

Министерство науки и высшего образования российской федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Южно – Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Институт спорта, туризма и сервиса  
Кафедра «Технология и организация общественного питания»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент, директор

ООО «СК-Флагман»

\_\_\_\_\_/Н. Р. Гарафутдинова/

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой ИСТиС

д. т. н., профессор

\_\_\_\_\_/А. Д. Тошев/

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Повышение пищевой ценности бисквитного полуфабриката с растительной  
добавкой

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ЮУрГУ – 19.04.04.2020.289 ПЗ ВКР

Руководитель,

д. т. н., профессор каф. ИСТиС

\_\_\_\_\_/А. Д. Тошев/

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Автор,

студент группы СТЗ-377

\_\_\_\_\_/М. В. Чиннова/

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Нормоконтролер,

к. т. н., доцент каф. ИСТиС

\_\_\_\_\_/Б. М. Кисимов/

/

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Повышение пищевой ценности бисквитного полуфабриката с добавкой.

## АННОТАЦИЯ

Чиннова М. В. Повышение пищевой ценности бисквитного полуфабриката с растительной добавкой: Выпускная квалификационная работа. – Челябинск: ЮУрГУ, ИСТиС, 2020. – 64 с., 14 ил., 21 табл., библиогр. список – 34 наим.

В выпускной квалификационной работе проведены исследования с целью разработки и оптимизации рецептуры бисквита, с использованием порошка топинамбура, содержащего больше белков, незаменимых аминокислот, витаминов и минеральных в-в, чем картофельный крахмал. При выпечке бисквита использовали пшеничную муку, порошок топинамбура, крахмал, сахар-песок, меланж и эссенцию.

Для исследования взаимодействия рецептурных компонентов, влияющих на качество бисквита, применяли математическое моделирование эксперимента. Основными факторами, влияющими на качество бисквита, были выбраны дозировки крахмала и порошка топинамбура, а критериями оценки влияния разных количеств рецептурных компонентов на качество готового бисквита - комплексный показатель качества (совокупность свойств и внешнего вида) бисквита. Пробные выпечки позволили определить оптимальную рецептуру бисквита-полуфабриката (% к массе крахмала).

Приведены сравнительные органолептические и физико-химические характеристики бисквита с добавлением порошка топинамбура. Сделан вывод о целесообразности использования порошка топинамбура в производстве мучных кондитерских изделий, т.к. он дает возможность получения изделий повышенной белковой ценности и с высоким содержанием витаминов, макро- и микроэлементов.





## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	9
1.1 Государственная политика Российской Федерации в области здорового питания .....	9
1.2 Функциональные продукты питания в России .....	12
1.3 Ассортимент и пищевая ценность мучных кондитерских изделий.....	14
1.4 Функционально - технологические свойства бисквитного теста .....	19
1.5 Пищевая ценность топинамбура .....	22
2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	25
2.1 Объекты исследования .....	25
2.2 Методы исследования .....	25
3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	37
3.1 Сравнительный анализ химического состава картофельного крахмала и топинамбура .....	37
3.2 Исследование влияния топинамбура на свойства бисквитного теста .....	39
3.3 Исследование влияния топинамбура на качество выпеченных изделий ...	41
3.4 Исследование пищевой ценности выпеченных изделий.....	54
3.5 Исследование показателей безопасности разработанного полуфабриката	56
4 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.....	58
4.1 Расчет себестоимости бисквитного полуфабриката с добавлением топинамбура .....	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	60
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	62

## ВВЕДЕНИЕ

Питание – важнейший фактор внешней среды, который определяет правильное развитие, состояние здоровья и трудоспособности человека.

Большое значение для поддержания здоровья, работоспособности и активного долголетия человека, принадлежит полноценному и регулярному снабжению организма всеми необходимыми микронутриентами: витаминами, минеральными веществами и микроэлементами.

Микронутриенты относятся к незаменимым пищевым веществам. Они необходимы для нормального осуществления обмена веществ, роста и развития организма, защиты от болезней и неблагоприятных факторов внешней среды, надежного обеспечения всех жизненных функций.

Организм не синтезирует микронутриенты. Поэтому они должны поступать регулярно с пищей, в необходимом количестве, в соответствие с физиологической потребностью организма.

Результаты массовых обследований, проводимых Институтом питания РАМН, свидетельствуют о недостаточном потреблении витаминов, ряда минеральных веществ (железа, йода, кальция и др.) у большей части детского и взрослого населения России. Особенно неблагоприятно обстоит дело с обеспеченностью витамином С, недостаток которого выявлен у 80–90 % обследуемых людей.

Недостаточное потребление витаминов и жизненно необходимых минеральных веществ и микроэлементов наносит существенный ущерб здоровью: снижает физическую и умственную работоспособность, сопротивляемость к различным заболеваниям, усиливает отрицательное воздействие на организм неблагоприятных экологических условий, вредных факторов производства, нервно – эмоционального напряжения и стресса, способствует нарушению обмена веществ, быстрому изнашиванию организма. Дефицит микронутриентов снижает активность иммунной системы и является одним из факторов, повышающих риск развития сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний.

Наиболее эффективным и экономически доступным способом кардинального улучшения обеспеченности населения микронутриентами является регулярное включение в рацион пищевых продуктов, обогащенных этими ценными биологически активными веществами до уровня, соответствующего рациональному питанию человека. С этой целью актуальным является обогащение витаминами, минеральными веществами и микроэлементами мучных хлебобулочных изделий и мучных кондитерских изделий [19].

Мучные кондитерские изделия составляют большую группу разнообразных, отличающихся приятным вкусом и привлекательным внешним видом изделий. Мучные кондитерские изделия являются в основном источником углеводов и жиров, а содержание таких важных нутриентов как витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон в них незначительно.

В настоящее время в России прослеживается тенденция к увеличению производства мучных кондитерских изделий. За последние пять лет их выпуск увеличился на 48 %, что позволяет считать их продуктами первостепенного значения. Мучные кондитерские изделия относятся к высококалорийным продуктам из-за высокого содержания в них сахара и жира. Одним из наиболее популярных мучных кондитерских изделий является бисквитный полуфабрикат. Изделия из бисквитного теста, являются хорошим объектом для обогащения их необходимыми питательными веществами [18].

Ежедневное повсеместное потребление мучных кондитерских изделий позволяет считать их важными продуктами питания. Поэтому повышение качества, пищевой ценности, расширение ассортимента мучных и кондитерских изделий, как общего назначения, так и диетического назначения приобретает большое значение [19].

Способы повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий разнообразны. Наиболее рациональным из них является добавление в рецептуру нетрадиционных натуральных продуктов растительного происхождения.



В них содержится большое количество белков, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон, которые способны повысить качество продукции и её пищевую ценность.

Одной из добавок является порошок топинамбура. Топинамбур является источником целого комплекса биологически активных веществ: белков, витаминов (С, РР), каротиноидов, фосфолипидов, насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, минеральных веществ, пищевых волокон. Они полезны при болезнях почек, сердца, гипертонии, холецистите [36].

Целью работы является разработка рецептуры и совершенствование технологий приготовления бисквитного полуфабриката с добавлением порошка топинамбура.

Задачи работы:

- исследование химического состава порошка топинамбура;
- исследование влияния порошка топинамбура на свойства теста;
- исследование влияния порошка топинамбура на качество выпеченных изделий;
- исследование пищевой ценности выпеченных изделий;
- исследование показателей безопасности разработанного изделия.
- расчет экономической эффективности.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Государственная политика Российской Федерации в области здорового питания

Питание является одним из важнейших факторов, опосредующих связь человека с окружающей средой. Рациональное и сбалансированное питание создает условия для нормального физического и умственного развития, оказывает существенное влияние на возможность противостоять воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды химической, физической и биологической природы, способствует профилактике заболеваний, увеличению продолжительности и повышению качества жизни населения. Таким образом, питание является фундаментальной характеристикой, определяющей здоровье человека и сохранение генофонда нации.

Последнее десятилетие характеризуется значительными изменениями структуры питания населения России. Главным образом, это касается превышения калорийности рациона над энерготратами, что ведет к росту избыточной массы тела и ожирению (за период 2012 – 2018 гг. на 7,5 % – у женщин и 13,6 % – у мужчин), избыточного потребления животных жиров (по данным диспансеризации взрослого населения в 2018 г. дислипидемия выявлялась у 12 %), сахара (3 % обследованных при диспансеризации 2018 г. имели повышенный уровень сахара в крови), поваренной соли (число больных с высоким артериальным давлением в 2013 – 2018 гг. составляло 593 – 616 на 100 000 населения).

В соответствии с Основами государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 г. целями государственной политики в области здорового питания являются сохранение и укрепление здоровья населения, профилактика заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием.

Основными задачами государственной политики в области здорового питания являются:

- расширение отечественного производства основных видов продовольственного сырья, отвечающего современным требованиям качества и безопасности;
- развитие производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, специализированных продуктов детского питания, продуктов функционального назначения, диетических (лечебных и профилактических) пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище, в том числе для питания в организованных коллективах (трудовые, образовательные и др.);
- разработка и внедрение в сельское хозяйство и пищевую промышленность инновационных технологий, включая био- и нанотехнологии;
- совершенствование организации питания в организованных коллективах, обеспечения полноценным питанием беременных и кормящих женщин, а также детей в возрасте до 3 лет, в том числе через специальные пункты питания и магазины, совершенствование диетического (лечебного и профилактического) питания в лечебно-профилактических учреждениях как неотъемлемой части лечебного процесса;
- разработка образовательных программ для различных групп населения по вопросам здорового питания;
- мониторинг состояния питания населения.

Ожидаемыми результатами реализации государственной политики в области здорового питания являются:

- обеспечение 80 – 95 процентов ресурсов внутреннего рынка основных видов продовольственного сырья и пищевых продуктов за счет продуктов отечественного производства;
- увеличение доли производства продуктов массового потребления, обогащенных витаминами и минеральными веществами, включая массовые сорта хлебобулочных изделий и бисквитной продукции, а также молочные продукты, до 40 – 50 процентов общего объема производства;
- увеличение доли производства молочных и мясных продуктов со сниженным содержанием жира – до 20 – 30 процентов общего объема производства;

- увеличение доли производства отечественного мясного сырья и продуктов его переработки – до 45 – 50 процентов общего объема производства (в том числе мяса птицы – в 2 раза);

- увеличение доли отечественного производства пищевой рыбной продукции, включая консервы, до 7 – 8 процентов общего объема производства;

- увеличение доли отечественного производства овощей и фруктов, а также продуктов их переработки – до 40 – 50 процентов общего объема производства (в том числе продуктов органического производства);

- достижение уровня обеспечения сбалансированным горячим питанием в организованных коллективах, в том числе трудовых, не менее 80 процентов лиц, входящих в состав организованных коллективов;

- обеспечение 80 процентов рынка специализированных продуктов для детского питания, в том числе диетического (лечебного и профилактического), за счет продуктов отечественного производства;

- увеличение доли детей в возрасте 6 месяцев, находящихся на грудном вскармливании, до 50 процентов общего количества детей в возрасте 6 месяцев;

- снижение заболеваемости среди детей и подростков, связанных с питанием (анемия, недостаточность питания, ожирение, болезни органов пищеварения), до 10 процентов;

- повышение числа обучающихся в общеобразовательных учреждениях детей, отнесенных к первой группе здоровья, на 1 процент и детей, отнесенных ко второй группе здоровья, на 2 процента;

- повышение адекватной обеспеченности витаминами детей и взрослых – не менее чем на 70 процентов;

- снижение распространенности ожирения и гипертонической болезни среди населения – на 30 процентов, сахарного диабета – на 7 процентов.

## 1.2 Функциональные продукты питания в России

В последние годы в науке о питании сформировалось новое направление - функциональное питание, которое включает разработку теоретических основ, производство, реализацию и потребление функциональных пищевых продуктов (ФПП). Является ли концепция ФПП актуальной задачей для современной пищевой промышленности или это «наука ради науки»?

В развитых странах здоровое питание возведено в ранг государственной политики. И это неслучайно. Доказано, что правильное питание обеспечивает рост и развитие детей, способствует профилактике заболеваний, повышению работоспособности и продлению жизни людей, тогда как несбалансированное, напротив, приводит к возникновению многих проблем со здоровьем.

Медицинские исследования, проведенные в России, показали, что в последние годы снижается потребление пищевых источников энергии и белка (особенно у групп населения с низкими доходами), увеличено потребление мучных и кондитерских изделий. Одновременно выявлено много людей, страдающих ожирением, что является следствием нарушения обмена веществ. Средняя продолжительность жизни сократилась: сегодня у мужчин она составляет 57 лет, у женщин – 72 года. Заметно увеличилось количество заболеваний пожилого возраста, предпосылки к которым накапливаются в течение всей жизни человека: сердечно-сосудистые заболевания, рак, диабет, инсульт, катаракта и глаукома, остеопороз, некоторые болезни мозга и нервной системы, например болезнь Паркинсона, и т. д. Особое беспокойство вызывают сердечно-сосудистые и онкологические заболевания.

Доказано, что некоторые продукты питания при употреблении их в больших количествах могут влиять на многие жизненно важные функции организма и в совокупности с вредными привычками, наследственной предрасположенностью и экологическим неблагополучием способствовать возникновению заболеваний.

Причиной является содержание в пищевых продуктах веществ, входящих в число факторов риска. Возникновению сердечно-сосудистых заболеваний спо-

способствует холестерин, для легких опасны канцерогены (нитрозамины и полициклические углеводороды, содержащиеся в копченостях), появление диабета провоцирует глюкоза, инсульт – поваренная соль и насыщенные жирные кислоты, и т. д.

Конечно, хорошо известны и антагонисты - «здоровые» ингредиенты пищи. Многолетние исследования показали, что одни болезни можно с их помощью предупредить, другие – отсрочить или облегчить их течение.

Например, сердечно-сосудистым заболеваниям противостоят витамины - антиоксиданты С и Е, каротиноиды, флавоноиды, некоторые неорганические элементы, пищевые волокна. Употребление витамина С позволяет защитить организм от рака желудка, а бета-каротин – от рака легких. Остеопорозы можно предупредить, вводя в рацион питания продукты, содержащие кальций и такие витамины, как К, С, В6 и элемент бор. И все же этого явно недостаточно.

Поэтому в последние годы в науке о питании сформировалось новое направление – концепция функционального питания, которая включает разработку теоретических основ, производство, реализацию и потребление функциональных пищевых продуктов (ФПП).

К ФПП могут относиться диетические, лечебно-профилактические, геродиетические продукты питания, продукты питания для детей, спортсменов, космонавтов, людей, работающих в экстремальных условиях, и т. д. К диетическому, профилактическому питанию или диетотерапии относятся продукты питания, применяемые при различных заболеваниях, которые в комплексе с лечебными мероприятиями способствуют восстановлению жизненных функций организма больного. Продукты, входящие в диеты, составляют суточный пищевой рацион с конкретным лечебным назначением.

Основное внимание при разработке и создании функциональных продуктов питания уделяется медико-биологическим требованиям к разрабатываемым продуктам, ингредиентам и добавкам, входящим в их состав.

Помимо медико-биологических требований к функциональным продуктам питания, обязательным условием их создания является разработка рекомендаций

по применению или клиническая апробация. Например, для диетических продуктов питания не требуется проведения клинических испытаний, а для лечебных продуктов клиническая апробация обязательна.

### 1.3 Ассортимент и пищевая ценность мучных кондитерских изделий

В зависимости от используемых ингредиентов, все виды кондитерских изделий делятся на две основные группы: сахаристые и мучные.

Наиболее популярным на российском рынке среди мучных кондитерских изделий является бисквитный полуфабрикат. Бисквитные полуфабрикаты используются в производстве для приготовления различных рулетов, тортов, пирожных [15].

По структуре бисквитное тесто можно отнести к пенам. Бисквитное тесто готовят путем насыщения воздухом яично-сахарной смеси, которую соединяют с мукой и замешивают тесто. Операция замеса должна быть кратковременной, чтобы уменьшить набухание клейковины, так как это приведет к увеличению её упругости, а в выпеченном полуфабрикате к плотному малопористому мякишу. Бисквитное тесто имеет сравнительно неустойчивую воздушную фазу, поэтому его нельзя подвергать интенсивному механическому воздействию.

Для приготовления бисквита используют пшеничную муку, содержащую 28 – 34 % слабой клейковины. При использовании муки со средней и сильной клейковиной получается затянутое тесто, а готовый полуфабрикат имеет плотную структуру. Из муки, с заниженным содержанием клейковины, готовый бисквитный полуфабрикат будет крошиться. В муку для бисквитного теста вводят 20 % крахмала. Это снижает количество клейковины, увеличивает пластичность теста. В результате полуфабрикат имеет более сухую и рассыпчатую консистенцию.

В зависимости от рецептуры и способа приготовления различают бисквит основной, масляный (бисквит «Прага»), буше (круглый бисквит) и бисквит для рулета.

Основной бисквит вырабатывают двумя способами без подогрева и с подогревом.

Холодный способ (без подогрева) заключается в взбивании яично-сахарной смеси до увеличения её в 1,5 – 2 раза с последующим добавлением муки и крахмала.

Приготовление бисквитного полуфабриката с подогревом. Перед сбиванием яично – сахарную смесь подогревают до 45 – 50 °С при перемешивании. Подогрев длится 5 – 7 минут.

Яично – сахарная масса становится разжиженной и легко поддается взбиванию. Влажность выпеченного полуфабриката ниже, чем при холодном способе, но он получается более рыхлым и пышным.

В рецептуру масляного бисквита кроме яиц, сахара и муки без крахмала входит сливочное масло (35 % к массе муки), благодаря чему мякиш его получается более плотным, а вкус более нежным.

Бисквит буше называется так же круглым. Тесто для буше готовят более вязким и густым. Влажность выпеченного полуфабриката для буше ниже, чем основного бисквитного полуфабриката. Приготовление теста для бисквита заключается в отдельном сбивании яичных желтков и белков.

Для приготовления бисквита для рулета тесто наносят тонким слоем на кондитерские листы.

Так же бисквит готовят и на овощных порошках – тыквенном, свекольном или морковном. При использовании свекольного порошка дополнительно вводят какао-порошок. Порошок предварительно восстанавливают в воде при температуре 20 °С в течение 20 минут. Расход порошков на 10 кг выпеченного полуфабриката составляет 315 – 350 г, воды для восстановления 630 – 700 г [28].

Мучные кондитерские изделия являются высококалорийными и легкоусвояемыми продуктами. Энергетическая ценность большинства из них обусловлена углеводным составом.



В бисквитном полуфабрикате, как и во всех мучных кондитерских изделиях, преобладает содержание углеводов, жиров и белков. Содержание витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон не значительно [29].

Белки – наиболее ценные и незаменимые компоненты пищи. Белковые вещества представляют собой высокомолекулярные коллоиды. Под влиянием ферментов в организме человека белки распадаются на аминокислоты и продукты их распада. Из них вновь синтезируются необходимые организму аминокислоты, белки и вещества белковой природы. Некоторые аминокислоты в организме не синтезируются и поэтому должны поступать с пищей.

Белок пищевого сырья, используемого в производстве кондитерских изделий, имеет различную ценность. Наиболее ценными белками являются белки молока, яиц. Биологическая ценность белков зависит не столько от их аминокислотного состава, сколько от доступного фермента желудочно-кишечного тракта и степени усвояемости. Усвояемость белков продуктов питания различна. Белки должны составлять в среднем 12 % калорийности суточного рациона и сочетаться с другими пищевыми веществами в определенных соотношениях [12].

Энергетическую ценность некоторых изделий повышает жир, который улучшает вкус и усвояемость продукта. Содержащиеся в жирах полиненасыщенные жирные кислоты и некоторые витамины (А, Д, Е) увеличивают биологическую ценность изделий. Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты выступают в качестве предшественников или элементов липидных структур клетки. При отсутствии полиненасыщенных жирных кислот в рационе питания снижается рост, ухудшается сопротивляемость к инфекционным заболеваниям, повышается проницаемость кожных покровов, происходит ряд других изменений [16].

Мучные кондитерские изделия, включающие по рецептуре сливочное и подсолнечное масло, содержат фосфолипиды, которые входят в структуру клеточных мембран, участвуют в транспортировке жира в организме и недостаточное содержание которых в рационе ведет к отложению жира. Суточная потребность организма взрослого человека в фосфолипидах составляет 5 г [12].

Углеводы во многих пищевых продуктах составляют значительную часть, особенно в кондитерских изделиях. Углеводы представлены простыми сахарами и полисахаридами.

Усвояемость углеводов различная. Не усваиваются вещества, входящие в группу «грубых» пищевых волокон (целлюлоза и др.) и «мягких» пищевых волокон (пектиновые вещества, камеди, декстраны и др.). Усвояемые углеводы имеют энергетическую ценность и покрывают 50 – 60 % общего числа калорий. Суточная потребность взрослого человека в усвояемых углеводах составляет 365 – 400 г. В суточном рационе должно присутствовать 20 – 25 г пищевых волокон, в том числе 10 – 15 г клетчатки и пектина [34].

Продукты, входящие в рецептуру мучных изделий, обладают высокой энергетической ценностью и являются важным источником углеводов (крахмала и сахаров), жиров, витаминов группы В, ценных минеральных веществ и пищевых волокон (мука).

За счет зерновых продуктов возмещается более 50 % потребности организма в углеводах и около 40 % в белках. Однако белки муки не полноценны, т.к. незаменимые аминокислоты находятся в них в соотношениях, далеких от оптимальных. Особенно они дефицитны по лизину. Лизин – это незаменимая аминокислота, входящая в состав практически любых белков, необходима для роста, восстановления тканей, производства антител, гормонов, ферментов, альбуминов. Лизин поддерживает уровень энергии и сохраняет здоровым сердце, благодаря карнитину, который в организме из него образуется [11].

В растительных продуктах содержание лизина почти всегда ограничено, то есть даже малые количества лизина существенно повышают пищевую ценность этих продуктов. Поэтому утилизируются белки не более чем на 56 %. Усваиваются белки муки тоже недостаточно хорошо (на 75 – 89 %) [16].

Витамины обладают высокой биологической активностью и участвуют в обмене веществ, регулируют отдельные биохимические и физиологические процессы.

Источниками витаминов при изготовлении кондитерских изделий являются отдельные виды сырья. Сохранение витаминов в готовых изделиях зависит от процессов технологической обработки сырьевых смесей.

Потребление кондитерских изделий в количестве около 100 г за ограниченный отрезок времени может вызывать и гипергликемию, т.е. повышает концентрацию в крови глюкозы. Частый прием сладостей в больших количествах приводит к систематическому перевозбуждению инсулярного аппарата поджелудочной железы, может служить причиной его расстройства и значительно повышает риск развития диабета.

Полисахариды, содержащиеся в рассматриваемых изделиях, частично смягчают нежелательное влияние сахарозы.

Они медленно расщепляются вначале до декстринов, а затем до мальтозы, после гидролиза которой освобождающаяся глюкоза поступает в кровь. Следовательно, они постепенно усваиваются организмом человека и можно считать, что пищевая ценность мучных кондитерских изделий несколько выше, чем, например, драже сахарного и конфет неглазированных с помадным корпусом.

Многие виды кондитерских изделий бедны серой, марганцем, медью, цинком, некоторыми другими микроэлементами [10].

На пищевую ценность кондитерских изделий влияет также наличие посторонних веществ, попадающих с сырьем или накапливаемых при транспортировании, хранении, реализации. Например, доброкачественность изделий снижают оболочки орехов, семян подсолнечника, какао бобов. При неправильном хранении в арахисе и некоторых других видах сырья накапливаются афлатоксины, жиросодержащие изделия подвергаются окислительному прогорканию, продукты которого нежелательны для организма человека. Вследствие различных превращений пищевая ценность кондитерских изделий в процессе хранения постепенно снижается (вплоть до непригодности к употреблению) [11].

Таким образом, можно сделать вывод, что кондитерские изделия нуждаются в существенной коррекции их химического состава в направлении увеличения содержания белков, витаминов, минеральных элементов, пищевых волокон, фосфо-

липидов, незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот. Решением данной проблемы является разработка и внедрение новых технологий, рецептур изделий с высокими качественными, органолептическими и физиологическими показателями лечебно-профилактического назначения. Для повышения пищевой ценности и улучшения органолептических показателей состав кондитерских изделий нужно обогащать биологически активными веществами и минеральными соединениями из растительного сырья [33].

#### 1.4 Функционально - технологические свойства бисквитного теста

По структуре бисквитное тесто – это высококонцентрированная дисперсия воздуха в среде, состоящей из яйцепродуктов, сахара, муки, поэтому это тесто можно отнести к пенам. Пены представляют собой дисперсную систему, состоящую из пузырьков газа, разделенных прослойками жидкости.

Пенную систему всесторонне характеризуют следующие основные свойства:

1) Пенообразующая способность раствора (вспениваемость) – это количество пены, выражаемое ее объемом (в см<sup>3</sup>) или высотой столба (в мм), которое образуется из постоянного объема раствора при соблюдении определенных условий в течение данного времени.

2) Кратность пены представляет собой отношение объема пены к объему раствора, пошедшего на ее образование.

3) Стабильность (устойчивость) пены – ее способность сохранять общий объем, дисперсный состав и препятствовать истечению жидкости (синерезису). Часто в качестве меры стабильности пены используют время существования элемента пены (отдельного пузырька, пленки) или определенного ее объема.

4) Дисперсность пены, которая может быть задана средним размером пузырька, распределением пузырьков по размерам или поверхностью раздела раствор – газ в единице объема пены.

5) Удельный объем воздушной фазы характеризует степень насыщения продукта воздухом и определяет структурно-механические характеристики пены.

Особенностью замеса бисквитного теста является кратковременность процесса (до 15 с) с целью снижения степени набухания белков клейковины.

Увеличение продолжительности замеса теста приводит к снижению его пластичности, в результате чего выпеченный полуфабрикат имеет жесткую и плотную структуру.

Из-за низких прочностных свойств пленочного каркаса из яично-сахарной массы и муки бисквитное тесто характеризуется большой неустойчивостью. Изменения в структуре теста начинаются сразу же после замеса.

Вследствие большой проницаемости пленок воздух диффундирует из мелких пузырьков в более крупные. Чем крупнее пузырьки воздуха, тем больше поверхность пленок и вероятность их разрыва.

Толщина нестабильных пленок в 4 – 5 раз меньше, чем устойчивых. Часть воздуха уходит в окружающую среду, тесто оседает, уплотняется и через 35 – 40 мин становится непригодным для выпечки [18].

Для придания пористой структуры в бисквитное тесто вводят взбитые яйца или яичные белки (яйца должны быть свежими, охлажденными), которые и являются разрыхлителями. Соотношение муки сахара и яичных продуктов для бисквитного теста составляет 1:1:2.

Муку для бисквитного теста выбирают со средним содержанием клейковины (около 30 %). Из муки с большим содержанием клейковины изделия получаются плотными, малопористыми, а из муки с бедной клейковиной или с очень слабой клейковиной они получаются ломкими. Но обычно при использовании такой муки 25 % ее заменяют крахмалом.

Часть муки (до 25 %) можно заменить картофельным крахмалом, даже если используется мука со средним содержанием клейковины. Крахмал в тесте связывает больше влаги из яиц, чем мука, поэтому при выпечке влага меньше улетучивается и изделия получаются с ровными порами и при резке не так сильно крошатся [22].

По характеру связи между компонентами бисквитное тесто относится к группе коагуляционных структур, является структурированной системой, вязкость которой зависит от приложенного напряжения сдвига и градиента скорости.

С увеличением градиента скорости величина вязкости в первые моменты определения резко падает, затем снижение вязкости замедляется и при определенных значениях градиента скорости приложенное напряжение практически не влияет на вязкость. Вязкость теста снижается не только вследствие ориентации воздушных пузырьков в направлении действующей силы, но и за счет их разрушения.

Оптимальные показатели качества бисквитного теста должны находиться в следующих пределах: плотность взбитой яично-сахарной массы  $370 - 375 \text{ кг/м}^3$ , плотность теста  $450 - 480 \text{ кг/м}^3$ , вязкость  $25,1 - 23,2 \text{ н}\cdot\text{с/м}^2$  при  $j=2,0 \text{ с}^{-1}$ , дисперсность воздушной фазы – не менее 60 % пузырьков воздуха размером  $20 - 100 \text{ мкм}$ . При плотности теста  $450 - 475 \text{ кг/м}^3$  около 88 % составляют пузырьки размером  $20 - 150 \text{ мкм}$ . Дальнейшее взбивание яично-сахарной массы до достижения плотности теста  $405 - 420 \text{ кг/м}^3$  ведет к увеличению содержания в нем воздушных пузырьков крупного размера  $100 - 200 \text{ мкм}$  и более. При последующем взбивании происходит чрезмерное насыщение массы воздухом, стенки пузырьков утончаются, лопаются и агрегируют в более крупные. При уменьшении плотности теста повышаются значения общей деформации, упругости и пластичности мякиша бисквитного полуфабриката.

Оптимальные показатели качества бисквитного полуфабриката следующие: сжимаемость мякиша  $150 - 166 \text{ ед. пенетрации}$ , пористость 11 %, наличие воздушных пор размером  $300 - 500 \text{ мкм} - 30 \%$  или: пористость  $84 - 85 \%$ , плотность беспористой массы –  $1,31 \text{ кг/м}^3$ . Снижение плотности теста менее  $405 \text{ кг/м}^3$  нецелесообразно, так как это значение достигается после продолжительного взбивания, бисквит из такого теста характеризуется неравномерной пористостью и оседает [18].

## 1.5 Пищевая ценность топинамбура

Для повышения пищевой ценности состав кондитерских изделий нужно обогащать биологически активными веществами и минеральными соединениями из растительного сырья [33]. Одной из таких добавок является топинамбур и продукты его переработки – сок и порошок.

Топинамбур (или как еще называют «земляная груша») – это корнеплод, малоизвестный в России, но в связи с тем, что в настоящее время мода на здоровое питание набирает обороты, данный продукт стали рассматривать и в российских семьях. Такое внимание связано с необычной полезностью топинамбура.

Этот корнеплод часто сравнивают с картофелем, но он имеет ряд преимуществ перед последним, таких как: более насыщенный витаминно-минеральный состав, а также более легкое выращивание.

Благодаря низкой калорийности топинамбур может использоваться в диетическом питании.

Также, в его углеводной части содержится ценный полисахарид – инулин, который имеет ряд полезных функций, но самое главное то, что он помогает бороться с сахарным диабетом.

Калорийность топинамбура составляет 61 ккал на 100 граммов продукта.

Топинамбур богат по своему химическому составу. По содержанию железа, топинамбур значительно превосходит другие клубни (морковь, картофель, репу, свеклу и пр.). В состав топинамбура входят: калий, кальций, магний, кремний, натрий, хром, фтор и другие минералы.

Топинамбур содержит клетчатку, пектин, органические кислоты, жиры, белки и незаменимые аминокислоты. Богат топинамбур и витаминами: В1, В2, В6, С, РР, каротиноидами.

Топинамбур содержит незаменимые аминокислоты: аргинин, валин, лизин, леицин и др.

Также топинамбур крайне богат минеральными веществами, и в связи с этим является ценным продуктом. Например, для того, чтобы восполнить суточную

дозу кремния в организме, необходимо съесть всего 50 грамм данного корнеплода, а 200 грамм этого продукта насытят организм аскорбиновой кислотой в полном объеме.

Одним из главных полезных свойств этого корнеплода следует отметить наличие в нем инулина – полисахарида, аналога инсулина. У этого вещества есть масса полезных действий, а именно:

- так как инулин на 95% состоит из фруктозы, то он способен заменять глюкозу в обмене веществ. Таким образом, выработка инсулина поджелудочной железой не требуется, уровень сахара в крови нормализуется, и эта функция является отличным решением для больных сахарным диабетом;

- снижает уровень холестерина в крови;

- выводит из кровотока продукты распада, обладает антитоксическим эффектом;

- обладает желчегонным действием;

- способствует лучшему усвоению кальция в организме;

- имеет иммуномодулирующие свойства;

- с его помощью улучшается микрофлора кишечника;

- способствует разжижению крови, понижает кровяное давление;

- помогает лучше усвоиться магнию в организме;

- обладает гепатопротекторными свойствами.

Пищевые волокна, содержащиеся в этом продукте, способствуют выведению из организма шлаков и токсинов, также помогают справиться с запорами. Пектины препятствуют развитию патогенной микрофлоры в кишечнике, улучшают перистальтику желудочно-кишечного тракта, повышают местный иммунитет, делая тем самым менее восприимчивой среду кишечника для различных штаммов вирусов.

Витамин С благотворно влияет на клетки стенок кровеносных сосудов, делая их прочными и эластичными. Употребление в достаточном количестве аскорбиновой кислоты помогает снизить риск кровотечений, и является профилактикой анемии. Также витамин С помогает укрепить иммунитет организма.



Благодаря витамину А улучшается острота зрения, кожа становится более увлажненной и подтянутой, происходит нормальный рост и формирование структур внутренних органов.

Витамины группы В участвуют в обменных процессах, синтезе гемоглобина, регуляции нервной системы, образовании антител, а также выработке половых гормонов.

В составе топинамбура сосредоточены одни из мощных антиоксидантов (витамины А, С, Е), которые способствуют оздоровлению и омолаживанию всего организма, связывают и выводят свободные радикалы, предотвращают появление рака и сердечно-сосудистых заболеваний.

Богатое содержание калия в этом корнеплоде поможет вывести лишнюю воду из организма, поддержит нормальный уровень водно-солевого баланса в организме, нормализует давление и снимет спазмы. Топинамбур препятствует образованию камней в почках.

Сок данного корнеплода борется с признаками изжоги, понижает кислотность желудка, избавляет от язв. Этот корнеплод является отличным противопаразитарным средством в отношении описторхоза и лямблиоза.

Таким образом, из вышеизложенного можно сделать вывод, что мучные кондитерские изделия содержат мало белков, витаминов и минеральных веществ, поэтому они нуждаются в корректировке пищевой ценности. Для этой цели чаще всего используют растительные добавки. Одной из перспективных добавок является порошок топинамбура. Порошок содержит много белка, пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ. Его использование в производстве мучных кондитерских изделий позволит обогатить их основными пищевыми веществами и повысить пищевую ценность.

## 2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Объекты исследования

В соответствии с целью и задачами работы, объектами исследования являлись:

- порошок топинамбура (ТУ 9164-001-312301001-2013);
- картофельный крахмал (ГОСТ Р 53876-2010);
- бисквит основной, приготовленный по рецептуре №1 [25];
- бисквит основной, приготовленный с заменой картофельного крахмала на порошок топинамбура в количестве 2,5-7,5%.

Для проведения исследований применяли муку пшеничную высшего сорта ГОСТ Р 26574-2017, сахар – песок ГОСТ 21-94, яйцо ГОСТ 31654-2012, эссенция ГОСТ 32097-2013.

### 2.2 Методы исследования

В работе применялись методы, позволяющие охарактеризовать химический состав, пищевую и энергетическую ценность, технологические и структурно-механические свойства, органолептические показатели исследуемых объектов.

Исследования проводились по общепринятым и стандартным методам исследований.

Определение массовой доли углеводов в образцах проводилось ускоренным методом горячего титрования (ГОСТ 5672–68).

Проведение анализа. В бюретку вместимостью 10 см<sup>3</sup> наливают исследуемый раствор. В две плоскодонные колбы вместимостью 50 см<sup>3</sup> отмеряют пипеткой по 5 см<sup>3</sup> раствора I и раствора II.

Одну из колб помещают на нагретую электроплитку, доводят медно-щелочной раствор в колбе до кипения и титруют из бюретки исследуемым раствором со скоростью (4±1) капль в секунду до перехода синей окраски медно-щелочного раствора в желтую. Израсходованный на титрование объем в

см<sup>3</sup> стандартного раствора сахарозы отмечают по бюретке. Затем проводят контрольное титрование.

Вторую колбу с медно-щелочным раствором помещают на нагретую электроплитку, раствор в колбе доводят до кипения и сливают в него из бюретки (85±5) % израсходованного на предварительное титрование объема исследуемого раствора, следя за тем, чтобы кипение в колбе не прекращалось. При этом синя окраска медно-щелочного раствора изменяется на светло-фиолетовую. Дотитрование медно-щелочного раствора исследуемым раствором проводят со скоростью 1 капля в секунду до появления желтой окраски.

Массовую долю сахара в исследуемом изделии (М) в пересчете на сухое вещество вычисляют по формуле

$$M = \frac{T \cdot V_1 \cdot 100 \cdot 2 \cdot 100}{m \cdot V_2 \cdot 1000 \cdot (100 - W)}, \quad (1)$$

где Т – титр медно-щелочного раствора по сахарозе;

V<sub>1</sub> – вместимость мерной колбы, взятой для приготовления водной вытяжки, измеряется в см<sup>3</sup>;

m – масса навески исследуемого изделия, г;

V<sub>2</sub> – объем исследуемого раствора, израсходованный на титрование, см<sup>3</sup>;

W – массовая доля влаги в исследуемом материале [7].

Определение содержания белка проводилось (ГОСТ 10846–91).

В колбу Кьельдаля с навеской добавляют 1,5 – 2,0 г катализатора 1 или 2 и осторожно вливают 10 – 15 см<sup>3</sup> концентрированной серной кислоты. Содержимое перемешивают покачиванием колбы, добиваясь полного смачивания навески.

Нагревание колбы проводят в вытяжном шкафу или помещении с принудительной вентиляцией. В горлышко колбы Кьельдаля вставляют маленькую стеклянную воронку или втулку для уменьшения улетучивания паров кислоты во время нагревания. Колбу устанавливают на электроплитке или укрепляют в

штативе над газовой горелкой так, чтобы ее ось была под углом 30 – 45 градусов.

Начальное нагревание колбы проводят под наблюдением при слабом накале электроплитки или на слабом пламени газовой горелки медленно, ввиду возможного образования пены, которая может подняться в горлышко колбы или даже перелиться через край. После прекращения образования пены усиливают нагревание колбы и доводят содержимое ее до кипения. Дальнейшая интенсивность кипения раствора в колбе должна быть такой, чтобы пары кислоты конденсировались в средней части горлышка колбы Кьельдаля.

Во время нагревания колбы следят за тем, чтобы на стенках колбы не оставалось черных несгоревших частиц продукта. Если их обнаруживают, то смывают небольшим количеством серной кислоты, которую добавляют в колбу, или легким встряхиванием содержимого колбы.

Раствор в колбе кипятят до тех пор, пока он не станет прозрачным (допускается слегка зеленоватый оттенок). Затем проводят дополнительное нагревание колбы еще в течение 30 мин, после чего сжигание заканчивают.

Колбу охлаждают и к ее содержимому постепенно приливают 70 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, слегка взбалтывая раствор. Полученный раствор снова охлаждают.

Отгонка аммиака. В бачок – парообразователь через воронку 2 наливают дистиллированную воду, заполняя ее более половины объема бачка. Открывают кран 3 и зажим 4. Нагревают бачок с водой на электрической плитке или газовой горелке. Присоединяют пустую колбу Кьельдаля 10 к каплеуловителю 7 и воронке для щелочи 5. После того как вода в бачке закипит, закрывают кран 3. Включают холодильник 8, подставляют под него пустую коническую колбу 9 и в течение 5 – 10 мин «пропаривают» прибор.

По истечении указанного времени открывают краны 3 и 6, а зажим 4 закрывают. В коническую колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> приливают при помощи бюретки или пипетки 25 см<sup>3</sup> 0,05 моль/дм<sup>3</sup> раствора серной кислоты и добавляют 4 – 5 капель индикатора. Вынимают пустую коническую колбу из-под холо-

дильника и вместо нее подставляют коническую колбу с раствором борной или серной кислоты. Колбу подставляют под холодильник так, чтобы кончик холодильника был погружен в раствор на глубину не менее 1 см. Вынимают пустую колбу Кьельдаля и вместо нее подставляют колбу Кьельдаля с растворами.

Закрывают кран 6 и наливают в воронку  $40 \text{ см}^3$  раствора щелочи массовой концентрации  $330 - 400 \text{ г/дм}^3$ . Затем осторожно открывают кран 6 и понемногу при слабом покачивании колбы Кьельдаля приливают щелочь к содержимому колбы.

При этом наблюдается изменение цвета раствора в колбе Кьельдаля: из прозрачного он становится синим или бурым. Открывают зажим 4, закрывают краны 3 и 6 и начинают отгонку аммиака, который перегоняемый паром из колбы Кьельдаля конденсируется в холодильнике и попадает в приемную коническую колбу с раствором серной кислоты. Через 10 мин коническую колбу с раствором кислоты опускают, при этом кончик холодильника не должен касаться жидкости.

Конец отгонки устанавливают при помощи лакмусовой бумажки. Для этого кончик холодильника обмывают небольшим количеством дистиллированной воды, отставляют коническую колбу из-под холодильника и под стекающие из холодильника капли конденсата подставляют лакмусовую бумажку. В случаях, когда лакмусовая бумажка не синееет, отгонку аммиака заканчивают. Если лакмусовая бумажка синееет, то приемную колбу снова подставляют под холодильник и продолжают отгонку.

После окончания отгонки закрывают зажим 4 и открывают краны 3 и 6. Обмывают кончик холодильника над конической колбой дистиллированной водой и коническую колбу убирают. Колбу Кьельдаля заменяют на пустую и «пропаривают» всю систему для удаления возможных остаточных количеств аммиака.

Титрование. При отгонке аммиака в раствор серной кислоты содержимое конической колбы (избыток  $0,05 \text{ моль/дм}^3$  раствора серной кислоты) титруют  $0,1 \text{ моль/дм}^3$  раствором гидроксида натрия до перехода окраски в зеленую.

Определение азота в реактивах и воде. Одновременно с определением азота проводят анализ на выявление загрязнения воды и реактивов азотом (холостое определение). Для этого проводят весь анализ, за исключением взятия навески.

При отгонке аммиака в раствор серной кислоты содержание азота ( $X_2$ ) в зерне или продуктах его переработки при фактической влажности в процентах вычисляют по формуле

$$X_2 = \frac{(V_0 - V_1) * K * 0,0014 * 100}{m}, \quad (2)$$

где  $m$  – масса навески, г;

$V_0$  – объем 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия, пошедшего на титрование 0,05 моль/дм<sup>3</sup> серной кислоты в «холостом» определении, см<sup>3</sup>;

$V_1$  – объем 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия, пошедшего на титрование 0,05 моль/дм<sup>3</sup> серной кислоты в анализируемом растворе, см<sup>3</sup>;

$K$  – поправка к титру 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия;

0,0014 – количество азота, эквивалентное 1 см<sup>3</sup> 0,05 моль/дм<sup>3</sup> раствора серной кислоты, г [1].

Определение кислотности (ГОСТ 5670–96).

В полуфабрикатах из муки и булочных изделиях кислотность измеряют в градусах кислотности, в молочных продуктах – в градусах Тернера (°Т). Под градусами кислотности понимают объем в см<sup>3</sup> 1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия или гидроокиси калия, необходимых для нейтрализации кислот, содержащихся в 100 г анализируемого продукта.

Под градусами Тернера подразумевают объем водного раствора гидроокиси натрия (калия) концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, необходимый для нейтрализации кислот в 100 см<sup>3</sup> или 100 г продукта.

Навеску бисквитного полуфабриката массой 5 г помещают в ступку и растирают с 50 см<sup>3</sup> воды до образования однородной массы. Болтушку переносят в сухую мерную колбу на 250 мл. Дать отстояться 1 час. Фильтровать в кониче-

скую колбу на 250 мл. По 50 мл фильтрата разлить в конические колбы на 100 мл, добавить раствор фенолфталеина и титровать 0,1 н NaOH.

Кислотность (X, град.) вычисляют по формуле

$$X = \frac{5 \cdot 50 \cdot 4ak}{250 \cdot 10}, \quad (3)$$

где а – объем 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия или гидроокиси калия, см<sup>3</sup>, израсходованного на титрование;

1/10 – приведение 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия (калия) к 1 моль/дм<sup>3</sup>;

4 – коэффициент приводящий к 100 г навески;

5 – масса навески испытуемого продукта, г;

250 – объем воды, взятый для извлечения кислот, см<sup>3</sup>;

50 – объем испытуемого раствора, взятого для титрования, см<sup>3</sup>;

К – поправочный коэффициент раствора гидроокиси натрия (калия). Кислотность вычисляют с точностью 0,5 град [6].

Определение витамина С (ГОСТ 24556–89).

Из грубоизмельченной аналитической пробы берут навеску массой (20±0,01) г, помещают в фарфоровую ступку, где тщательно растирают со стеклянным порошком (около 5 г), постепенно добавляют 300 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и настаивают 10 мин. Затем смесь размешивают и извлечение фильтруют.

В коническую колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> вносят 1 см<sup>3</sup> полученного фильтрата, 1 см<sup>3</sup> раствора хлористоводородной кислоты с массовой долей 2 %, 13 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, перемешивают и титруют из микробюретки раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия (0,001 моль/дм<sup>3</sup>) до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 30 – 60 с.

Титрование ведут не более 2 мин. В случае интенсивного окрашивания фильтрата или высокого содержания в нем аскорбиновой кислоты (расход раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия (0,001 моль/дм ) более 2 см<sup>3</sup>), об-

наруженного пробным титрованием, исходное извлечение разбавляют дистиллированной водой в 2 или более раз.

Обработка результатов.

Массовую долю аскорбиновой кислоты (X) в процентах, в пересчете на абсолютно сухое сырье, вычисляют по формуле

$$X = \frac{V \cdot K \cdot 0,000088 \cdot 300 \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot (100 - W)}, \quad (4)$$

где 0,000088 – массовая доля аскорбиновой кислоты, соответствующая 1 см<sup>3</sup> раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия (0,001 моль/дм<sup>3</sup>), г;

V – объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия (0,001 моль/дм<sup>3</sup>), израсходованный на титрование, см<sup>3</sup>;

m – масса сырья, г;

W – потеря в массе при высушивании сырья, % [4].

Определение массовой доли сухих веществ (ГОСТ 5900-2014).

Если подготовленная проба продукта имеет твердую или очень густую консистенцию, или содержит кристаллы сахара и при рефрактометрировании отсутствует хорошо и четко различимая граница между темным и светлым полями, видимыми в окуляре рефрактометра, во взвешенную вместе с крышечкой и стеклянной палочкой бюксу помещают анализируемую пробу продукта массой от 5 до 10 г, предварительно взвешенную с записью результата до второго десятичного знака, а затем приливают дистиллированную воду в количестве, примерно равном массе анализируемой пробы.

Анализируемую пробу растворяют в открытой бюксе при перемешивании, ускоряя растворение нагреванием на водяной бане при температуре от 60°C до 70°C, после чего раствор охлаждают, закрывают бюксу крышечкой, взвешивают с записью результата до второго десятичного знака и рефрактометрируют, как указано в 8.4.1, вводя поправку по температуре к полученному отсчету массовой доли сухих веществ в растворе анализируемой пробы.



Обработка результатов.

Массовую долю сухих веществ  $X_2$  в процентах в анализируемом продукте вычисляют по формуле

$$X_2 = \frac{\alpha * m_1}{m}, \quad (5)$$

где  $\alpha$  – показания рефрактометра, %;

$m_1$  – масса раствора анализируемой пробы, г;

$m$  – масса анализируемой пробы, г.

Определение растворимых и нерастворимых пищевых волокон методом Ганека и Кюршнера (ГОСТ 31675-2012).

1 г измельченного продукта, взвешенного с погрешностью до 0,0002 г, переносят в колбу вместимостью 120 см<sup>3</sup>, вливают 40 см<sup>3</sup> смеси кислот (3,6 см<sup>3</sup> азотной кислоты плотностью 1,4 и 36,4 см<sup>3</sup> 80 %-го раствора уксусной кислоты) и, закрыв колбу обратным холодильником, нагревают на песчаной бане в течение 1 ч. Содержимое колбы в горячем состоянии фильтруют через стеклянный фильтр № 2, предварительно высушенный и взвешенный до постоянной массы при температуре 105 – 108 °С, или тигель Гуча с асбестовым фильтром (для приготовления фильтров асбест кипятят в смеси азотной и уксусной кислот (1:10) и затем промывают водой). Осадок после отсасывания экстракта 1 – 2 раза промывается горячим 0,2 М спиртовым раствором гидроксида натрия, потом несколько раз небольшими порциями дистиллированной воды, а затем – 10 см<sup>3</sup> смеси спирта с эфиром.

Тигли с чисто-белым осадком сушат до постоянной массы при температуре 100 – 105 °С, охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Обработка результатов.

Содержание клетчатки (в %) вычисляют по формуле

$$\gamma = \frac{G * 100}{g}, \quad (6)$$

где  $G$  – масса полученной клетчатки, г;

$g$  – навеска исследуемого вещества, г.

Определение крахмала (ГОСТ 54759-2011).

В коническую колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup> помещают (20,000 + 0,001) г пробы продукта, взвешенного до третьего знака после запятой, добавляют небольшими порциями 80 см<sup>3</sup> 10 %-ного раствора соляной кислоты, одновременно размешивая пробу стеклянной палочкой.

Колбу подсоединяют к обратному холодильнику и кипятят в течение 15 мин, периодически размешивая.

Затем колбу охлаждают под струей холодной воды до температуры (20 + 2) °С. Содержимое колбы количественно переносят в мерную колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>, используя дистиллированную воду. Объем раствора доводят дистиллированной водой до метки, при этом уровень отделившегося жира должен располагаться над меткой мерной колбы. Раствор тщательно размешивают.

Содержимое колбы фильтруют через бумажный фильтр. 25 см<sup>3</sup> фильтрата вносят пипеткой в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>, добавляют 1 каплю раствора фенолфталеина и нейтрализуют фильтрат раствором гидроксида натрия до появления от одной капли щелочи красноватой окраски. Добавляют в колбу по каплям 10%-ный раствор соляной кислоты до исчезновения красноватой окраски и еще 2 – 3 капли для обеспечения слабокислой реакции раствора.

Для осветления гидролизата и осаждения белков к раствору в колбе добавляют 1,5 см<sup>3</sup> раствора железистосинеродистого калия и 1,5 см<sup>3</sup> раствора сернокислого цинка.

Колбу с содержимым охлаждают до комнатной температуры, объем раствора доводят дистиллированной водой до метки (в случае образования пены добавляют 1 – 3 капли серного эфира), размешивают и фильтруют через бумажный фильтр.

Обработка результатов.

Для вычисления массовой доли крахмала предварительно вычисляют объем 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора тиосульфата натрия ( $V$ ), см<sup>3</sup>, по формуле

$$V = \frac{K*(V_0-V_1)*100}{20}, \quad (7)$$

где К – поправка к титру раствора тиосульфата натрия молярной концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, вычисленная до четвертого десятичного знака по ГОСТ 25794.2;

$V_0$  – объем раствора тиосульфата натрия молярной концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, израсходованный на титрование контрольного раствора, см<sup>3</sup>;

$V_1$  – объем раствора тиосульфата натрия молярной концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, израсходованный на титрование анализируемого раствора, см<sup>3</sup>;

100 – разбавление гидролиза после кипячения, см<sup>3</sup>;

20 – объем титруемого раствора, см<sup>3</sup>.

Затем определяют соответствующую этому объему массу крахмала (m), мг, по таблице и выражают её в граммах.

Определение пенообразования бисквитного теста (по общепринятой методике). Пенообразующую способность яично-сахарной смеси и устойчивость пены определяли путем её взбивания до увеличения объема смеси в 2,5 – 3 раза.

Вычисление результатов проводилось по формуле

$$П_c = \frac{hk*100}{hn}, \quad (8)$$

где  $П_c$  – пенообразующая способность;

$hk$  – высота столба пены после взбивания, см;

$hn$  – начальная высота смеси до взбивания, см [17].

Определение плотности в бисквитном полуфабрикате (по общепринятой методике). Плотность бисквитного теста представляет собой соотношение массы к занимаемому объему. Определяется по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (9)$$

где  $\rho$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>;

$m$  – масса теста, кг;

$v$  – объем теста, м<sup>3</sup> [17].

Метод определения пористости представлен в ГОСТ 5669-96.

Для определения пористости применяют прибор Журавлева, состоящий из металлического цилиндра с заостренным краем с одной стороны, деревянной втулки и деревянного или металлического лотка с поперечной стенкой. Из куска мякиша на расстоянии не менее 1 см от корок делают выемки цилиндром прибора, для чего острый край цилиндра, предварительно смазанный растительным маслом, вводят вращательным движением в мякиш куска. Заполненный мякишем цилиндр укладывают на лоток так, чтобы ободок его плотно входил в прорезь, имеющуюся на лотке. Затем этот мякиш выталкивают из цилиндра втулкой, примерно на 1 см, и срезают его у края цилиндра острым ножом. Оставшийся в цилиндре мякиш выталкивают втулкой до стенки лотка и также отрезают у края цилиндра. Объем выемки цилиндра мякиша равен 27 см<sup>3</sup>. Приготовленные выемки взвешивают [25].

Обработка результатов.

Пористость ( $\Pi$ , %) определяют по формуле:

$$\Pi = \frac{V - \frac{m}{\rho}}{V} * 100, \quad (10)$$

где  $V$  – общий объем выемок мякиша, см<sup>3</sup>;

$m$  – масса выемок, г;

$\rho$  – плотность беспористой массы мякиша.

Плотность беспористой массы мякиша принимают 1,31.

Органолептическая оценка (ГОСТ 53104–2008).

Метод органолептической оценки предназначен для объективного контроля качества продукции общественного питания массового изготовления и заключается в прямой рейтинговой оценке качества образцов продукции в целом и/или некоторых ключевых органолептических характеристик образцов продукции. Для

каждой оцениваемой характеристики устанавливаются сенсорные спецификации. Органолептический анализ продукции общественного питания массового изготовления включает в себя рейтинговую оценку внешнего вида, текстуры (консистенции), запаха и вкуса с использованием балльной шкалы: 5 баллов - отличное качество, 4 балла - хорошее качество, 3 балла - удовлетворительное качество и 2 балла - неудовлетворительное качество [1].

Содержание витаминов, минеральных веществ, органических кислот, аминокислот, жирных кислот и энергетическую ценность определили по химическому составу.

Определение структурно – механических свойств теста и готовых изделий определяли методом пенетрации (ГОСТ 11501– 78).

Сущность метода заключается в измерении глубины, на которую погружаются иглы пенетromетра в испытуемый образец при заданной нагрузке, температуре и времени и выражается в единицах, соответствующих десятым долям миллиметра (0,1 мм) [2].

Определение КМАФАнМ, плесеней и дрожжей (ГОСТ 51278–99).

Определение упека (по общепринятой методике). Выпеченные изделия после тепловой обработки в результате потери ими воды при выпекании имеют меньшую массу по сравнению с массой изделия до выпекания. Отношение разности массы изделия до и после выпекания. Отношение разности массы изделия до и после выпекания к массе до выпекания называют упеком [14].

### 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Сравнительный анализ химического состава картофельного крахмала и топинамбура

В ходе исследований был проведен химический анализ картофельного крахмала и топинамбура, а именно: содержание основных пищевых веществ, витаминов, минеральных веществ, аминокислотный состав и жирнокислотный состав. Результаты представлены в таблицах 1 – 3.

Таблица 1 – Содержание основных пищевых веществ в картофельном крахмале и порошке топинамбура на 100 г сухого вещества [32].

Показатель	Ед. изм.	Порошок топинамбура	Картофельный крахмал
Белки	г	10,5	0,2
Жиры	г	0,5	-
Углеводы	г	64,0	97,8
Пищевые волокна	г	22,5	1,8
Зола	г	7,0	0,4
Энергетическая ценность	ккал	73,0	313,0

Из таблицы 1 видно, что порошок топинамбура превосходит картофельный крахмал по содержанию белков на 84 %, жиров на 100 %, пищевых волокон на 20,8 %, золы на 6 %. По содержанию углеводов топинамбур уступает картофельному крахмалу на 33,75%. По энергетической ценности картофельный крахмал превосходит порошок топинамбура на 63 %.

Таблица 2 – Содержание витаминов и минеральных веществ в картофельном крахмале и порошке топинамбура на 100 г сухого вещества [32].

Показатель	Ед. изм.	Порошок топинамбура	Картофельный крахмал
Кар (карнитин)	мг	60,0	-

Окончание таблицы 2

Показатель	Ед.изм.	Порошок топинамбура	Картофельный крах- мал
Е	мг	1,0	-
А	мг	10,0	-
В <sub>1</sub> (тиамин)	мг	0,4	-
В <sub>2</sub> (рибофлавин)	мг	0,3	-
РР (ниацин)	мг	6,5	-
НЭ (никотиновая кислота)	мг	8,0	-
С	мг	30,0	-
Калий	мг	1000,0	50,0
Кальций	мг	100,0	-
Магний	мг	60,0	96,3
Натрий	мг	15,0	18,8
Фосфор	мг	390,0	-
Железо	мг	2,0	-

Из таблицы 2 видно, что порошок топинамбура превосходит картофельный крахмал по содержанию минеральных веществ и витаминов. Так, содержание калия больше на 83,4 %, уступает по магнию на 25% и натрию на 19%. В порошке топинамбура содержатся минеральные вещества, которых нет в картофельном крахмале, а именно: кальций, фосфор, железо. Содержание витаминов в порошке топинамбура 100%, в сравнении с картофельным крахмалом.

По жирнокислотному составу порошок топинамбура богаче крахмала. В нем содержатся кислоты, которых нет в крахмале, а именно: пантотеновая, фолиевая, аскорбиновая, никотиновая, аспарагиновая, глутаминовая, пальмитолеиновая, линолевая, гадолеиновая, нервоновая, арахидоновая. [5]

Таким образом, порошок топинамбура превосходит картофельный крахмал по содержанию основных пищевых веществ, витаминов, минералов, аминокислот и

жирнокислотному составу. В частности в топинамбуре содержится значительное количество белка, низкомолекулярных углеводов, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов отсутствующих в картофельном крахмале. Кроме того, топинамбур содержит достаточно большое количество инулина, являющегося полимерным гомологом фруктозы, а также другие фруктоолигосахариды. Эти компоненты способствуют росту кишечной микрофлоры, выводят из организма токсичные вещества, снижают интенсивность гидролиза углеводов, влияют на липидный обмен [1, 2, 3].

Это позволяет предположить, что использование порошка топинамбура в рецептуре бисквита основного позволит обогатить продукт эссенциальными нутриентами.

### 3.2 Исследование влияния порошка топинамбура на свойства бисквитного теста

С целью установления оптимальной дозировки порошка топинамбура были проведены исследования влияния различного его количества на качество бисквитного теста и готового полуфабриката.

Топинамбур вводили взамен картофельного крахмала в количестве 2,5 – 7,5 %. Бисквитное тесто готовили основным способом без подогрева. Контрольный образец был выпечен по традиционной рецептуре № 1.

Для исследования влияния выбранной добавки на структуру бисквитного теста были изучены следующие показатели: пенообразующая способность, пористость, плотность, вязкость, упек.

Данные определения пенообразующей способности и плотности представлены в таблице 3 и на рисунке 1, 2.

Пенообразующая способность теста с добавлением топинамбура к картофельному крахмалу в количестве 2,5 % уменьшилась на 0,5 %, при добавлении 5 % – на 0,7 % и при добавлении в количестве 7,5 % – на 1 %.



Снижение пенообразующей способности теста связано с уменьшением содержания крахмала, а также с увеличением содержания жира в составе топинамбура.

Таблица 3 – Пенообразующая способность и плотность исследуемых образцов бисквитного теста

Показатель	Контрольный образец бисквитного теста	Бисквитное тесто с добавлением порошка топинамбура в количестве, %		
		2,5	5	7,5
Пенообразующая способность, %	209,09	208,06	208,01	207,86
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	453,32	455,49	459,03	460,94

В результате анализа таблицы 3 было установлено, что плотность бисквитного теста с добавлением 2,5 % порошка топинамбура по сравнению с контрольным образцом увеличилась на 2,3 %, с добавлением 5 % топинамбура плотность увеличилась на 3,2 %, с добавлением 7,5 % плотность теста увеличилась на 4 %. Наиболее оптимальные значения плотности характерны для образца с 5 % добавкой порошка топинамбура.



Рисунок 1 – Пенообразующая способность исследуемых образцов бисквитного теста

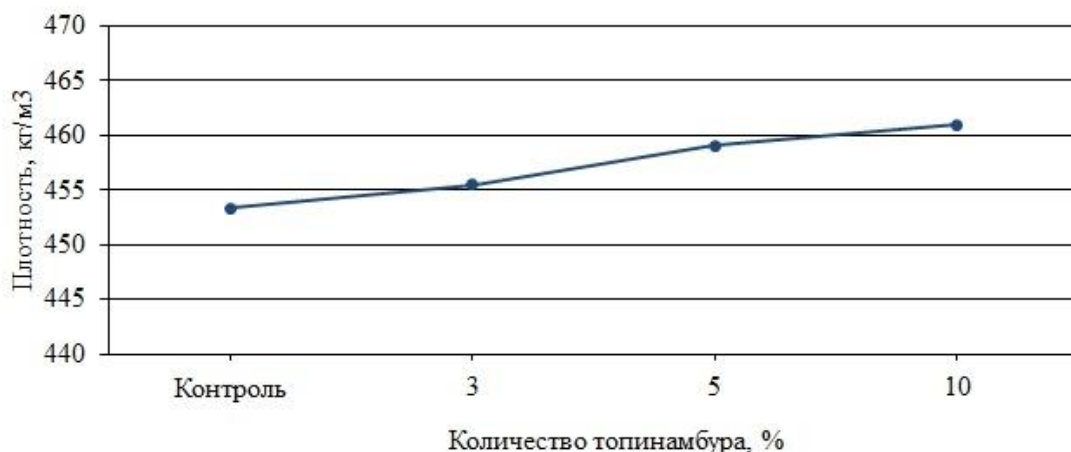


Рисунок 2 – Показатель плотности исследуемых образцов бисквитного теста

### 3.3 Исследование влияния топинамбура на качество выпеченных изделий

К показателям качества выпеченных изделий относится: органолептическая оценка, влажность, кислотность, содержание белков, углеводов, жиров, витаминов.

Органолептическая оценка выпеченных образцов проводилась в соответствии с ГОСТ 53104–2008. Оценивался внешний вид, цвет, запах, вкус, текстура. Результаты оценки представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Органолептическая оценка исследуемых полуфабрикатов

Показатель	Контрольный образец	Образцы с порошком топинамбура		
		2,5 %	5 %	7,5 %
Внешний вид	Форма круглая, края ровные, поверхность гладкая, без трещин, цвет корочки золотисто-коричневый			
Вид на изломе	Хорошо пропеченный. Пористость хорошо развита, уплотненная. Корочка средней толщины.	Хорошо пропеченный. Пористость средне развита. Корочка тонкая.	Хорошо пропеченный. Пористость средне развита. Корочка тонкая.	Хорошо пропеченный. Пористость плохо развита, уплотненная. Корочка тонкая.

#### Окончание таблицы 4

Показатель	Контрольный образец	Образцы с порошком топинамбура		
		2,5 %	5 %	7,5 %
Вкус	Сладковатый, без посторонних привкусов.	Сладковатый, без посторонних привкусов.	Сладковатый, без посторонних привкусов.	Сладковатый, с легким привкусом топинамбура.
Запах	Свойственный компонентам, без постороннего запаха			
Цвет	Цвет корочки равномерный, золотисто-коричневого оттенка. Цвет мякиша имеет кремовый оттенок.	Цвет корочки равномерный, золотисто-коричневого оттенка. Цвет мякиша имеет кремовый оттенок.	Цвет корочки равномерный, золотисто-коричневого оттенка. Цвет мякиша имеет кремовый оттенок с незначительными вкраплениями.	Цвет корочки равномерный, золотисто-коричневого оттенка. Цвет мякиша кремового оттенка с незначительными вкраплениями.

Из таблицы 4 видно, что наилучшими органолептическими показателями обладал образец с содержанием 5 % топинамбура. Бисквит имел равномерную золотисто-коричневую окраску, ровную форму без повреждений, средне развитую пористость, хорошо пропеченный. Вкус и запах имел сладковатый, с легким оттенком топинамбура.

По всем показателям бисквитный полуфабрикат не уступал контрольному образцу. С добавлением же 7,5 % порошка топинамбура, ухудшалась пористость готового полуфабриката, однако вкус оставался с легким привкусом топинамбура, а цвет изделия имел кремовый оттенок.

Влажность это показатель содержания воды в физических телах. В мучных кондитерских изделиях влаги содержится мало. В составе мучных кондитерских изделий влаги содержится от 1 % до 29 %. В бисквитном полуфабрикате влажность находится в диапазоне от 25 % до 29 % [22].

Результаты определения влажности в бисквитном полуфабрикате с добавлением порошка топинамбура представлены в таблице 5 и на рисунке 3.

Таблица 5 – Содержание влаги в исследуемых полуфабрикатах

Показатель	Контрольный образец бисквитного п/ф	Бисквитный п/ф с добавлением порошка топинамбура в количестве, %		
		2,5	5	7,5
Влажность, %	27,0	26,8	26,5	26,1

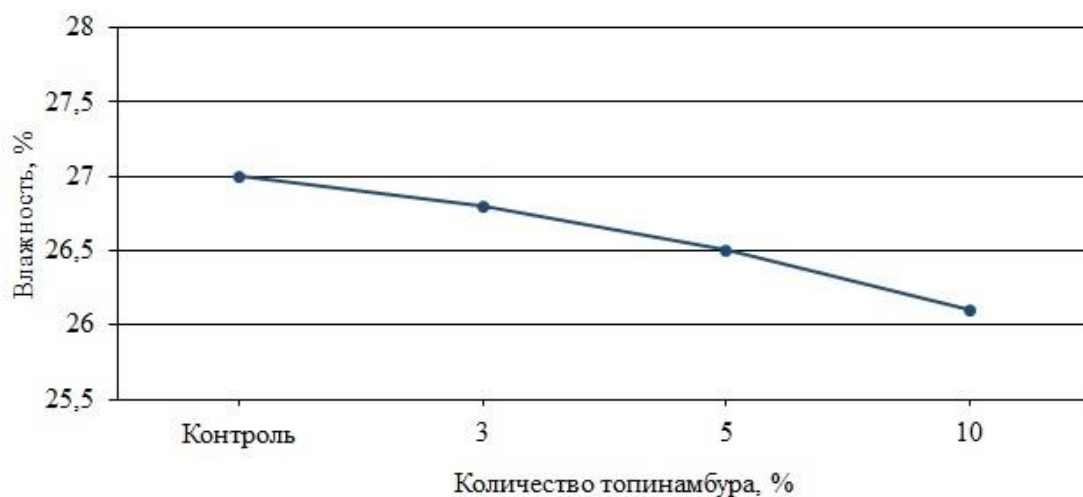


Рисунок 3 – Изменение влажности в исследуемых полуфабрикатах

Из результатов, представленных в таблице 5 и на рисунке 3 видно, что с увеличением количества топинамбура влажность бисквитных полуфабрикатов уменьшается.

Так в образцах с 2,5 % добавкой влажность уменьшилась на 0,2 %, с добавлением 5 % топинамбура влажность уменьшилась на 0,9 %, а с добавлением 7,5 % влажность уменьшилась на 1 %. Незначительное уменьшение влажности можно объяснить тем, что белки и пищевые волокна содержащиеся в топинамбуре способны дополнительно связывать и удерживать воду. Но при этом влажность всех образцов остается в пределах нормативной [21].

Результаты определения пористости в бисквитном полуфабрикate с добавлением порошка топинамбура представлены в таблице 6 и на рисунке 4.

Таблица 6 – Пористость в исследуемых полуфабрикатах

Показатель	Контрольный образец бисквитного п/ф	Бисквитный п/ф с добавлением порошка топинамбура в количестве, %		
		2,5	5	7,5
Пористость, %	79,30	75,20	68,10	65,70

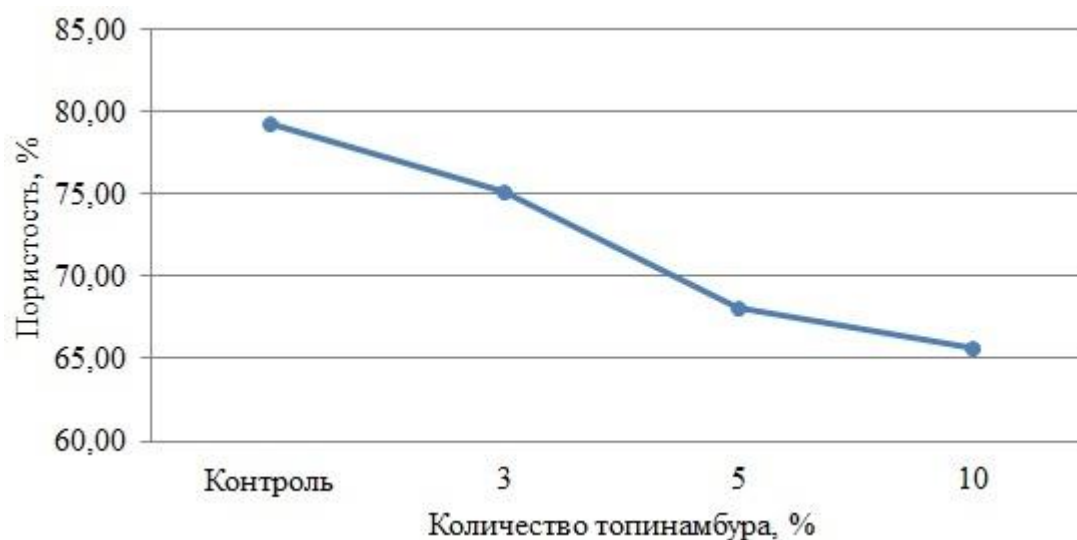


Рисунок 4 – Пористость в исследуемых полуфабрикатах

Из результатов, представленных в таблице 6 и на рисунке 4 видно, что с увеличением количества топинамбура пористость бисквитных полуфабрикатов уменьшается.

Незначительное уменьшение пористости можно объяснить тем, что плотность полуфабрикатов увеличивается с уменьшением влажности, следовательно пористость тоже уменьшается.

Кислотность является одним из показателей качества полуфабрикатов из муки и булочных изделий. Выражают кислотность в градусах или процентах какой-либо кислоты [6].

Результаты определения кислотности представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Определение кислотности в исследуемых полуфабрикатах

Показатель	Контрольный образец бисквитного п/ф	Бисквитный п/ф с добавлением порошка топинамбура в количестве, %		
		2,5	5	7,5
Кислотность, град	0,04	0,07	0,07	0,07

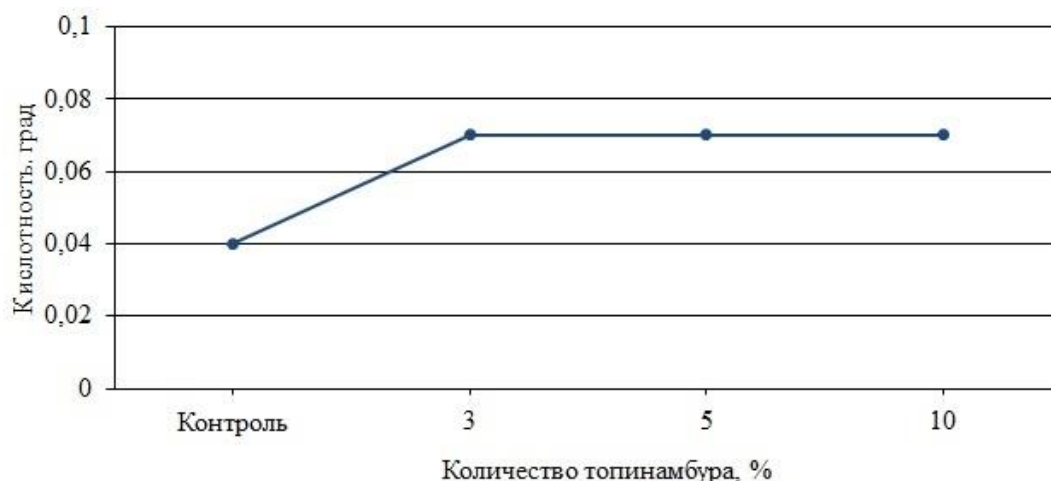


Рисунок 5 – Изменение кислотности в исследуемых образцах

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что добавление в бисквитный полуфабрикат 2,5 % порошка топинамбура по сравнению с контрольным образцом ведет к увеличению кислотности на 40 %.

При добавлении 5 % и 7,5 % кислотность так же увеличивается на 40 %. Повышение кислотности объясняется присутствием в составе топинамбура органических кислот.

Определение содержания белка проводили методом Кьельдаля. Метод основан на сжигании органических компонентов пробы в присутствии серной кислоты. Освобождающийся при этом азот определяют титрованием и по его количеству вычисляют содержание белка [1].

Результаты исследования белка в образцах приведены в таблице 8 и на рисунке 6.

Таблица 8 – Определение содержания белка в исследуемых полуфабрикатах

Показатель	Контрольный образец бисквитного п/ф	Бисквитный п/ф с добавлением топинамбура в количестве, %		
		2,5	5	7,5
Белки, %	22,89	24,07	27,00	30,09

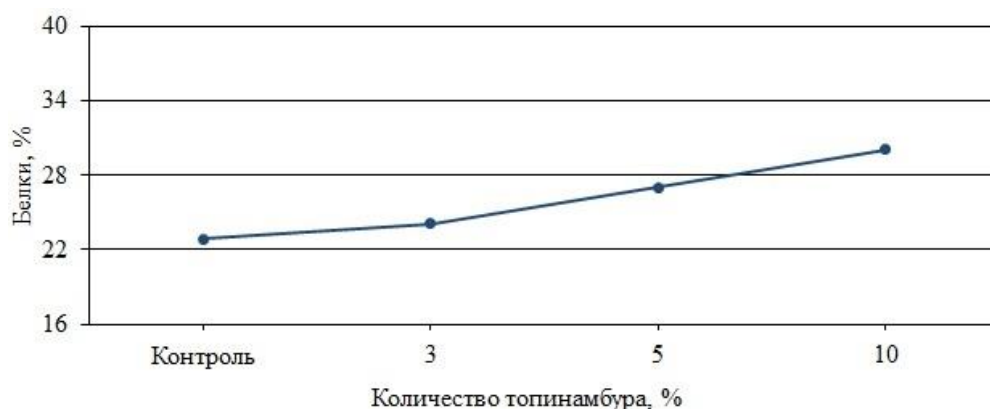


Рисунок 6 – Изменение содержания белка в исследуемых образцах бисквитного полуфабриката

При анализе представленных результатов, установлено, что при добавлении 2,5 % порошка топинамбура количество белка увеличилось на 5,2 %, при добавлении 5 % количество белка увеличилось на 18 % и при добавлении 7,5 % топинамбура содержание белка увеличилось на 31,5 %. Это обусловлено тем, что топинамбур содержит в 8 раз больше белков чем картофельный крахмал.

Определение содержания углеводов. Определение содержания углеводов в образцах проводилось ускоренным методом горячего титрования. Метод основан на способности редуцирующих сахаров восстанавливать в щелочном растворе окисную медь в закисную. Массовую долю сахара определяют путем титрования медно-щелочного раствора исследуемым раствором сахара [7].

Результаты проведенных исследований отражены в таблице 9.

Таблица 9 – Содержание углеводов в исследуемых полуфабрикатах

Показатель	Контрольный образец бисквитного п/ф	Бисквитный п/ф с добавлением топинамбура в количестве, %		
		2,5	5	7,5
Углеводы, %	15,27	15,01	14,16	13,64

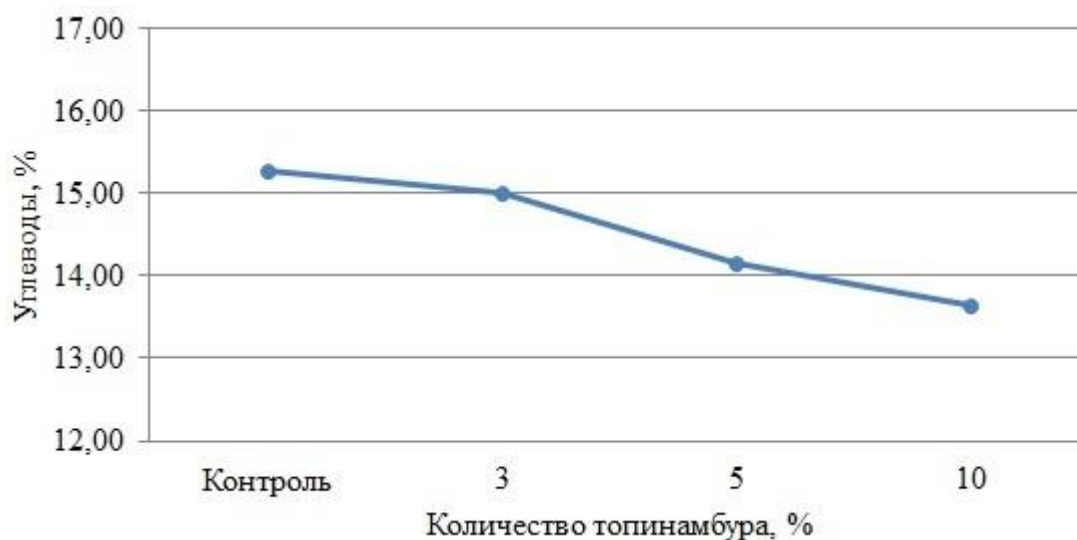


Рисунок 7 – Изменение содержания углеводов в исследуемых объектах

При анализе результатов, приведенных в таблице 9, установлено, что количество углеводов уменьшилось на 2,3 % при добавлении 2,5 % порошка топинамбура, на 4,1 % при добавлении 5 % и на 4,8 % при добавлении 7,5 % топинамбура.

В топинамбуре содержится витамин С, в связи с этим определяли изменение содержания его в исследуемых образцах. Результаты исследования представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Содержание витамина С в исследуемых полуфабрикатах

Показатель	Контрольный образец бисквитного п/ф	Бисквитный п/ф с добавлением порошка топинамбура в количестве, %		
		2,5	5	7,5
Витамин С, %	-	3,26	5,09	9,31



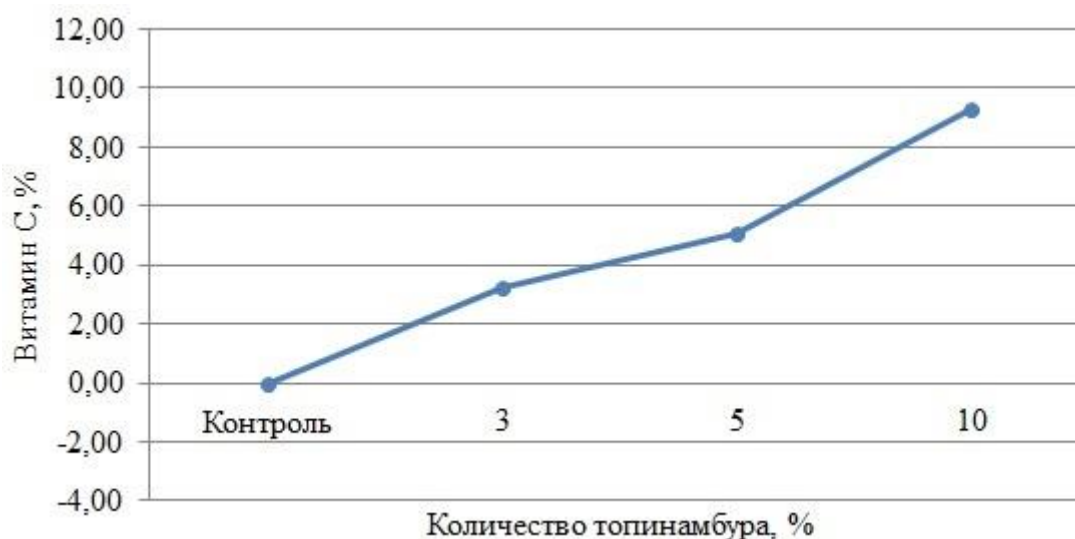


Рисунок 8 – Изменение витамина С в исследуемых объектах

Из таблицы 10 видно, что контрольный образец не содержит витамина С. При добавлении 2,5 % топинамбура содержание витамина С составило 3,26 %, при добавлении 5 – 5,09 %, а при добавлении 7,5 – 9,31 %. Добавление порошка топинамбура в рецептуру бисквитных полуфабрикатов способствует увеличению содержания витамина С на 3–9 %.

Определение структурно-механических свойств. Структурно-механические свойства готового бисквитного полуфабриката с добавлением порошка топинамбура определяли методом пенетрации. Сущность метода заключается в измерении глубины, на которую погружаются иглы пенетromетра в испытуемый образец при заданной нагрузке, температуре и времени и выражается в единицах, соответствующих десятым долям миллиметра (0,1 мм) [36].

Таблица 11 – Определение сопротивления в исследуемых полуфабрикатах

Показатель	Контрольный образец бисквитного п/ф	Бисквитный п/ф с добавлением порошка топинамбура в количестве, %		
		2,5	5	7,5
ПН, ед.	68	54	57	70



Рисунок 9 – Изменение сопротивления в исследуемых полуфабрикатах

Результаты исследования представлены в таблице 11. Из представленных результатов видно, что при внесении порошка топинамбура в количестве 2,5 и 5% величина сопротивления снизилась, а при внесении 7,5 % повысилась. Таким образом, при добавлении 2,5 и 5% порошка топинамбура упругие свойства бисквитного полуфабриката снизились, изделия получились более пышными и рассыпчатыми. Повышение упругих свойств при увеличении количества добавки до 7,5 % вероятно обусловлено большим количеством воды, удерживаемой в тесте, за счет чего оно становится более тяжелым, а выпеченные изделия получаются более плотными и с меньшим объемом.

Определение клетчатки. Клетчатку определяли методом Ганека и Кюршнера.

Метод основан на окислении, разрушении и растворении различных химических соединений, входящих в состав анализируемого продукта, на смеси уксусной и азотной кислот. При этом клетчатка практически не растворяется, отфильтровывается и взвешивается.

Результаты проведенных исследований отражены в таблице 12.

Таблица 12 – Определение клетчатки в исследуемых полуфабрикатах

Показатель	Контрольный образец бисквитного п/ф	Бисквитный п/ф с добавлением порошка топинамбура в количестве, %		
		2,5	5	7,5
Клетчатка, %	1,26	5,12	8,34	10,01

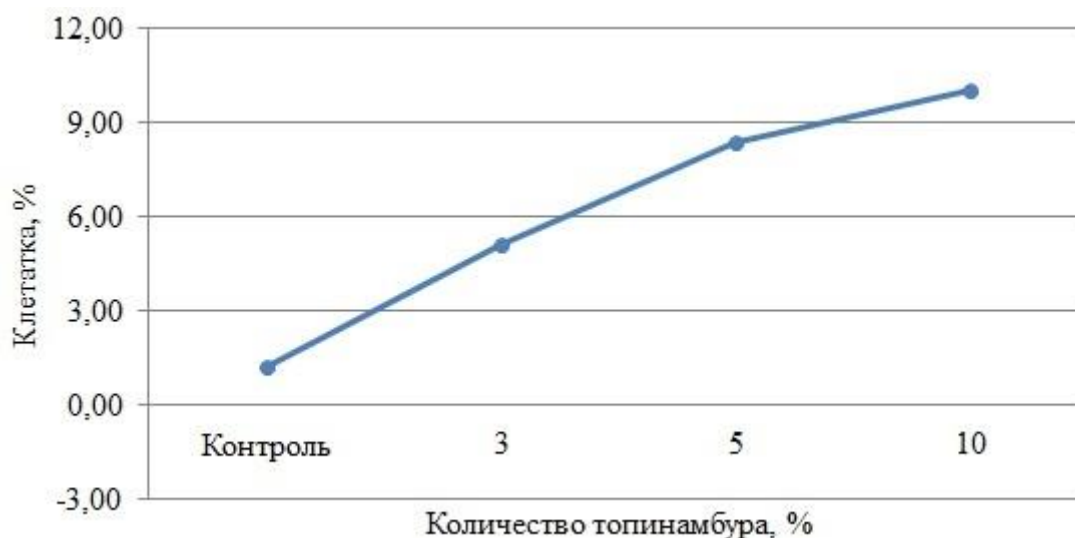


Рисунок 10 – Изменение содержания клетчатки в исследуемых полуфабрикатах

При анализе результатов, приведенных в таблице 12, установлено, что количество клетчатки, при добавлении 2,5 % порошка топинамбура, увеличилось на 4,02 %, при добавлении 5 % топинамбура, на 7 %, при добавлении 7,5 % на 13,04 %.

Определение крахмала. Метод основан на окислении альдегидных групп моносахаридов, образующихся при гидролизе крахмала в кислой среде двухвалентной медью, восстановлении оксида меди (II) (CuO) в оксид меди (I) (Cu<sub>2</sub>O) и последующем йодометрическом титровании. Метод распространяется на продукты, в том числе содержащие сахар.

Результаты проведенных исследований отражены в таблице 13.

Таблица 13 – Определение крахмала в исследуемых полуфабрикатах

Показатель	Контрольный образец бисквитного п/ф	Бисквитный п/ф с добавлением топинамбура в количестве, %		
		2,5	5	7,5
Крахмал, г	0,041	0,032	0,021	0,017

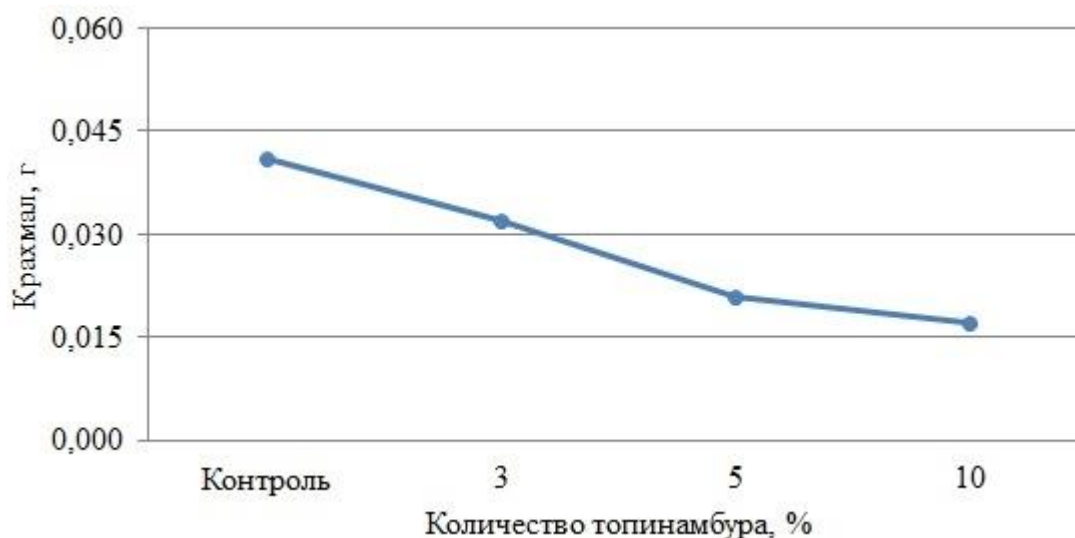


Рисунок 11 – Изменение содержания крахмала в исследуемых полуфабрикатах

При анализе результатов, приведенных в таблице 13, видно что содержание крахмала в исследуемых образцах незначительно уменьшается, в сравнении с контрольным образцом.

Определение массовой доли сухих веществ.

Сущность метода заключается в определении массовой доли сухих веществ в изделии по коэффициенту преломления его раствора. Метод предназначен для кондитерских изделий и полуфабрикатов, растворяющихся в воде и не содержащих молока, спирта.

Результаты проведенных исследований отражены в таблице 14.

Таблица 14 – Определение массовой доли сухих веществ в исследуемых полуфабрикатах

Показатель	Контрольный образец бисквитного п/ф	Бисквитный п/ф с добавлением топинамбура в количестве, %		
		2,5	5	7,5
Сухие вещества, %	82	83	85	88

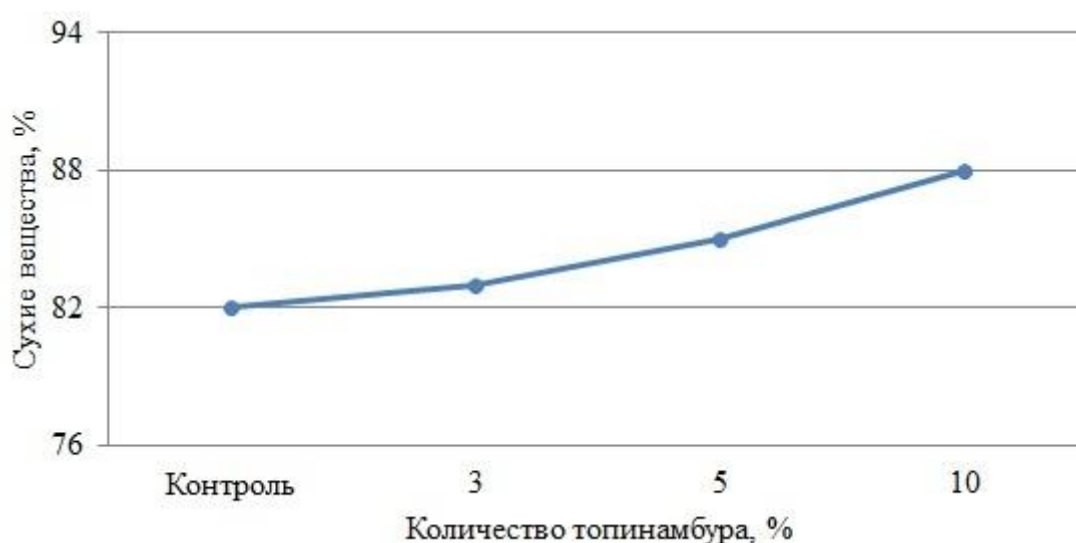


Рисунок 12 – Изменение содержания сухих веществ в исследуемых образцах

Из таблицы 14, видно что массовая доля сухих веществ незначительно увеличивается в исследуемых образцах. Это связано с тем, что при производстве порошка топинамбура, его обезвоживают при тепловой обработке в сушильных шкафах, следовательно влага порошка и самого изделия уменьшается, сухие вещества увеличиваются.

Были исследованы изменения массы выпеченных полуфабрикатов.

Результаты представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Определение массы готовых полуфабрикатов

Показатель	Контрольный образец бисквитного п/ф	Бисквитный п/ф с добавлением топинамбура в количестве, %		
		2,5	5	7,5
Масса, г	505	508	510	516
Упек, %	21,0	20,54	19,73	19,02

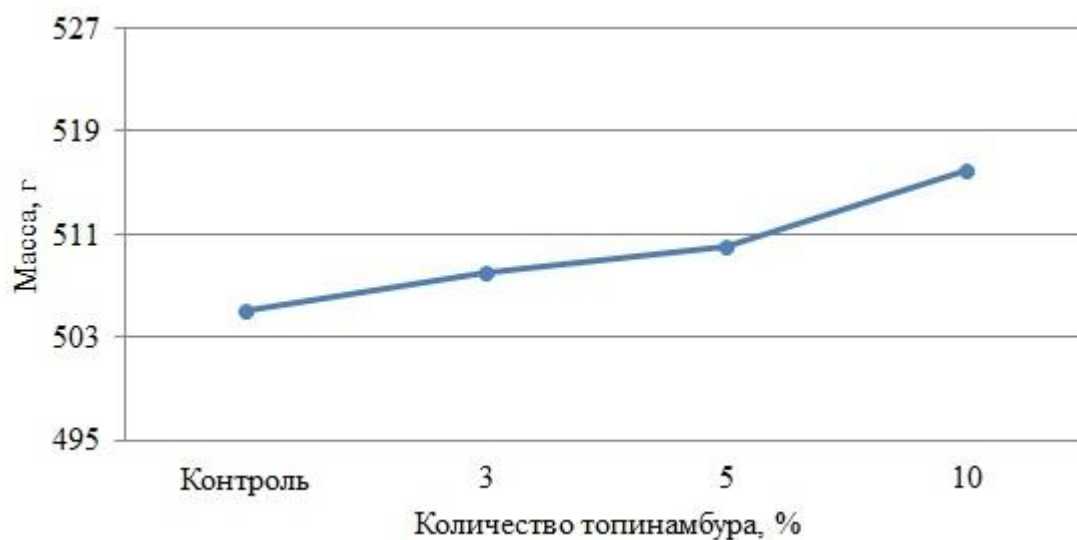


Рисунок 13 – Изменение массы в исследуемых образцах

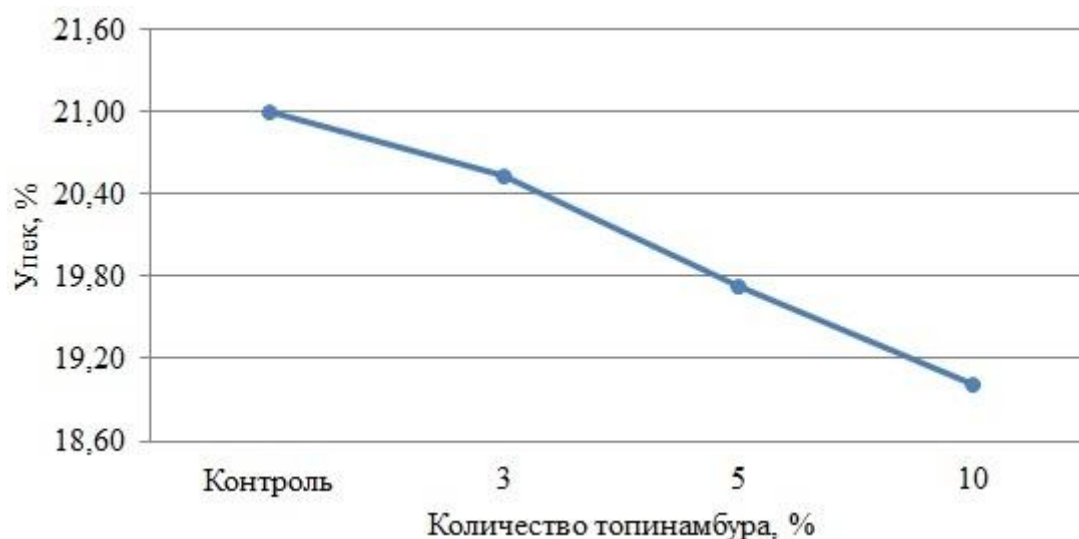


Рисунок 14 – Изменение упека в исследуемых образцах

Из таблицы 15 видно, что масса выпеченных образцов бисквита с порошком топинамбура увеличивается на 0,4, 1 и 1,5 % соответственно увеличению количества добавки. При этом упек изделий снижается на 0,5, 1 и 1,3 %. Таким образом, использование порошка топинамбура повышает выход выпеченных бисквитов.

### 3.4 Исследование пищевой ценности выпеченных изделий

В процессе работы были проведены физико-химические анализы разработанных бисквитных полуфабрикатов с добавлением порошка топинамбура в количестве 2,5, 5 и 7,5 %. Химический состав разработанных полуфабрикатов представлен в таблицах 16 – 17.

Таблица 16 – Содержание основных пищевых веществ в исследуемых полуфабрикатах

Показатель	Контрольный образец бисквитного п/ф.	Бисквитный п/ф с добавлением топинамбура в количестве, %		
		2,5	5	7,5
Вода, %	27,00	27,40	27,90	28,30
Белки, %	22,89	24,07	27,00	30,09
Жиры, %	12,31	13,22	13,64	14,01
Углеводы, %	15,27	15,01	14,16	13,64
Пищевые волокна, %	1,26	2,12	4,34	6,01
Зола, %	0,77	2,35	4,02	5,01
Энергетическая ценность, ккал	306,00	340,00	362,05	382,00

Из таблицы 16 видно, что разработанные полуфабрикаты с добавлением топинамбура превосходят по содержанию почти все основные пищевые вещества,

содержащиеся в контрольном образце. Так, содержание белков в бисквитном полуфабрикате с 2,5 %-ой добавкой больше на 5,20 %, с 5 %-ой добавкой на 18,00 %, со 7,5 %-ой добавкой на 31,45 %.

Содержание жиров в бисквитном полуфабрикате с 2,5 %-ой добавкой больше на 7,40 %, с 5 %-ой добавкой на 10,80 %, со 7,5 %-ой добавкой на 13,81 %. Содержание углеводов в бисквитном полуфабрикате с 2,5 %-ой добавкой меньше на 1,73 %, с 5 %-ой добавкой на 7,27 %, со 7,5 %-ой добавкой на 10,67 %. Содержание пищевых волокон в бисквитном полуфабрикате с 2,5 %-ой добавкой больше на 6,35 %, с 5 %-ой добавкой на 10,90 %, со 7,5 %-ой добавкой на 12,44 %. Содержание золы в бисквитном полуфабрикате с 2,5 %-ой добавкой больше на 5,20 %, с 5 %-ой добавкой на 22,08 %, со 7,5 %-ой добавкой на 50,65 %. Энергетическая ценность в разработанных полуфабрикатах больше на 11,11 % при добавлении 2,5 % топинамбура, на 18,32 % при добавлении 5 % топинамбура, на 24,84 % при добавлении 7,5 % топинамбура.

Таким образом, основными пищевыми веществами наиболее обогащен бисквитный полуфабрикат с 5 %-ой добавкой порошка топинамбура.

Таблица 17 – Содержание витаминов в исследуемых полуфабрикатах

Показатель	Контрольный образец бисквитного п/ф	Бисквитный п/ф с добавлением порошка топинамбура в количестве, %		
		2,5	5	7,5
Витамин В <sub>1</sub> , мг	0,44	0,53	1,02	2,04
Витамин В <sub>2</sub> , мг	1,33	1,34	1,36	1,39
Витамин РР, мг	2,27	2,30	2,34	2,37
Витамин С, мг	-	3,26	5,09	9,31

По содержанию витаминов разработанные полуфабрикаты превосходят контрольный образец.



При добавлении 2,5% топинамбура, содержание витамина В<sub>1</sub> увеличилось на 20,5%, при 5% на 31,8%, при 7,5% на 63,6%. При добавлении 2,5% топинамбура, содержание витамина В<sub>2</sub> увеличилось на 0,8%, при 5% на 2,3%, при 7,5% на 4,5%.

При добавлении 2,5%, 5%, 7,5% топинамбура, содержание витаминов С увеличилось на 100%. При добавлении 2,5% топинамбура, содержание витамина РР увеличилось на 1,3%, при 5% на 3,1%, при 7,5% на 4,4%.

Таким образом, бисквитный полуфабрикат с 5%-ой добавкой порошка топинамбура богат питательными веществами и имеет хорошие органолептические показатели.

### 3.5 Исследование показателей безопасности разработанного полуфабриката

Под безопасностью продуктов питания следует понимать отсутствие опасности для здоровья человека при их употреблении как с точки зрения острого негативного воздействия (пищевые отравления и пищевые инфекции), так и с точки зрения опасности отдаленных последствий (канцерогенное, мутагенное и тератогенное действие).

Безопасность пищевых продуктов оценивается по гигиеническим нормативам, которые включают биологические объекты, потенциально опасные химические соединения, радионуклиды и вредные растительные примеси. Присутствие их в пищевых продуктах не должно превышать допустимых уровней содержания в заданной массе (объеме) исследуемой продукции [24].

Условия и сроки хранения скоропортящихся продуктов указаны в СанПиН 2.3.2.1324–03.

Для бисквитного полуфабриката срок хранения составляет 15 дней при температуре  $18 \pm 5^\circ\text{C}$  при влажности воздуха не более 75%.

Для микробиологического сравнения полуфабриката приготовленного по традиционной рецептуре, и полуфабриката с добавлением топинамбура, был

взяты за основу СанПиН 2.3.2.1078–01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

Показатели безопасности бисквитного полуфабриката с добавлением порошка топинамбура в размере 5 % представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Показатели безопасности бисквитного полуфабриката с добавлением порошка топинамбура в размере 5 %

Наименование показателя	Результаты испытаний	Допустимый уровень
Мезофильные аэробные и факультативно – анаэробные микроорганизмы КОЕ/г	$2 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^4$
Бактерии группы кишечных палочек	не обнаружен	0,01
Патогенные энтеробактерии, в т.ч. сальмонеллы, г/продукт	13	25
Дрожжи, КОЕ/г	не обнаружен	100
Плесень, КОЕ/г	не обнаружен	50
Свинец, КОЕ/г	не обнаружен	0,5
Мышьяк, КОЕ/г	не обнаружен	0,3
Кадмий, КОЕ/г	не обнаружен	0,1
Ртуть, КОЕ/г	не обнаружен	0,02
Гексохлордихлоргексан ( $\alpha, \beta, \gamma$ – изомеры), мг/кг	не обнаружен	0,1
ДДТ и его метаболиты мг/кг	не обнаружен	0,1

В результате проведенных исследований было выявлено, что в разработанном бисквитном полуфабрикате с добавлением порошка топинамбура в количестве 5 % условно – патогенная и патогенная микрофлора не превышает допустимый уровень содержания.

## 4 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

### 4.1 Расчет себестоимости бисквитного полуфабриката с добавлением топинамбура

Расчет себестоимости продукции на производстве определяется для разных целей, одна из которых – это ценообразование. Данная величина очень важна для предприятия, т. к. точно показывает общую сумму денежных затрат на выпуск изделия. В дальнейшем она используется для назначения самой эффективной цены при сбыте продукции.

Себестоимость это денежное выражение затрат на производство и реализацию продукции.

Расчет себестоимости производится на каждое блюдо. При составлении калькуляции можно использовать сборники рецептов, технические условия, технологические карты, применяемые на предприятиях.

Порядок расчета себестоимости состоит из следующих этапов:

- 1) Определение количества ингредиентов блюда по сборнику рецептов или технологическим картам.
- 2) Определение закупочной цены на ингредиенты.
- 3) Определение себестоимости путем умножения количества сырья, используемого для приготовления блюда, на закупочную цену и суммирование по всем позициям.

Для расчета себестоимости были взяты контрольный образец бисквитного полуфабриката и бисквитный полуфабрикат с содержанием 5 % топинамбура. Данный образец обладает лучшими органолептическими показателями и повышенной пищевой ценностью [26].

Расчеты себестоимости представлены в таблице 21 и 22. Из расчетов себестоимости по каждому образцу бисквитного полуфабриката видно, что при добавлении топинамбура в размере 5 % себестоимость составила 1582 рублей 11 копеек, в то время как себестоимость бисквита без добавок составила 1072 рубля 91 копейка. Себестоимость возросла на 47,5%.

Таблица 21 – Определение себестоимости контрольного бисквитного полуфабриката и полуфабриката с добавлением 5 % порошка топинамбура, на 10 кг

Наименование	Единица измерения	Норма на 10 кг		Закупочная цена сырья за 1 кг, руб		Стоимость одного ингредиента, руб	
		контроль	5 %	контроль	5 %	контроль	5 %
Мука пшеничная высший сорт	г	2812,0	2671,4	31,0	31,0	87,2	82,8
Крахмал картофельный	г	694,0	660,0	120,0	120,0	83,3	79,2
Порошок топинамбура	г	-	35,0	-	860,0	-	30,1
Яйца куриные 1 категории	г	5785,0	5785,0	120,0	120,0	694,2	694,2
Сахар-песок	г	3471,0	3471,0	60,0	60,0	208,3	208,3
Итого						1072,9	1094,6

Увеличение себестоимости обусловлено тем, что розничная цена на порошок топинамбура составляет 860 рублей за 1 кг, поэтому он является дорогим сырьём. Но учитывая небольшую разницу в себестоимости и то, что порошок топинамбура повышает пищевую ценность бисквита, его применение целесообразно в производстве бисквитных полуфабрикатов и других мучных кондитерских изделиях.

Себестоимость – это один из важнейших качественных показателей работы любого предприятия. Она не является постоянной величиной. Себестоимость имеет свойство изменяться. Поэтому очень важно периодически производить ее расчет. Благодаря этому можно будет корректировать рыночную стоимость товара, что позволит избежать банкротства и неоправданных расходов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе исследовательской работы были разработаны новые рецептуры бисквитного полуфабриката с добавлением порошка топинамбура. Топинамбур вводился взамен картофельного крахмала в количестве 2,5, 5 и 7,5 %.

Были выполнены следующие задачи:

1. Был изучен химический состав картофельного крахмала и топинамбура. В результате анализа полученных данных, было выявлено, что топинамбур превосходит картофельный крахмал по содержанию основных пищевых веществ, а именно: белков на 76,90 %, жиров на 13,81 %, пищевых волокон на 94,44 %. По содержанию углеводов топинамбур уступает крахмалу на 10,67 %. По содержанию витаминов и минеральных веществ топинамбур так же превосходит картофельный крахмал. В нем содержатся витамины, которых нет в крахмале, а именно: карнитин, витамин В<sub>1</sub>, витамин В<sub>2</sub>, витамин А, витамин С. Из минеральных веществ это калий, фосфор и кальций. Порошок топинамбура богат аминокислотным и жирнокислотным составом.

2. Было исследовано влияние порошка топинамбура на структуру бисквитного теста. Так при добавлении 2,5 % пенообразующая способность уменьшилась на 0,5 %, при добавлении 5 % на 0,7 %, при добавлении 7,5 % на 1 %. Плотность теста увеличивалась в диапазоне от 2,3–4 %.

3. Были проведены исследования содержания белков, углеводов, клетчатки, крахмала, витамина С, влажности, кислотности в разработанных полуфабрикатах. Так, содержание белков увеличивалось от 5,2 % до 31,5 %, в зависимости от количества добавки порошка топинамбура. Содержание клетчатки увеличивалось от 4,02 % до 13,04 %. Содержание углеводов уменьшалось от 2,3 % до 4,8 %. Витамин С так же отсутствовал в контрольном образце, а при добавлении порошка топинамбура его содержание увеличивалось от 3,26 % до 9,31 %.

4. Была проведена органолептическая оценка готовых бисквитных полуфабрикатов. Наиболее лучшими характеристиками обладал образец с 5%-ой добавкой. Он имел хорошо пропеченную структуру, тонкую корочку, хорошо развитую пористость, вкус и запах.

5. Так же была проведена оценка пищевой ценности разработанных полуфабрикатов. Бисквитные полуфабрикаты с добавлением порошка топинамбура по содержанию основных пищевых веществ, витаминов и минералов превосходили контрольный образец. Наиболее обогащенным был образец с 5-% добавлением порошка топинамбура. Данный образец является функциональным продуктом питания. Содержание основных пищевых веществ, витаминов и минералов покрывает суточную потребность более чем на 9 %.

6. Были проведены исследования биологической безопасности разработанного бисквитного полуфабриката. В образце с 5 % добавкой условно – патогенная и патогенная микрофлора не превышала допустимый уровень содержания.

7. Была исследована экономическая эффективность разработанного полуфабриката. При добавлении порошка топинамбура в количестве 5 % себестоимость увеличилась на 47,5 %.

Таким образом, применение порошка топинамбура в производстве бисквитного полуфабриката – это реальная возможность повышения пищевой и биологической ценности вырабатываемой продукции и может быть рекомендована для выработки изделий данного ассортимента. Порошок топинамбура обогащает готовые полуфабрикаты белками, клетчаткой, пищевыми волокнами, витаминами группы В, витамином С, калием, фосфором, кальцием и другими минеральными веществами. Использование порошка топинамбура как пищевой добавки, стимулирует синтез витаминов и активизирует иммунные механизмы защиты, предотвращает развитие многих сердечно-сосудистых заболеваний, ожирения, интоксикаций. Инулин, который содержит порошок топинамбура, оказывает гармонизирующее и оптимизирующее действие на метаболизм, а эффект подавления аппетита и снижение уровня сахара в крови – важные полезные составляющие для диабетиков.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 ГОСТ 10846–91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 7 с.
- 2 ГОСТ 11501–78. Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникновения иглы (с Изменениями № 1, 2, 3 ,4). – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 10 с.
- 3 ГОСТ 13496.17–95. Корма. Методы определения каротина. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 10 с.
- 4 ГОСТ 24556–89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. – М.: Изд-во стандартов, 1990.– 10 с.
- 5 ГОСТ 5670–96. Хлебобулочные изделия. Метод определения кислотности. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 5 с.
- 6 ГОСТ 5672–68. Хлеб и хлебобулочные изделия. Методы определения массовой доли сахара. – М.: Изд-во стандартов, 1969. – 10 с.
- 7 ГОСТ 5900–73. Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 8 с.
- 8 ГОСТ Р 51278–99. Зерновые, бобовые и продукты их переработки. Определение количества бактерий, дрожжевых и плесневых грибов. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 8 с.
- 9 Авдусь, П.Б. Определение качества зерна, муки и крупы / П.Б. Авдусь, А.С. Сапожникова.- 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Колос, 1976. - 336 с.
- 10 Баранов, В.С Технология производства продукции общественного питания учебное пособие / Баранов В.С. – М.: Экономика, 1986. – 400 с.
- 11 Березовикова, И.П. Основные принципы здорового питания / Березовикова И.П. – Новосибирск: СибУПК, 2001 г. – 217 с.
- 12 Дробот, В.И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности / В. И. Дробот. – К.: Урожай, 1988. – 152 с.
- 13 Егорова, Е.Ю. Разработка новых кондитерских изделий с использованием нетрадиционного сырья / Е.Ю. Егорова, И.Ю. Резниченко, М.С. Бочкарев, Г.А. Дорн // Техника и технология пищевых производств. – 2014.– № 3.

- 14 Зубченко, А.В. Технология кондитерского производства / А.В. Зубченко. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 1999. – 432 с.
- 15 Иванова, Т.Н. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров: учеб. для вузов / Иванова Т.Н. – М.: Академия, 2004. – 288 с.
- 16 Киселев, В.М. Разработка рецептуры и технологии бисквитного полуфабриката повышенной пищевой ценности/ В.М. Киселев, Р.З. Григорьева, Н.Н. Зоркина // Техника и технология пищевых производств. – 2010.– № 4.
- 17 Корячкина, С. Я. Технология мучных кондитерских изделий: учебник / С.Я. Корячкина, Т.В. Матвеева. – СПб: Троицкий мост, 2011. – 400 с.
- 18 Корячкина, С.Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий: научные основы, технологии, рецептуры/ С.Я. Корячкина. – Орёл: Издательство «Труд», 2006. – 480 с.
- 19 Матвеева, Т. В. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры: монография/ Т.В. Матвеева, С.Я. Корячкина. – Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2011. – 358 с.
- 20 Матвеева, Т.В. Физиологически функциональные пищевые ингредиенты для хлебобулочных и кондитерских изделий: монография/ Т.В. Матвеева, С.Я. Корячкина. – Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2012. – 947 с.
- 21 Мглинец, А.И. Технология продукции общественного питания: учебник:/ А.И. Мглинец, Н.А. Акимова, Г.Н. Дзюба и др. – СПб.: Троицкий мост, 2010. – 736 с.
- 22 Порошок топинамбура. Состав и польза порошка топинамбура.  
<https://travart.ru/topinambur>
- 23 Никифорова, Т.Е. Биологическая безопасность продуктов питания: учебное пособие / Т.Е. Никифорова. – Иваново: ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2009. – 179 с.
- 24 Павлов, А. В. Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий: сборник рецептов / А. В. Павлов. – СПб: Гидрометеиздат, 1998. – 294 с.
- 25 Перетятко, Т.И. Основы калькуляции и учета в общественном питании: учебное пособие / Т.И. Перетятко. – М.: Дашкова и Ко, 2012. – 231 с.



- 26 Полякова, С.П. Формула обоснованной уверенности. Обеспечение безопасности функциональных мучных кондитерских изделий/ С.П. Полякова, // Пищевая индустрия. – 2011.– № 3.
- 27 Ратушный, А.С. Технология продукции общественного питания: учебное пособие: в 2 т./ А. С. Ратушный, Б. А. Баранов, Н. И. Ковалев и др. – М.: Мир, 2004. – Т. 2. – 416 с.
- 28 Рущиц, А. А. Использование морских водорослей в производстве мучных кондитерских изделий / А. А. Рущиц, // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2014. – Том 2. – № 3. – С. 86–93.
- 29 Скрипников, Ю.Г. Технологические особенности производства порошка топинамбура/ Ю.Г. Скрипников, В.Ф. Винницкая, М.Ю. Коровкина // Достижение науки и техники АПК. – 2008. – № 8. – С. 50–51.
- 30 Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика / И.М. Скурихин. -М. : Высш. шк., 1991.- 288 с.
- 31 Скурихин, И.М. Химический состав российских пищевых продуктов»: Справочник / Под ред. Член-корр. МАИ, проф. Скурихина И.М. и академика РАМН, проф. Тутельяна В.А. – М.: ДеЛиПринт, 2002г.–236с.
- 32 Технология пищевых продуктов: учебник/ под ред. А. И. Украинца. – К.: Издательский дом «Аскания» , 2008. – 736 с.
- 33 Тошев, А.Д. Развитие научных основ технологии мучных кулинарных, кондитерских и булочных изделий: монография/ А.Д. Тошев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 184 с.
- 34 Щербакова, Е.И. Обоснование использования нетрадиционного сырья в производстве мучных кондитерских изделий / Е.И. Щербакова, // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2014. – Том 2. – № 3. – С. 94–99.