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий, являются влажность, количество и качество клейковины, содержание жира и сахара.

Влажность высушиваемого продукта определяет высушиванием навески чаще всего при температуре 130 °С в течение 40 мин.

Большое распространение получил ускоренный способ определения влажности с помощью прибора К. Н. Чижовой, который в основном используют для контроля влажности полуфабрикатов.

Для определения сухих веществ в растворах часто применяют оптический прибор – рефрактометр.

Количество и качество клейковины характеризуют пригодность муки для выработки изделий.

Количество клейковины определяется путем предварительного приготовления теста из навески муки и последующего промывания его под струей водопроводной воды до тех пор, пока промывная вода не станет прозрачной.

Качество клейковины определяют по растяжимости предварительно отмытой клейковины над линейкой с миллиметровыми делениями до разрыва. В настоящее время в кондитерской промышленности для определения качества клейковины широкое распространение получил прибор ИДК-1.

Для контроля качества изделий определяют содержание сахара, нормы которого обусловлены стандартами на мучные Кондитерские изделия.

Основное значение кондитерских изделий в питании человека заключается в том, что они возбуждают аппетит, так же кондитерские изделия являются важным источником минеральных веществ, витаминов и других биологически активных веществ в нашем рационе. Калорийность, а, следовательно, и энергетическая ценность, кондитерских изделий различна. Наиболее высококалорийными являются те изделия, в которых содержится белки, углеводы, жиры, содержащиеся добавки в виде кремов, варенья, джемов. Как прежде, так и сейчас мучные кондитерские изделия имеют большое значение в питании людей. Основой для производства мучных кондитерских изделий является мука, которая содержит значительное количество углеводов в виде крахмала, а также растительные белки.

Кондитерская промышленность является быстро развивающейся отраслью, одним из бюджетов формирующих отраслей пищевой промышленности и с 2000 года ежегодно обеспечивает получение в бюджете страны более 17 миллиардов

рублей. Кондитерские изделия популярны среди населения как внутри страны, так и за рубежом.

В настоящее время появляется актуальность и возможность создания мучных кондитерских изделий, которые бы позволили доработать рацион питания человека с недостаточным веществом, а в случае ежедневного потребления способствовала улучшению здоровья.

Продукты здорового питания не являются лекарствами и не могут оказывать лечебное действие на организм, но способствуют профилактике болезней, продления жизни, создание условий для увеличения способности организма сопротивляться негативным влияниям окружающей среды, обеспечивает нормальный рост и развитие детей [52].

Создание «обогащенного» питания – мировая тенденция, получившая официальное признание и в Российской Федерации. Научному подходу к этой проблеме предоставляют исследования в области химии, биохимии, нутрициологии, диетологами и т.д. [49].

В настоящее время вопрос о расширении количества продуктов с использованием местных и нетрадиционных видов сырья особенно актуален, чтобы повысить питательную ценность и эффективность технологического метода приготовления, снизить энергетическую ценность, улучшить качество, биологическую ценность, в то время как обладающих вкусовыми преимуществами по сравнению с традиционным изготовлением рецептур.

В последние годы увеличивается производство и потребление мучных кондитерских изделий. Сегмент данной группы продукции лидирует на рынке вследствие доступности для населения и их традиционного характера в структуре питания. Среди широкого ассортимента кондитерских изделий доля песочных составляет приблизительно 25 % [52].

В настоящее время ведется работа по различным направлениям до следующего уровня сырья, что улучшит качество и питательную ценность песчаных полуфабрикатов.

При создании обогащенных мучных кондитерских изделий необходимо целенаправленно менять свой химический состав, максимизировать свой подход к требованиям теории сбалансированного питания с обязательным сохранением традиционных органолептических характеристик, свойств и структуры.

Черемуховая мука – уникальный источник витаминов, минеральных веществ и полиненасыщенных жирных кислот, за счет этого введение черемуховой муки в рацион питания обогатит организм человека полезными веществами, компенсируют витаминную и минеральную недостаточность. Установлено, что семена плоды черемухи снимают нервное напряжение, повышают концентрацию, замедляют процессы старения.

Как уже было отмечено, черемуховая мука – уникальный источник витаминов, минеральных веществ и полиненасыщенных жирных кислот, за счет этого введение черемуховой муки в рацион питания обогатит организм человека полезными веществами, компенсируют витаминную и минеральную недостаточность. Установлено, что семена плоды черемухи снимают нервное напряжение, повышают концентрацию, замедляют процессы старения.

Таким образом, вышеизложенное дает основание полагать, что разработка пробной выпечки изделий наилучшим, по органолептическим и физико-химическим свойствам, оказался образец с 10 % содержанием черемуховой муки. К тому же черемуховая мука благоприятно влияет на вкус и аромат изделий, а так же их состав.

новых технологий, обеспечивающих использование в производстве кексов, муки из черемухи, которая позволят улучшать потребительские характеристики продукта является актуальным.

В ходе работы была обоснована целесообразность совершенствования рецептуры и технологии мучных кондитерских изделий (в данном случае – кексов), с целью улучшения потребительских характеристик.

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Цель и задачи исследования.

Цель исследовательской работы – обоснование и разработка технологий и рецептур кексов с добавлением черемуховой муки.

Для реализации цели необходимо решить следующие задачи:

- с научной точки зрения доказать целесообразность использования черемуховой муки в рецептуре кексов;
- разработать технологию получения муки из черемухи;
- разработать технологию продукта с мукой из черемухи;
- комплексно оценить качество разработанного продукта;
- разработать техническую документацию на новый вид продукта.

Научная новизна работы заключается в том, что:

- разработаны технологии получения муки из черемухи;
- экспериментально доказана возможность и целесообразность использования муки из черемухи для производства мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности;
- разработаны технологии и рецептуры кексов с использованием муки из черемухи;
- установлено оптимальное количество введения муки из черемухи;
- изучено влияние муки из черемухи на изменение показателей качества изделий в процессе хранения;
- разработана техническая документация на новые виды кексов.

Объектами исследования в работе являлись:

- мука черемуховая (ТУ 9164-001-9669644)
- мука пшеничная высшего сорта (ГОСТ Р 52189);
- кекс ванильный

3.2 Производственные рецептуры на исследуемые изделия

Рецептуру на кексы, выпеченные без использования черемуховой муки брали из сборника рецептов (таблица 8).

Таблица 8 – Унифицированная рецептура на кексы

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ	Расход сырья на 100 изделий, шт	
		В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная высшего сорта	85,5	3500	2992,49
Сахар – песок	99,85	1755,0	1752,4
Масло сливочное	84,00	1754,0	1473,4
Меланж	27,00	1404,0	379,1
Соль	96,5	7,1	6,9
Пудра рафинадная	99,85	82,2	81,9
Эссенция	0,0	7,1	7,1
Аммоний углекислый	0,0	7,1	7,1
Итого	–	9109,3	7096,7

В результате выпечки изделий выявлена лучшая рецептура – с 10 % содержанием черемуховой муки. Рецептура данного образца представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Рецептúra кексов с 10 % содержанием черемуховой муки

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ	Расход сырья на 100 изделий, шт		Расход на 10 шт	
		В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная высшего сорта	85,5	3222	2783,02	325,2	278,02
Черемуховая мука	85,5	247	209,47	24,7	20,974
Сахар – песок	99,85	1755,0	1752,4	175,5	175,2
Масло сливочное	84,00	1754,0	1473,4	175,4	147,3
Меланж	27,00	1404,0	379,1	140,4	379
Соль	96,5	7,1	6,9	0,71	0,69
Пудра рафинадная	99,85	82,2	81,9	8,22	0,82
Эссенция	0	7,1	7,1	0,71	0,071
Аммоний углекислый	0	7,1	7,1	0,71	0,71
Итого	–	9109,3	7096,7	910,9	70,96
Выход	88,0	7500	6600,0	750	66,0

Именно этот процент черемуховой муки благоприятно влияет на органолептические показатели кексов, а также физико-химические показатели остаются в норме.

3.2 Сравнение полученных данных лабораторных испытаний

Полученные образцы теста и готовые изделия изучали с использованием общепринятых методов исследования:

- отбор проб и подготовку сырья проводили по методике ГОСТ 26929, изделий по ГОСТ 5904;
- массовую долю влаги определили по (ГОСТ 5900);
- массовую долю сахара по ГОСТ 5672;
- щелочность определяли по ГОСТ 5898;
- намокаемость по ГОСТ 10114.

Массовая доля влаги. Сущность метода заключалась в высушивании навески изделия при определенной температуре и вычислении влажности.

Подготовка к анализу. Заготовленные металлические чашечки помещали в сушильный шкаф, предварительно нагретый до температуры 10 градусов и выдерживали при этой 20 минут, после этого чашечки помещают в эксикатор, дают им остыть, после чего тарируют с погрешностью не более 0,05 г.

Проведение анализа. Подготовленную пробу (по две навески) тщательно измельчали, перемешивали, взвешивали в заранее просушенных с крышками бюксах по 5 г каждая, с погрешностью не более 0,05 г.

Навески помещали в сушильный шкаф марок СЭШ-1 и СЭШ-М, там навески высушивали при температуре 10 °С в течении 45 минут с момента загрузки до момента выгрузки чашек. Высушивание проводили до постоянной массы, при полной загрузки шкафа.

Когда чашечки высушатся – их перенесли в эксикатор для охлаждения. Охлаждение – важный этап в проведении эксперимента, время охлаждения должно составлять более 10 минут. Далее охлажденные чашечки взвешивают.

Обработка результатов.

Влажность в процентах (W) вычисляли по формуле:

$$W = \frac{(m_1 - m_2)}{m} \times 100$$

Где:

m_1 – масса чашечки с навеской до высушивания, г;

m_2 – масса чашечки с навеской после высушивания, г;

m – масса навески изделия, г;

За окончательный результат принимают средний арифметический результат двух параллельных определений.

Определение массовой доли сахара в образцах проводилось ускоренным методом горячего титрования (ГОСТ 5672).

Проведение анализа. В бюретку 10 мл наливаем исследуемый раствор. Далее в две колбы по 50 мл, отмеряют по 5 мл пипеткой раствор под номером 1 и 2. Одну из колб помещаем на нагретую электроплитку, доводят медно-щелочной раствор в колбе до кипения и титруют из бюретки исследуемым раствором со скоростью (4 ± 1) капля в секунду до перехода синей окраски медно-щелочного раствора в желтую. Затем проводим контрольное титрование. Вторую колбу с медно-щелочным раствором помещаем на нагретую электроплитку, раствор в колбе доводим до кипения и сливаем в него из бюретки (85 ± 5) % израсходованного на предварительное титрование объема исследуемого раствора, следя за тем, чтобы кипение в колбе не прекращалось. При этом синяя окраска медно-щелочного раствора изменяется на светло-фиолетовую. Дотитрование медно-щелочного раствора исследуемым раствором проводим со скоростью 1 капля в секунду до появления желтой окраски.

Массовую долю сахара вычисляют по формуле:

$$M = \frac{V_1 \cdot T \cdot 100 \cdot 2}{m \cdot V_2 \cdot 1000} \cdot \frac{100}{100 - W}$$

где T – титр медно-щелочного раствора по сахарозе;

V_1 – вместимость мерной колбы, взятой для приготовления водной вытяжки, см;

m – масса навески исследуемого изделия, г;

V_2 – объем исследуемого раствора, израсходованный на титрование, см;

W – массовая доля влаги в исследуемом материале.

Для исследования влияния выбранной добавки на структуру теста были изучены следующие показатели: влажность и плотность. Данные определения представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели влажности в исследуемых образцах теста

Показатель	Контрольный Образец	Содержание черемуховой муки, %		
		10	15	20
Влажность, %	24	24,5	25	27

Графически значения влажности в указанных образцах можно наблюдать на рисунке 4.

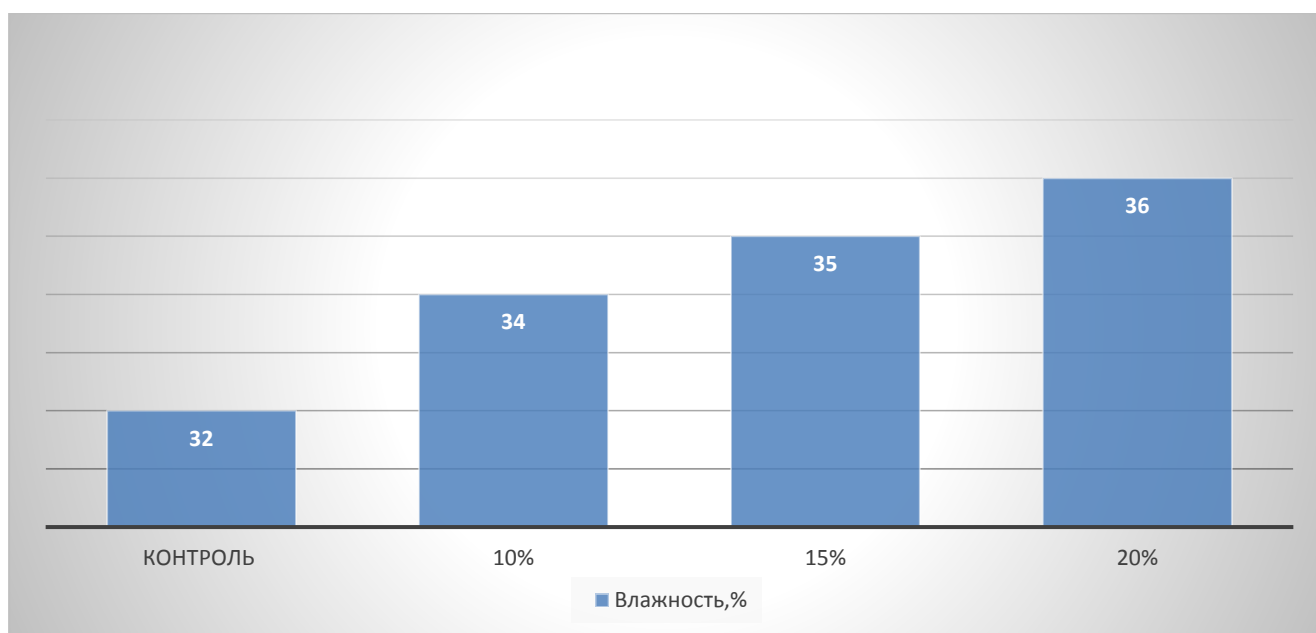


Рисунок 4 – Показатели влажности кексов

Из таблицы 10 видно, что изделия, с добавлением черемуховой муки обладают более высокой влажностью, по сравнению с контрольным образцом. Таким образом наиболее оптимальным вариантом является изделие, выпеченное с 10 % содержанием черемуховой муки, так как значение массовой доли влаги, практически одинаково с контрольным образцом.

В таблице 11 указаны показатели плотности контрольного образца, а также образцов с содержанием черемуховой муки.

Таблица 11 – Показатели плотности исследуемых образцов

Показатель	Контрольный образец	Содержание черемуховой муки, %		
		10	15	20
Плотность, кг/м ³	440	441	444	447

В результате анализа было установлено, что плотность теста с добавлением 10 % черемуховой муки по сравнению с контрольным образцом увеличилась на 0,22 %, с добавлением 15 % черемуховой муки плотность увеличилась на 7,7 %, с добавлением 20 % плотность теста увеличилась на 1,6 %.

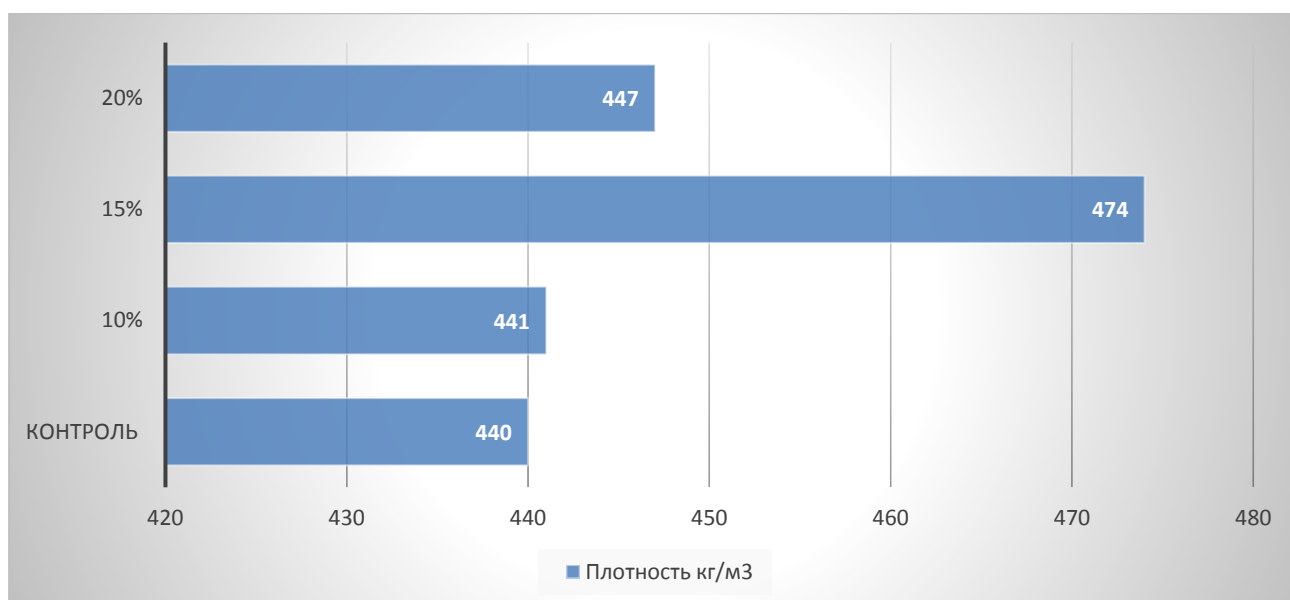


Рисунок 5 – Показатель плотности исследуемых образцов теста

В ходе лабораторных испытаний так же был определен один из важнейших показателей – щелочность кексов. Результаты исследования представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Щелочность кексов

Показатель	Контрольный образец	Содержание черемуховой муки, %		
		10	15	20
Щелочность, град.	1,9	1,5	1,3	1,0

На рисунке 6 графически отображены результаты исследования щелочности данных образцов.

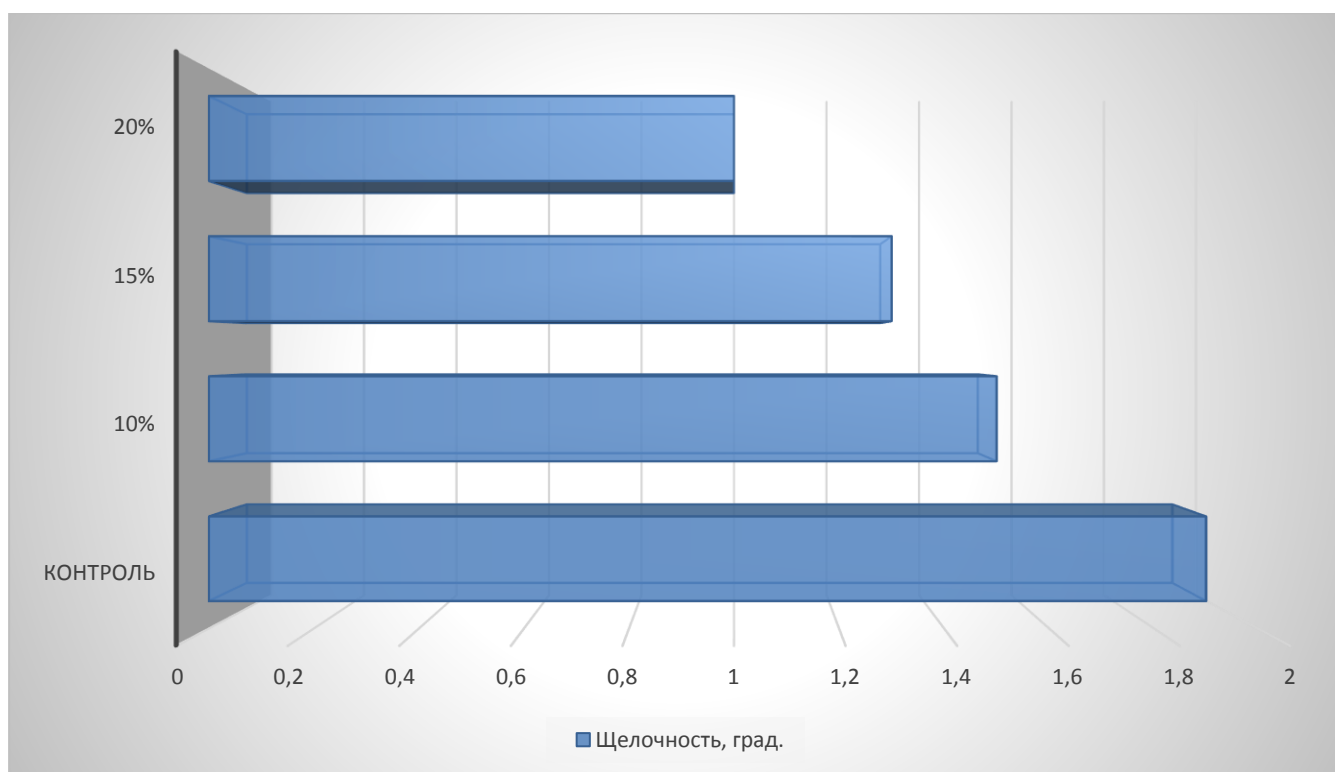


Рисунок 6 – Щелочность изделий

Содержание сахара в исследуемых изделиях отображено в таблице 13, а также на рисунке 7.

Таблица 13 – Содержание сахара в кексах

Показатель	Контрольный образец	Содержание черемуховой муки,%		
		10	15	20
Содержание сахара,%	24,7	27,2	30,5	36,1

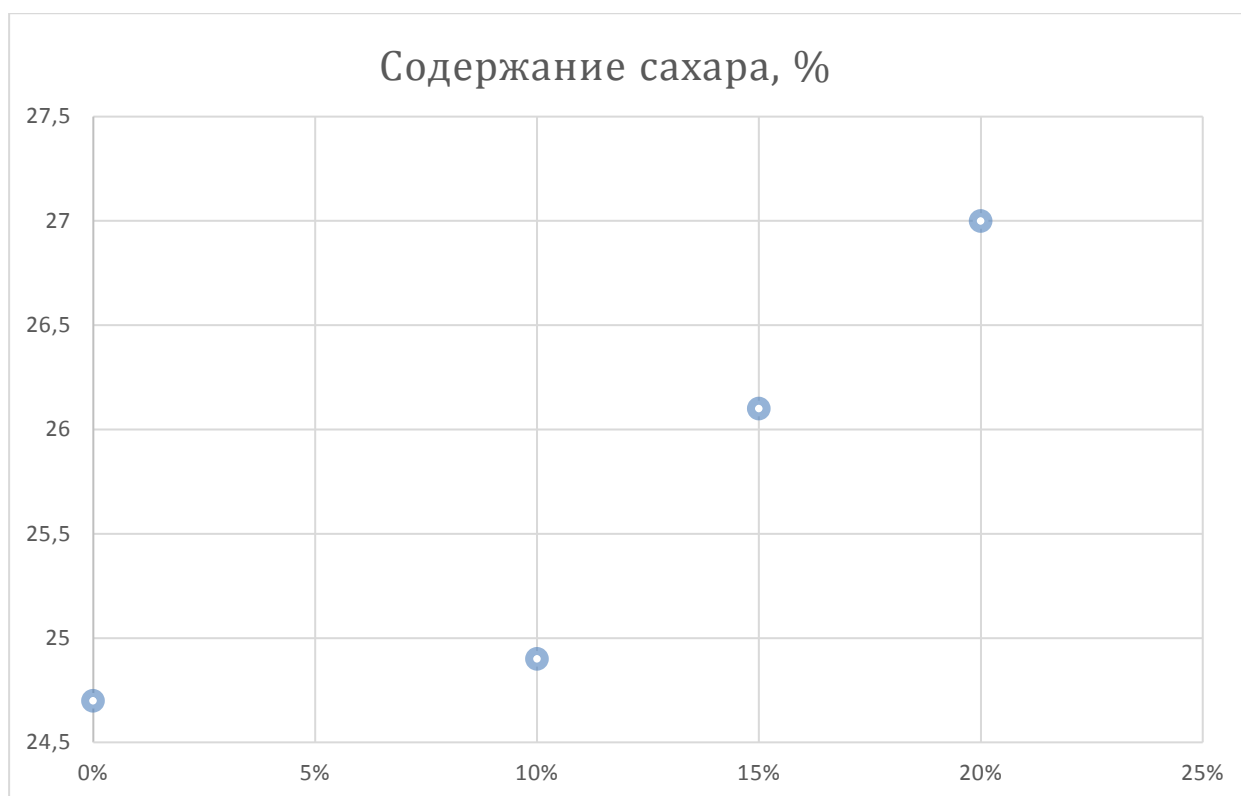


Рисунок 7 – Показатели содержания сахара

Следует отметить, что при выпечке изделий, с содержанием добавочного компонента – черемуховой муки, объем изделий изменялся следующим образом: чем больше содержание черемуховой муки в изделиях, тем меньше объем изделий, по сравнению с контрольным образцом. Наименьшим изменениям подвергся образец с 10% содержанием муки из плодов черемухи.

Так же в ходе эксперимента следует отметить, что изделия с добавлением черемуховой муки не отличаются по длительности хранения по сравнению с кексом из пшеничной муки, то есть контрольным образцом.

Результаты дегустационной оценки отображены в таблице 14.

Шкалы оценки, баллы: максимальная – 30; отлично – 29 – 21; хорошо – 20 – 11; удовлетворительно – 10 – 1.

Таблица 14 – Дегустационная оценка изделия с различным содержанием черемуховой муки

Показатель качества	Коэффициент значимости	Число степеней качества	Число участий дегустаций	Оценка изделия, в баллах		
				10%	15%	20%
Вкус и аромат	4	3	5	60	60	40
Вид на изломе	3	3	5	45	45	45
Цвет и внешний вид	2	3	5	30	30	20
Форма	1	3	5	15	15	15
Суммарная оценка	10	3	5	150	150	120
Итоговая оценка	–	–	–	30	20	24

Органолептический анализ всех образцов представлен в таблице 15

Таблица 15 – органолептическая оценка кексов

Показатель	Контроль	10% черемуховой муки	15% черемуховой муки	20% черемуховой муки
Вкус и запах	Свойственные данному виду изделия, без посторонних	Ромово-миндальный запах, вкус с оттенком шоколада	Ромово-миндальный, без хруста	Присутствие легкой горечи, небольшой хруст
Форма	Круглая	Круглая	Круглая	Круглая
Поверхность	Ровная	Ровная	Ровная	Ровная
Цвет	Светло-коричневый	Коричневый	Темно-коричневый	Шоколадный
Вид в изломе	Пропеченный кекс, без следов непромеса	Пропеченный кекс, без следов непромеса	Пропеченный кекс, без следов непромеса	Пропеченный кекс, без следов непромеса

При внесении в основную рецептуру такого компонента, как черемуховая мука, изделие становится наиболее «полезным» для организма человека, благодаря высокому содержанию природных сахаров, пищевых волокон, а также минеральных веществ.

В связи с этим значительно меняется химический состав кексов – он становится более полноценным. Химический состав кексов с добавлением черемуховой муки представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Пищевая ценность кексов с 10% содержанием черемуховой муки

Показатель	Контрольный образец	Образец с 10% черемуховой муки	Прирост к контролю, %	Суточная норма
Энергетическая ценность, ккал	276,2	268,5	2,8	2500
Белки, г	6,2	6,5	4,8	75
Жиры, г	13,6	13,7	0,74	83
Углеводы, в т.ч. сахара, г	34,4	33,06	3,9	365
Кобальт, мкг	2,1	4,06	93,33	10,0
Витамин В1, мг	0,3	0,6	100	1,5
Витамин В2, мг	0,5	0,79	36,71	1,8
Витамин Е, мг	1,3	1,37	5,38	30
Железо, мг	1,1	1,2	9,09	14
Пищевые волокна	0,08	1,56	94,87	30

Из таблицы 16 видно, что при внесении черемуховой муки в дозировке 10 % к массе муки, количество белка увеличилось на 0,2 г, жира на 0,1 г, кобальта – 0,89 мкг, витамина В₁ – 0,08 мг, витамина В₂ – 0,01 мг, витамина Е – 0,07 мг, железа на 0,1 мг, а количество пищевых волокон возросло на 0,48%. Тем не менее количество углеводов снизилось на 1,24 г, что положительно влияет на пищевую ценность продукта (рис.8).

Большое содержание пищевых волокон положительно влияют на организм человека, многие диетологи ставят их в один ряд с жирами, белками и углеводами.

Функция пищевых волокон подобна губке – впитывает и выводит токсины из организма человека, к тому же, пищевые волокна улучшают микрофлору кишечника, тем самым способствуют улучшению иммунной системы.



Рисунок 8 – Пищевая ценность кексов с добавлением и без черемуховой муки

В ходе эксперимента также было установлено, что при увеличении дозировки черемуховой муки увеличивается массовая доля сахара из-за повышенного содержания природных сахаров в черемуховой муке по сравнению с пшеничной. Таким образом при повышении количества черемуховой муки увеличивается массовая доля пищевых волокон, о которых шла речь выше.

Тесто, при дозировке 10 % черемуховой муки, было эластичным и хорошими хлебопекарными свойствами. Выпеченные изделия хорошо сохраняли форму, имели светло – шоколадный цвет мякиша, равномерную пористость, приятный запах миндаля. Данные изделия предназначены не только для удовлетворения потребности человека в энергии, но и для физиологических потребностей в пищевых веществах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При создании обогащенных мучных кондитерских изделий необходимо хотя бы частичное изменение химического состава, так же важную роль играет то, что новый обогащенный продукт должен придерживаться правил сбалансированного питания, сохранять свои полезные свойства, а также органолептические показатели и структуру.

Как уже было отмечено, черемуховая мука – уникальный источник витаминов, минеральных веществ и полиненасыщенных жирных кислот, за счет этого введение черемуховой муки в рацион питания обогатит организм человека полезными веществами, компенсируют витаминную и минеральную недостаточность. Установлено, что семена плоды черемухи снимают нервное напряжение, повышают концентрацию, замедляют процессы старения.

При пробной выпечке изделий наилучшим, по органолептическим и физико-химическим свойствам, оказался образец с 10 % содержанием черемуховой муки. К тому же черемуховая мука благоприятно влияет на вкус и аромат изделий, а также их состав.

Таким образом, вышеизложенное дает основание полагать, что разработка новых технологий, обеспечивающих использование в производстве кексов, муки из черемухи, которая позволят улучшать потребительские характеристики продукта является актуальным.

В ходе работы была обоснована целесообразность совершенствования рецептуры и технологии мучных кондитерских изделий (в данном случае – кексов), с целью улучшения потребительских характеристик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балаева Е.В. Совершенствование технологии производства кексов и маффинов с использованием крахмалосодержащего сырья/ Е.В. Балаева. – М.: Пищевая промышленность. – 2013. – № 8. – С. 38 – 41.
2. Барабанова Е. Н. Справочник товароведа продовольственных товаров/ Е.Н. Баранова. – М.: Экономика. 2007. – 502 с.
3. Барановский В.А. справочник кондитера: Серия «Справочник»/В.А. Барановский. – Ростов н/д.; Феникс, 2003. – 352 с.
4. Бутейкис Н.Г. Технология производства мучных кондитерских изделий: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – 14 – е изд./ Бутейкис Н.Г. – М.: Издательский центр "Академия", 2016 – 203 с.
5. Васькина, В.А. Проектирование оптимальных рецептур мучных кондитерских изделий на примере пряников// Хлебопекарное производство. – 2011. – № 9. – С. 27–28.
6. Гаммидулаев С.Н. Товароведение и экспертиза продовольственных товаров/ Гаммидулаев С.Н., Иванова Е.В., Николаева В.Н. – СПб: Альфа, 2005. – 303 с.
7. Гапоненко Е.В. Сырье и материалы кондитерского производства/Е.В. Гапоненко – М.: Агропромиздат, 1991. – 208 с.
8. ГОСТ 15052-2014 Кексы. Общие технические условия
9. Драгилев А.И. Производство мучных кондитерских изделий: Учеб.пособие/ Драгилев А.И., Я.М. Сезанов. – М: ДеЛи, 2006. – 65с.
10. Зубченко, А.В. Технология кондитерского производства/ А.В. Зубченко. – Воронеж: ВГТА, 1999. – 432 с.
11. Иунихина, В.С. Продукты на зерновой основе: возможности расширения ассортимента на современном этапе // Хлебопродукты. – 2012. – № 10. – С. 10–11.
12. Краус С.В. Совершенствование технологии кексов и маффинов с использованием крахмалосодержащего сырья/ С.В. Краус, Е.В. Балаева. Кемерово: Техника и технология пищевых производств, 2013. – 209 с.

13. Краус, С.В. Кексы и маффины/ С.В. Краус, Е.В. Балаева// Седьмая Международная конференция Масложировой комплекс России. – М.: Новые аспекты развития, 2012. – 68 с.
14. Краус, С.В. Производство мучных кондитерских изделий с использованием сырья, поученного экструдированием // Сборник научных трудов МПА. – М: 2012. – 56 с.
15. Кудинова, В.М. Технология кондитерских изделий: учебное пособие / В.М. Кудинова, Г.И. Назимова, Т.В. Рензьева. – Кемерово: 2006. – 140 с.
16. Кузнецова Л.С. Технология производства мучных кондитерских изделий/ Л.С. Кузнецова, М.Ю. Сиданова – М.: Издательский центр "Академия", 2013 – 209 с.
17. Кузнецова, Л.И. Улучшение качества хлебобулочных изделий для людей, страдающих целиакией // Кондитерская сфера. – 2008. – №1 (20). – С. 24–30.
18. Кузнецова, Л.С. Технология приготовления мучных кондитерских изделий / Л.С. Кузнецова, М.Ю. Сиданова. – М.: Мастерство; Высшая школа, 2001. – 320 с.
19. Лукин, А.А. Разработка технологии и рецептуры бисквитного полуфабриката с черемуховой мукой // Молодой ученый. – 2016. – № 10(114) май. – С. 263–266.
20. Лурье И.С. Технология и технохимический контроль кондитерского производства/ И.С. Лурье. – М.: Издательский центр "Академия", 1987. – 198 с.
21. Лурье, И.С. Технология кондитерского производства/ И.С. Лурье – М.: Агропромиздат, 1992. – 399 с.
22. Максимов, А.С. Лабораторный практикум по реологии сырья, полуфабрикатов и готовых изделий хлебопекарного, кондитерского и макаронного производства/ А.С. Максимов, В.Я. Черных. – М.: МГУПП, 2004. – 163 с.
23. Малыгина В.Ф. Основы физиологии питания, гигиена и санитария/ Малыгина В.Ф., Рубина В.А. – М.: Экономика, 1988 – 219 с.
24. Маршалкин Г.А. Производство кондитерских изделий// Легкая и пищ.пром. – М.: Издательский центр "Академия", 1994. – 125 с.
25. Маршалкин, Г.А. Производство кондитерских изделий / Г. А. Маршалкин. – М.: Колос, 1994. – 272 с.

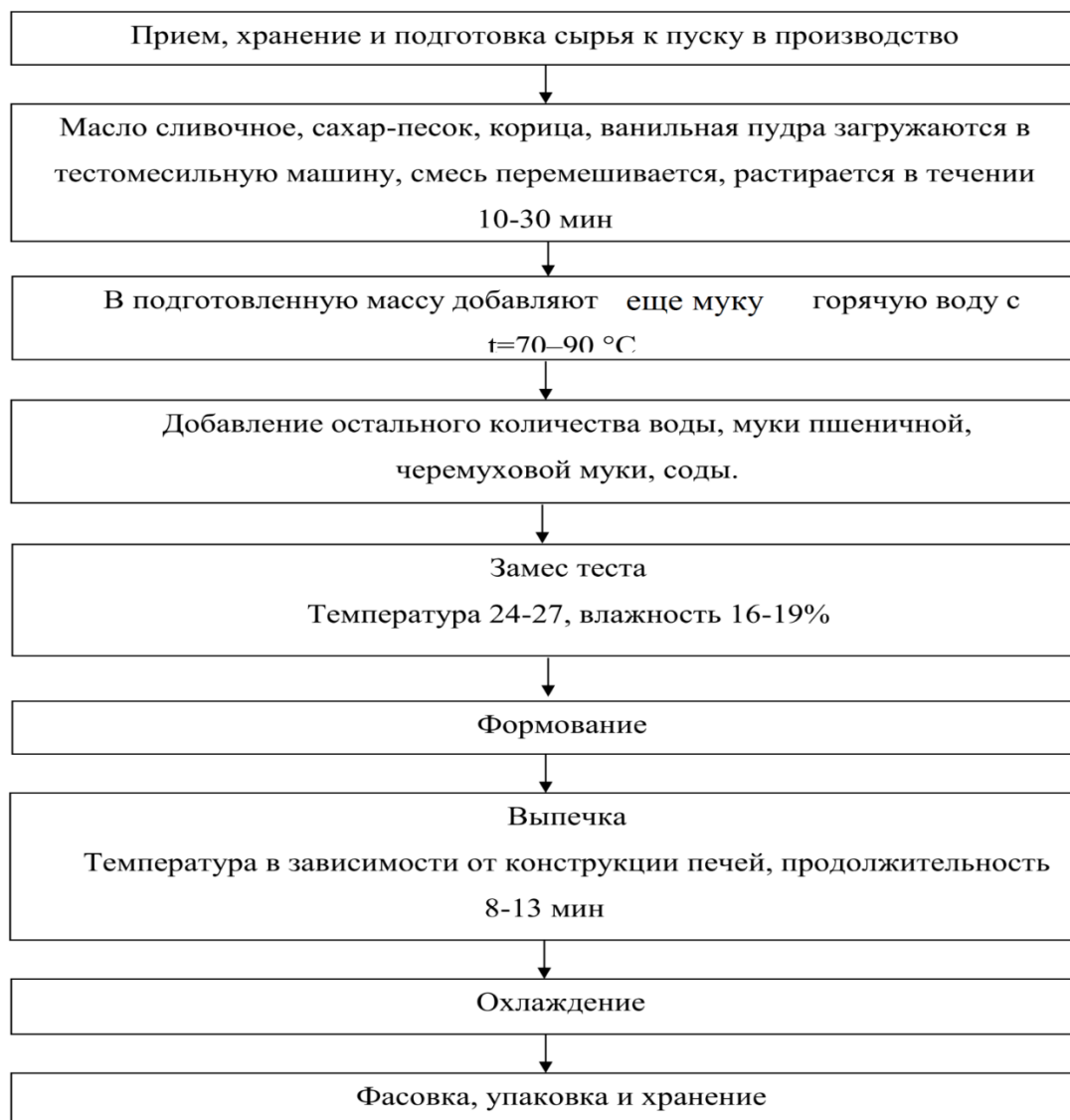
26. Мглинец А.И. Технология продукции общественного питания: учебник / А.И. Мглинец, Н.А. Акимова, Г.Н. Дзюба. – СПб.: Троицкий мост, 2010. – 736 с.
27. Мудрецова – Висс К.А.. Микробиология, санитария и гигиена/ Мудрецова – Висс К.А., Кудряшова А.А., Дедюхина В.П – М.: Деловая литература, 2001 – 196 с.
28. Науменко, Н.В. Возможности использования биотехнологий при производстве пищевых продуктов// Актуальная биотехнология. – 2013. – № 2 (5). – С. 14–17.
29. Нилова, Л.П. Оптимизация качества хлебобулочных изделий полученных с использованием нетрадиционного сырья// Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2007.– Вып. 4. – №27(99). – С. 70–75.
30. Нилова, Л.П. Управление ассортиментом продовольственных товаров для ликвидации дисбаланса структуры питания населения России// Проблемы экономики и управления в торговле и промышленности. – 2014. – № 1. – С. 64–70.
31. Олейникова А.Я. Проектирование кондитерских предприятий/ Олейникова А.Я., Г.О. Магомедов. – Санкт – Петербург: ГИОРД, 2005. — 416 с.
32. Покровский, В.И. Политика здорового питания / В.И. Покровский, Г.А. Романенко, В.А. Княжев и др. – Новосибирск: Сибирское университетское изд – во, 2002. –341 с.
33. Потороко И.Ю. К вопросу обеспечения качества и безопасности воды, используемой в пищевых производствах// Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2013. – Т. 7, № 1. – С. 165–169.
34. Санина, Т.В. Корректировка пищевой ценности бисквита// Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг: Материалы международной научнопрактической конференции, декабрь 18–21, 2001 / под ред. д.т.н., проф. Ю.С. Степанова. – Орел: Орел ГТУ, 2001. – 370 с.
35. Сарафанова, Л.А. Пищевые добавки: энциклопедия/ Л.А. Сарафанова. – СПб.: Гиорд, 2004. – 808 с.
36. Сборник технологических нормативов: Сборник рецептов на торты, пирожные, кексы, рулеты, печенье, пряники, коврижки и сдобные булочные изделия. III часть / А.П. Антонова – М.: Хлебпродинформ, 2000. – 720 с.

37. Сергеев, А.И. Исследование содержания влаги в маффинах с добавлением экструдированной пшеничной муки/ А.И. Сергеев, С.В. Краус, Е.В.Балаева. – М.: Хлебопродукты, 2013 – 40 с.
38. Скурихина И.М. Химический состав пищевых продуктов: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов/ И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
39. Скурихина И.М. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
40. Струпан, Е.А. Разработка технологии и ассортимента кондитерских изделий и отделочных полуфабрикатов для диетического и лечебно – профилактического питания с использованием функциональных ингредиентов дикорастущего сырья: дис. ... канд. техн. наук / Е.А. Струпан. – СПб., 2002. – 169 с.
41. Талейсник М.А. Технология мучных кондитерских изделий/ Талейсник М.А. – М.: Издательский центр "Академия", 2009 – 203 с.
42. Теплов В.И. Физиология питания: Учебное пособие/ В.И. Теплов, В.Е. Боряев – М.: Издательско – торговая корпорация "Дашков и К". – 2014. – 39 с.
43. Тиморева, Г.Л. Лекарственные растения и их применение// Международный журнал экспериментального образования. – 2010. – № 8. – С. 157–158.
44. Тошев, А.Д. Разработка технологии и рецептур бисквитных полуфабрикатов функционального назначения: монография / А.Д. Тошев, Н.В. Полякова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 89 с.
45. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
46. Чугунова, О.В. Разработка и товароведная оценка новых видов продуктов питания с растительными добавками: дис. канд. техн. наук / О.В. Чугунова. – Екатеринбург, 2000. – 189 с.
47. Шаззо, Р.И. Функциональные продукты питания / Р.И. Шаззо, Г.И. Касьянов. – М.: Колос, 2000. – 248 с.

48. Шарфунова И.Б. Разработка технологии хлебобулочных изделий для лечебного питания лиц страдающих язвой желудка и 12 перстной кишки/ В.П. Чистяков, И.Б. Шарфунова. – Кемерово: Вестник, 2002. – 260 с.
49. Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoids* L.) during maturation / X. Gao, M. Ohlander, N. Jeppsson, L. Bjork, V. Trajkovski // *J. agr. Food Chem.* – 2000, Vol. 48. – № 5. – P. 1485–1490. DOI: 10.1021/jf991072g
50. Chlopicka, J. Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudocereal breads / J. Chlopicka, P. Pasko, Sh.Gorinstei, A. Jedryas, P. Zadrodzki // *LWT – Food Science and Technology.* 2012. – № 46. – P. 548–555.
51. Frankel, E.N. Antioxidants in lipid foods and their impact on food quality// *Foot Chem.* – 1996. V. 57, № 1. – P. 51–55. DOI: 10.1016/0308 – 8146(96)00067 – 2
52. Nimbkar, N. Revival of an acient crop – Safflower// *Times Agr.* – 2002. – № 4. – P. 14–22.
53. Walde, S.G. Microwave drying and grinding characteristics of wheat (*Triticum aestivum*)// *J. Food Engg.* – 2002. – V. 55, № 3. – P. 271–276. DOI: 10.1016/S02608774(02)00101 – 2

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Технологическая схема производства кексов



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Аппаратурно-технологическая схема производства кексов

