

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (НИУ)
ВЫСШАЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА
КАФЕДРА «ПИЩЕВЫЕ И БИОТЕХНОЛОГИИ»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент

_____/_____

2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

_____/ И.Ю. Потороко

2019 г.

Разработка напитков повышенной биодоступности на основе растительного сырья
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 19.04.01. 2019-307. ВКР

РУКОВОДИТЕЛЬ РАБОТЫ

доцент, к.т.н.

_____/ Н.В. Науменко

2019 г.

НОРМОКОНТРОЛЬ

к.т.н., доцент

_____/ Н.В. Попова

2019 г.

АВТОР РАБОТЫ

студент группы МБ–205

_____/ А.Р. Шарипова

2019 г.

Челябинск
2019

АННОТАЦИЯ

Шарипова А.Р. Разработка напитков повышенной биодоступности на основе растительного сырья – Челябинск: ЮУрГУ, ; 2019, с.77 ил. 15, библиогр. список – 51 наим.

Дипломная работа выполнена с целью исследования и разработки напитка повышенной биодоступности на основе растительного сырья.

В дипломной работе были определены методики проращивания зерна, обработки ультразвуком воды и зерна, наилучший сорт пшеницы, ферментации пророщенных зерен.

Были получены напитки из пророщенного зерна.

Проанализированы свойства пророщенных зерен и напитка из них – определены физико-химические и органолептические свойства и токсичность сырья.

Изучены полученные данные влияния проращивания и ферментации зерен пшеницы, а также влияние ультразвука на зерна и воду, в которой они были замочены. Описаны основные выводы на основе данных из экспериментов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО РЫНКА ПРОДУКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ ЗЕРНА	6
1.1. Современное направление и мировой опыт в создании продуктов, полученных на основе зерна	6
1.2. Сбалансированное питание и пищевая ценность продуктов, полученных на основе зерна	17
1.3. Оценка пищевой и биологической ценности пищевых продуктов, полученных на основе зерна	20
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	28
2.1. Сырье и материалы	28
2.2. Методы исследования свойств сырья	31
2.3. Метод проращивания зерна	32
2.4. Методы изготовления зерновых напитков	33
2.6. Методика определения реологических свойств продуктов, полученных на основе зерна	35
2.7. Метод определения кислотности зерна по болтушке	35
2.8. Количественное определение аскорбиновой кислоты	37
2.9. Определение содержания белка	38
2.10. Метод определения сенсорной оценки продуктов, полученных на основе зерна	39
ГЛАВА 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	45
3.1. Исследование влияния длительности замачивания на изменение химического состава и биодоступность зернового сырья.	45

3.2. Разработка технологической схемы получения зернового сырья повышенной биодоступности и пищевой ценности.....	56
3.4. Оценка качества и сохраняемости продуктов, полученных на основе зерна	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	68
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	70

ВВЕДЕНИЕ

Ежегодно на различных медицинских форумах, съездах, конференциях поднимается вопрос о необходимости улучшения питания населения. Для этого разрабатываются методики улучшения уже имеющихся технологий производства и рассматриваются все новые возможности изготовления продуктов питания из уже известных продуктов.

Одними из самых часто употребляемых продуктов являются зерновые культуры. Раньше основными видами продуктов, содержащими этот ценный ингредиент, были мучные, хлебобулочные изделия. В настоящее время, большое количество исследований говорит о том, что при старом способе обработки зерен теряется огромное количество ценных питательных веществ.

Зерно, в частности пшеницу, проращивают для раскрытия всего питательного потенциала. И уже из пророщенных зерен производят большое количество различных продуктов питания – привычный хлеб, употребляют в пищу в сыром виде, готовят различные продукты, в том числе напитки.

Целью работы является – разработка технологии изготовления продуктов питания с повышенной биологической доступностью из зерновых культур.

Задачи:

1. Изучить современные направления развития изготовления продуктов питания из зерновых культур.

2. Осветить значимость и биологическую доступность зерновых культур, в частности пшеницы.

3. Рассмотреть виды используемой пшеницы.

4. Изучить влияние ультразвука на прорастание зерна и его биологической доступности.

5. Изучить влияние продолжительности замачивания зерен на процесс производства напитков из зерен пшеницы.

ГЛАВА 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО РЫНКА ПРОДУКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ ЗЕРНА

1.1. Современное направление и мировой опыт в создании продуктов, полученных на основе зерна

Продукты питания из зерновых культур люди используют в пищу с давних пор. Данные археологических исследований, полученные в результате раскопок древних цивилизаций, только подтверждают тот факт, что зерна злаковых культур были известны древним людям еще до развития земледелия, то есть в эпоху собирательства. В период активного развития земледелия, за несколько веков до нашей эры, зерновые культуры становятся объектом возделывания и торговли. В современном мире зерновые культуры являются одним из основных продуктов питания в большинстве развитых и развивающихся стран. В ряде регионов Земли зерновые культуры могут составлять более 50 % от дневного рациона питания населения. Важно отметить, что важность продуктов из зерна заключается в том, что они богаты различными питательными веществами – источники белков, углеводов, разнообразных минеральных элементов, витаминов группы В, а также клетчатки [5]. В различных злаковых культурах содержится от 0,6 до 6,2 % ценных жиров. Но пищевая ценность различных видов злаковых зерновых культур может сильно варьироваться. Помимо этого, на пищевую ценность зерен злаков непосредственно влияет способ тепловой обработки, которой они подвергаются в процессе изготовления пищи. При тепловой обработке происходит разрушение клеточных структур зерен, что, в свою очередь, способствует изменению структуры компонентов, входящих в зерна и соответственно лучшему усвоению основных питательных компонентов, входящих в их состав [17].

Во всем мире наиболее распространенными зерновыми культурами являются следующие злаковые: пшеница, рожь, овес, рис, кукуруза, ячмень, просо, гречиха. Питательная центральная часть зерна (эндосперм) состоит преимущественно из полисахарида крахмала и белков и составляет до 80 % массы зерна. Из зерен

злаковых культур производятся крупы и мука, которую получают путем размалывания зерен с удалением оболочек и зародыша. Отделяемые оболочки и зародыши составляют фракцию отрубей, богатых витаминами, микроэлементами и пищевыми волокнами. От включения отрубей и степени размола зависит сорт муки. Высшие сорта содержат больше сахаров, поэтому их усвояемость и энергетическая ценность выше, однако они лишены некоторых биологически активных веществ, а также содержат меньше целлюлозы и зольных элементов. Наиболее ценной является мука грубого помола, полученная из цельного зерна, которая включает отруби. Различия в составе муки разного помола обуславливают пищевое качество вырабатываемых из нее продуктов [5, 15, 19].

На современном этапе, все больше возможностей для использования различных зерновых продуктов. Постепенно люди начинают употреблять в пищу не белый хлеб – как источник зерновых культур в своем рационе, а различные другие продукты, которые обладают меньшей калорийностью, большей пищевой ценностью. В связи с этим меняются мировые тенденции разработки обработки и изготовления продуктов из зерновых культур [6].

Стали получать продукты из вымоченного зерна, пророщенных зерновых культур, активно используют зародыши пшеницы.

В настоящее время производство зародышей пшеницы на различных пищевых комбинатах и заводах Российской Федерации составляет около 150 000 тонн в год. Как ни странно, но на мукомольных заводах зародыши пшеницы с их крайне ценным питательным составом выделяют только как побочный продукт при производстве муки различных сортов. Уникальный питательный состав зародышей пшеницы повышает актуальность их переработки на различные фракции с целью дальнейшего применения в пищевой промышленности, даже несмотря на низкую масличность зародышей пшеницы (11 – 13 %) [1].

Биохимический состав самого масла и получаемого жмыха из зародышей пшеницы непосредственно зависит от способа их получения. Сейчас в практике технологического производства растительных масел из зародышей пшеницы используют два метода, которые кардинально отличаются друг от друга [2]: метод

механического отжима масла непосредственно в процессе прессования (проходного либо статического) и второй метод, который заключается в диспергировании масла в различных летучих растворителях при его экстрагировании.

В технологических условиях пищевой промышленности могут использоваться различные варианты данных методик. Это может определяться особенностями комплектования цехов производства, а также целей последующего применения масла. Продукты переработки зародышей пшеницы, полученные методом спрессовывания исходного материала, являются наиболее применимыми в технологическом процессе производства пищевых продуктов. Это объясняется тем, что качество получаемого масла из зародышей пшеницы таким способом выше, чем полученного при экстракции. Такое масло не содержит посторонних запахов и различных привкусов, которые могут остаться после растворителя. Недостатком является очень малый выход масла, полученного прессованием, который составляет от 2 до 5 % от массы всего исходного сырья [2].

Ценность зародышей пшеницы и продуктов их комплексной переработки очень высока. Эти компоненты активно применяются в производстве продуктов питания. Большим преимуществом являются их биохимические характеристики: продукт с желтым оттенком, обладающий приятным ненавязчивым вкусом и запахом, также имеет хорошую способность связывать воду, что позволяет без особых проблем вводить эти компоненты в различные пищевые структуры [5, 8]. Жмых из зародышей пшеницы часто используют для замены части сахарозы и обогащения кондитерских изделий. Сладости, в состав которых входил жмых из зародышей пшеницы создаются на известных кондитерских фабриках в городе Москва. Эти конфеты получили положительные результаты при апробации и дегустации. Жмых из зародышей пшеницы также используется в хлебопекарной промышленности. Данный вид продукции оказывается не только полезным для увеличения витаминной составляющей мучных булочных изделий, но и используются для увеличения времени черствения хлебной продукции и придания ей приятного аромата и вкуса. Применение жмыха из зародышей пшеницы

возможно при изготовлении пряников с высокой усвояемостью, а также печенья, разнообразных лепешек, вафель. Такие хлебобулочные изделия хорошо подойдут как для здоровых людей, которые занимаются спортом и следят за своим здоровьем, так и для людей, больных сахарным диабетом, страдающих сердечнососудистыми заболеваниями, патологиями почек, а также для терапевтической поддержки больных лиц в послеоперационный период. Из муки, в которую добавлен жмых из зародышей пшеницы производят крекеры с различными вкусами: сладкие, соленые, перченые, ароматизированные, а также хрустящие палочки [5].

Для обогащения витаминами и замены белков животного происхождения в продуктах питания на растительные во Всероссийском НИИ зерна и продуктов его переработки получали оригинальные рецептуры, в которых применяли отруби из зародышей пшеницы. Однако, фракции глубокой переработки российского низкомасличного сырья (в частности зародыши пшеницы и продукты их переработки) в настоящее время в пищевых производствах применяются нечасто, что связано с высокой окисляемостью и потерей качества при хранении. При этом исследователи отмечают, что они важны в качестве витаминной добавки для людей, нуждающихся в усиленном рационе питания, работающих в экстремальных условиях и на вредном производстве. Данные компоненты могут применяться также для высококалорийного питания спортсменов и туристов. Масло и отруби пшеницы необходимы для пожилых людей и больных заболеваниями пищеварительной системы, эндокринными заболеваниями, артериальной гипертензией, аллергическими реакциями и другие [15, 16].

Продукты комплексной переработки зерен показаны людям со значительными умственными нагрузками, связанными с их профессиональной деятельностью. В этой связи привлечение продуктов комплексной переработки зародышей пшеницы является актуальным и перспективным, но при соблюдении успешной стабилизации их качественных показателей при хранении, а также при условии оптимизации баланса ненасыщенных жирных кислот в пищевом производстве. Разработка новых технологий и рецептур с их применением способно оказать

позитивное влияние на структуру питания населения, а с учетом низкой стоимости сырья сделает функциональные продукты доступными для широкой социально уязвимой группы населения [17].

Для выращивания зелени пшеницы в домашних условиях разработаны практические рекомендации, при соблюдении которых можно получить качественный продукт.

Многие отечественные и зарубежные ученые работают над проблемой повышения качества питания населения.

Для анализа направлений развития и перспектив изготовления продуктов из зерновых, были рассмотрены различные патенты, которые соответствуют международной классификации по кодам A23L2/38 (безалкогольные напитки; сухие составы или их концентраты и их производство; прочие безалкогольные напитки).

Странником А.А. разработан способ приготовления напитка из пророщенных зерен пшеницы. Получил известность способ производства напитка, позволяющий перерабатывать зерна пшеницы, мучить проросшие зерна при 40 – 50 °С в течение 3 – 4 дней, не допускать их полного высыхания, измельчать до состояния каши с добавлением водной каши во время массового измельчения проросших зерен в воду 1 : 1 – 5 и помешивая до однородной смеси. В результате технологические операции обеспечивают увеличение срока годности получаемого напитка, а также сохраняют в нем наличие биологически активных веществ, присущих напиткам из неферментированных зерен пшеницы [6, 11].

Строкань О.В. предложил способ получения биологически активной пищевой добавки, способ получения пищевого продукта. Способ получения биологически активных добавок к пище включает приготовление растительного сырья из зерновых или бобовых, проращивание, промывание, измельчение и экстракцию. Одновременно проращивание проводят в очищенной воде при температуре 20 – 25 °С в течение 24 – 30 часов до размера рассады 1 – 2 мм. Добыча сырья осуществляется в очищенной воде, взятой в объемном соотношении 1 : 1, в течение 2 – 3 часов [18]. По истечении этого времени жидкие и твердые фракции

разделяются, что является биологически активной добавкой. Предложен способ получения пищевого продукта, включающий включение наполнителя в сырье с последующей пастеризацией и охлаждением. Более того, в качестве наполнителя берут жидкую биологически активную пищевую добавку, полученную, как описано выше. Добавка добавляется в продукт в количестве 15 – 33 % от массы готового продукта. Пастеризацию проводят при температуре 75 – 80 °С в течение 15 – 20 минут. Также предложен пищевой продукт, содержащий исходное сырье и жидкую фракцию биологически активной пищевой добавки в количестве 15 – 33 %. Альтернативно, пищевой продукт содержит коровье масло и плавленый сыр в качестве сырья, и в качестве наполнителя выбирают твердую фракцию биологически активной пищевой добавки, полученной указанным выше способом. Способ позволяет получить продукт с высокими энергетическими и восстановительными характеристиками [9, 10].

Наконечный В.И. изобрел пищевой продукт, полученный путем кондиционирования зерна и последующей сушки. Продукт получают из зерна перед замачиванием в воде с отделением твердой фазы и примесей и хранят во влажном воздухе при температуре 21 – 40 °С до появления признаков прорастания. Пищевой продукт легко усваивается, обладает высокой пищевой ценностью, диетическими и лечебными свойствами [6].

Авторами Фазыловым М.З. и др. предложен способ получения лечебного пищевого продукта из пророщенных злаков. Способ получения целебного пищевого продукта включает обработку зерна, сушку и измельчение проросших семян. Перемещение зерна и круп позволяет отбирать крупную, мелкую и легкую смесь зерна, что позволяет получать не более 2,0 % сорняков и до 5,0 % зерновых примесей. После очистки зерна примеси железа отделяются путем обработки зерна магнитным сепаратором. Затем зерно увлажняют до 40 %, добавляя к массе расчетное количество воды, проращивают тонким слоем (до 30 см) в течение 3 дней при температуре 10 – 12 °С и периодической аэрации, сушат до содержания влаги 14,5 % и проводят частичное обжаривание при температуре 80 – 100 °С, затем измельчают в помольном блоке с четырьмя основными рамами для

получения продукта с различным гранулометрическим составом. В качестве сырья используется зерно экологически чистой пшеницы или овса, а зерна овса перед измельчением очищаются на центробежном очистителе. Способ позволяет обеспечить предварительную очистку зерна от примесей и получить продукт с одной гранулометрической композицией в форме, доступной для переваривания [15].

Авторы Шаскольская Н. Д., Шаскольский В. В. и другие предложили использовать сырье для приготовления кисломолочных напитков, способ производства и способ приготовления концентрированного квасного сусла. Изобретение относится к пищевой промышленности и может быть использовано при производстве кисломолочных напитков и полуфабрикатов для их приготовления. В качестве сырья для приготовления кисломолочных напитков из сусла используются пшеница, гречка, чечевица, соя, кунжут, подсолнечник, тыква и их смесь. Способ производства квасного сусла предполагает использование зародышей пшеницы, гречихи, чечевицы, соевых бобов, кунжута, подсолнечника, тыквы и их смесей, того же сырья, которое используется при производстве кисломолочных напитков из сусла. Это позволяет расширить ассортимент посевов сельскохозяйственных растений для подготовки сырья для кисломолочных напитков [14, 19].

Способ приготовления биологически активного продукта питания предложен П. Исаевым. Изобретение используется в пищевой промышленности. Для приготовления биологически активного пищевого продукта из растительного сырья подготовленное сырье из зернобобовых или зерновых культур замачивают в талой воде, получаемой путем замораживания воды, до содержания не более 70 % общей массы воды в кристаллах прозрачного льда после которых кристаллы льда смешивают с карбидом кремния, взятых в количестве не менее 50 г на 1 литр воды. Полученную после размораживания смесь выдерживают в течение не менее 5 дней, после чего расплавленную воду отделяют, а выдержку в полученной талой воде выдерживают в течение не менее 12 часов, тогда как расплавленную воду отбирают в количестве, которое обеспечивает полное погружение. После этого

талая вода отделяется, и бобовые или злаки прорастают до размеров ростков, предпочтительно от 2 до 6 мм, после чего их промывают водой и растирают. Добыча воды должна происходить в течение не менее 5 часов при постоянном перемешивании, после чего смесь должна получаться в течение не менее 1 дня при температуре не более 20 °С, после чего верхний слой декантируется и используется, как готовый продукт. Это позволяет увеличить доступность биологически активных веществ [1, 5, 11].

Л.А. Самофалова, Н.Е. Павловская и соавт. предложили способ получения продукции завода Росток. Изобретение относится к пищевой промышленности, а именно к получению биотехнологических методов жидкой пищи из неповрежденных семян гречихи, и может быть использовано как самостоятельный продукт, а также при производстве напитков и при разработке специальных пищевых продуктов для человека с нарушением здоровья, нарушениями обмена веществ, сахарным диабетом. Для получения растительного продукта необходимы целые чистые семена гречихи, которые подвергаются превращению в воде при температуре 20 – 25 °С [14, 16].

Затем они выдерживают 4 – 5 часов, после чего рассаду нагревают при температуре 50 – 55 °С в течение 20 минут. После того, как они подвергаются воздействию однородной массы, температура воды при 25 °С будет меняться в течение 20 – 25 минут, после чего отфильтровывают через фильтр и пастеризуют. Способ позволяет получить растительный продукт высокой пищевой ценности, содержащий легкоусвояемый белок и биологически активные вещества [15].

Авторы Баженов Б.А., Аслалиев А.Д. и др. запатентовали способ получения биологически активных добавок к пище [36]. Изобретение относится к пищевой промышленности. Способ производства биологически активных добавок для пищевых продуктов предусматривает замачивание зерна пшеницы в растворе селенита натрия с концентрацией 0,03 – 0,04 % в течение 48 – 50 часов при температуре 18 – 22 °С. Затем прорастание зерна пшеницы при температуре 18 – 22 °С в течение 6 – 7 дней. Затем зерна сушат в два этапа: на первом этапе при температуре 40 – 50 °С в течение 8 – 12 часов, на втором этапе при температуре

75 – 85 °С в течение 8 – 12 часов. После этого побеги отделяют, а зерна мелко измельчают. Изобретение позволяет получить пищевую добавку, обогащенную селеном, которая обладает высокой пищевой и биологической ценностью [10].

Бибик И.В. и Хижняк А.А. предложили способ получения пророщенного зерна пшеницы. Изобретение относится к пищевой промышленности, в частности к условиям прорастания пшеницы для использования в хлебобулочном производстве. Способ включает замачивание оставшихся в воздухе зерен, вторичное замачивание, периодическую вентиляцию, прорастание в термостате. Первичное и повторное замачивание проводят в воде при температуре 23 – 25 °С. Первичное замачивание проводят в течение 4 – 5 часов, после чего зерна оставляют на воздухе при температуре 23 – 25 °С в течение 19 – 20 часов, проводя периодическую вентиляцию каждые 2 – 3 часа [9].

Второе замачивание проводят в течение 2 – 3 часов, а после замачивания зерна оставляют на воздухе на 4 – 6 часов для предотвращения образования плесени. Кроме того, третье замачивание зерна в воде при температуре 23 – 24 °С проводится в течение 12 часов. Проросшие зерна сушат до влажности 10 % и измельчают в муку. Использование изобретения позволяет получить пророщенное зерно для использования в хлебобулочном производстве [8].

Авторы Улько Н.В., Дубовой Б.Л. и др. предложили способ прорастания злаков. Изобретение относится к сельскому хозяйству и предназначено для получения зародышей злаков. Метод заключается в промывке, замачивании и проращивании зерна до 2 мм ростков, при этом зерно замачивают в воде в течение 12 часов в соотношении 1 : 5 и проращивают, помещая сначала во влажную вату, а затем в полиэтиленовые пакеты комнаты. температура 18 – 20 °С и относительная влажность 60 – 80 % [7]. Изобретение позволяет сократить время прорастания зерна до 24 часов.

Осадченко И.М., Горлов И.Ф. разработали способ производства зеленого гидропонного корма. Это касается как сельского хозяйства, так и выращивания зеленого корма. Способ получения зеленого гидропонного корма основан на выдержке семян в католите с электроактивированной водой, прорастании и

форсировании рассады. Семена пшеницы используются в качестве семян. В качестве католита используется электроактивированный раствор 4 – 6 г/л сульфата аммония из установки типа STEL с рН 9 – 10, окислительно-восстановительный потенциал составляет – 800 – 900 мВ с удельным энергопотреблением 0,062 – 0,070 Ач.Н на 1 литр католита и анолита со временем воздействия 3 – 5 часов с общим временем прорастания 10 дней: первые 2 дня без освещения, следующие 8 дней с освещением. Способ упрощает технологию и улучшает качество корма [4, 8].

Н. Баулин и А. Соколов разработали гидропонную установку. Использование: изобретение относится к сельскому хозяйству. Сущность изобретения: гидропонная установка содержит многоярусные стойки, выполненные в виде стоек, соединенных между собой поперечными связями. Крепежи расположены на стяжках, которые оснащены пластинчатыми лопастями. В нижней части стойки установлен бак для питательного раствора, в верхнем вентиляторе – распределительный бак и лампы. На каждом ярусе установлена рама с поливными трубками. Арматура выдвижная и убирающаяся. Стойка разделена перегородкой на верхний и нижний отсеки. Установка идет с загрузочным устройством. На стойках имеются крышки: в верхнем отсеке из прозрачного материала, в нижнем – из непрозрачного. Растение дает возможность выращивать овощи и зеленый корм круглый год и получать целебные чистые пророщенные зерна для питания человека [6, 15].

Авторы Бекузарова С. А., Эйгес Н. С. и другие. Они предложили способ получения зеленого корма. Способ может быть использован для получения зеленой массы кормовой смеси. Способ включает посадку зерновой смеси. Озимая вика высевается в смеси с несколькими сортами озимой пшеницы разной урожайности и роста растений. Позднеспелые высокорослые сорта составляют 40 – 50 % смеси сортов озимой пшеницы. Затем зерновую смесь собирают в два кошения. Предложенный способ позволяет повысить урожайность с двух покосов и повысить качество кормов [4, 6].

Эйгес Н. С., Вайсфельд Л. И. и др. предложили способ получения корма на зеленом конвейере. Способ включает посев бинарной смеси семян злаков и бобовых. Смесь зерновых и зернобобовых компонентов раннеспелых сортов озимой пшеницы кормового направления и озимой вики, совпадающих по продолжительности вегетационного периода, высевается в соотношении 4 : 1 [5, 8].

Зеленая масса зерновых и зернобобовых культур собирается во время их одновременного созревания, последовательно, начиная с фазы производства озимой пшеницы и до начала почкования озимой вики и заканчивая фазой формирования зерна озимой пшеницы. Эта технология позволяет улучшить производительность и качество корма [7, 14].

Способ стимулирования прорастания семян сельскохозяйственных культур был предложен Осадченко И.М., Горловым И.Ф. и др. Это относится к сельскому хозяйству, в частности к методам предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур. Способ стимулирования развития культурного наследия в течение 3 часов в катодите электрохимически активированного водного раствора 0,5 г/л KCl с pH 11,6, ОВП – 900 мВ. В качестве семян используют семена ячменя, пшеницы, рапса и камелина. Способ позволяет упростить и ускорить технологию прорастания семян сельскохозяйственных культур, расширить спектр показателей качества исходного раствора и расширить ассортимент стимуляторов прорастания семян [8, 19].

Авторами Мелихов В. В., Лапшин В. М. и др. предложен способ предпосевной обработки семян. Изобретение относится к сельскому хозяйству и может быть использовано в селекционных и семеноводческих процессах для получения многокорневых побегов для селекции высокоурожайных сортов пшеницы и повышения урожайности существующих сортов. Способ включает обработку семян в 2 этапа. На первом этапе используются экстракты саженцев той же культуры, на втором этапе – культуральная жидкость зеленой водоросли *Chlorella vulgaris*. Культура рассады производится путем прорастания семян до прорастания не менее длины семян и корней 2 – 3 см. Затем корни и ростки

экстрагируют водой из расчета 2,5 литра на 1 кг сухих семян в течение не менее 30 минут. Экстракция семян осуществляется путем смачивания поверхности (смачивания). Экстракт берется из расчета 5 – 7 литров на 1 кг семян с выдержкой в течение 4 часов. Обработку зелеными водорослями проводят путем замачивания семян в течение 40 – 60 минут. Увлажнение семян при их прорастании для получения экстрактов также проводят с использованием культуральной жидкости зеленой водоросли *Chlorella vulgaris*. Температура обработки семян на обеих стадиях составляет 25 – 28 °С. Изобретение позволяет повысить устойчивость пшеницы к неблагоприятным факторам и обеспечить экологическую безопасность зерна [4, 9, 15].

Авторы Арсентьев А.А., Иванов Б.В. и др. предложили способ консервации проростков пшеницы. Изобретение относится к пищевой промышленности и может быть использовано для консервирования рассады семян пшеницы. Способ предполагает отбор семян, их промывку водой, сушку и фасовку в упаковку. Перед сушкой семена проращивают на лотках в вакуумной сушилке при температуре не выше 25 °С, а после появления рассады их сушат на тех же лотках, а тепло подают на слой рассады с помощью инфракрасного нагрева. Процесс идет в три этапа, каждый из которых поддерживает определенную температуру нагревательных элементов, тем самым поддерживая температуру материала в определенных пределах [5, 17]. Изобретение обеспечит длительное хранение проросших семян пшеницы при сохранении их питательной ценности, упростит процедуру их приготовления и использования в домашних условиях.

1.2. Сбалансированное питание и пищевая ценность продуктов, полученных на основе зерна

В составе главных факторов риска в отношении неинфекционных заболеваний Всемирная организация здравоохранения в настоящее время выделяет режим питания.

Основу сбалансированного рациона, формулой которого является так называемая «пирамида здорового питания», составляют полезные для здоровья пищевые продукты. Особой категорией среди них являются функциональные пищевые продукты. Их достоверная польза для здоровья обеспечивается наличием в их составе нутриентов, обладающих способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, а также метаболические процессы в организме человека при их систематическом употреблении в количествах, составляющих от 15 до 50 % от суточной физиологической потребности [4, 15].

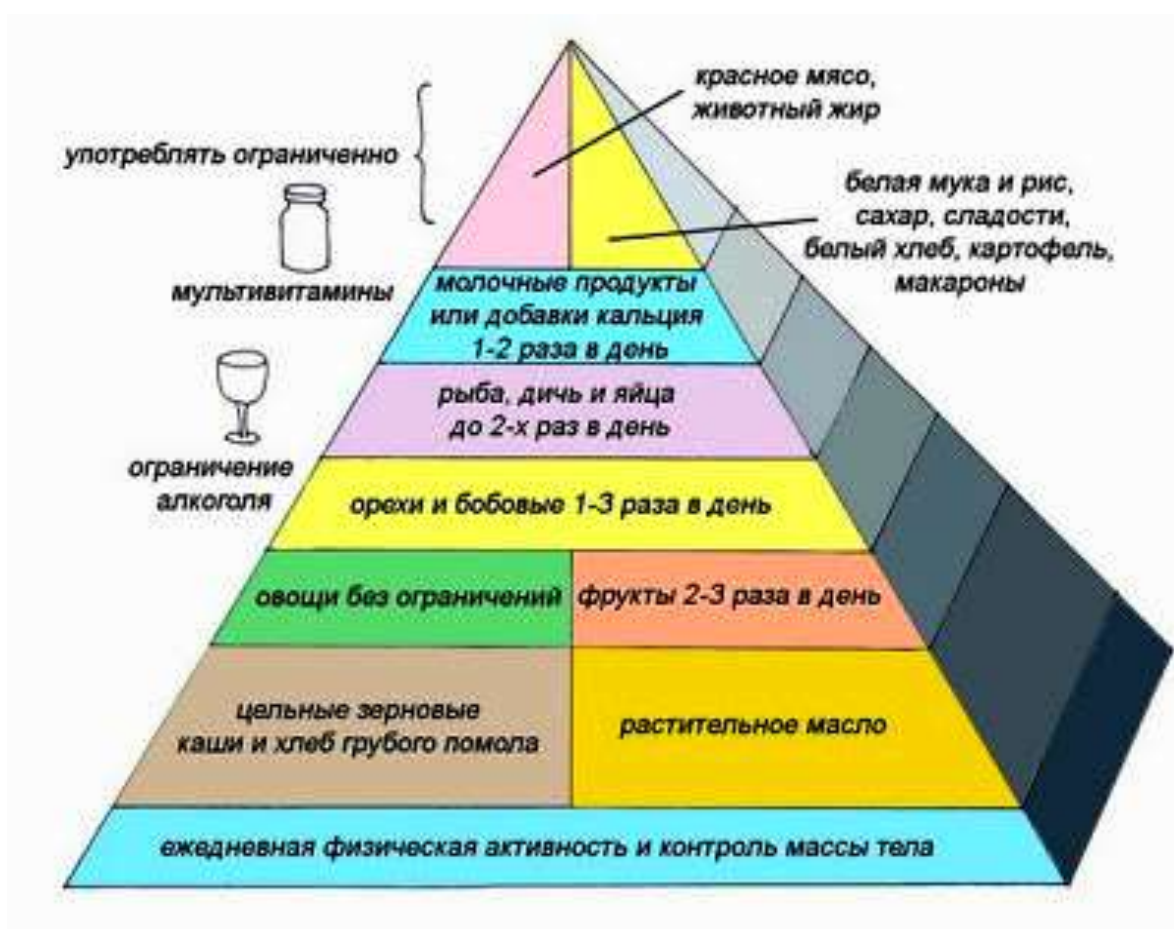


Рисунок 1 – Пирамида здорового питания

«Развитие производства функциональных пищевых продуктов, пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, а также специализированных продуктов детского питания, диетических (лечебных и профилактических) пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище с целью сохранения и укрепления здоровья населения, профилактики

заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием, является одной из основных задач государственной политики в области здорового питания» [4].

К числу основных, динамично развивающихся категорий функциональных пищевых продуктов относятся зерновые продукты (хлеб и хлебобулочные изделия, готовые зерновые завтраки, хлебцы и др.). Эти продукты питания характеризуются высокой пищевой ценностью, многие из них обладают лечебно-профилактическими свойствами. При этом они остаются наиболее доступными для всех категорий потребителей.

В ежедневном рационе человека хлеб, крупяные и макаронные изделия служат источниками энергии, углеводов, пищевых волокон, белков, витаминов группы В, железа. Порцией зерновых продуктов принято считать один кусок хлеба или три хлебца-пластинки, или 50 г отрубей хрустящих, или половину десертной тарелки обычной каши (20 г сухой каши быстрого приготовления). Потребление разнообразных продуктов из зерна в количестве 8 – 11 порций - приемов в день лежит в основе пирамиды здорового питания [6].

Наиболее популярной зерновой культурой среди потребителей является пшеница и продукты на ее основе, а наиболее полезными являются продукты переработки овса. Проращивание зерновых культур – один из инновационных способов повышения их биологической ценности. Цель работы – получение нового зернового продукта на основе смесей пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного. Анализ качества зерна и продуктов его переработки проводили по общепринятым методикам. Изучены физико-химические показатели качества, химический состав и семенные свойства сортового зерна овса голозерного и продовольственного зерна пшеницы. Установлено соответствие сырья требованиям ТУ 700036606.104-2013 «Зерно злаковых культур для проращивания». Проведена оценка содержания витаминов и аминокислот в зерновом сырье. Изучен процесс проращивания смеси пшеницы и овса голозерного в различных соотношениях. Получены оптимальные режимы проращивания зерна пшеницы и овса голозерного в смеси. Установлено, что с

увеличением содержания в зерновой смеси овса голозерного уменьшается общее время проращивания вследствие уменьшения длительности воздушно-водяных пауз. Проведены опытно-промышленные испытания получения овсяно-пшеничной смеси пророщенного зерна. Установлено ее соответствие требованиям к качеству и безопасности пищевой продукции, также отмечены высокие пищевые достоинства: наличие пищевых волокон, высокое содержание витаминно-минерального комплекса и аминокислот [4, 9, 12].

1.3. Оценка пищевой и биологической ценности пищевых продуктов, полученных на основе зерна

Самыми ценными пищевыми зерновыми продуктами являются зародыши пшеницы и пророщенная пшеница.

В соответствии с классификацией растительных жиров, масляные зерновые продукты относятся к макроподобным линоленовым маслам. В состав масел зерновых продуктов входят ненасыщенные жирные кислоты (70 – 80 %), большая часть которых приходится на линолевую и линоленовую кислоты. По физиологическому воздействию на организм линолевая кислота считается основной, она превращается в арахидоновую кислоту – важнейший элемент липидного обмена в организме. Присутствие витаминов А и Е в масляных зерновых продуктах способствует этой реакции. Полиненасыщенные жирные кислоты благотворно влияют на пищеварительную, сердечнососудистую, эндокринную и нервную системы, интенсифицируют липидный обмен, очищают организм от токсинов, помогают укрепить иммунную систему и поддерживают нормальный гормональный баланс [1, 3].

Важным компонентом масляных зерновых продуктов является наличие ценного компонента – поликозанола. Поликозанол представляет собой смесь высокомолекулярных алифатических спиртов с длинными цепями от 20 до 36 атомов углерода, большинство из которых представляют собой октакозанол, а также присутствуют тетракозанол и гексакозанол. Согласно различным источникам, масло зародышей пшеницы содержит от 1,5 до 8,0 мг / 100 г

поликоназола. Механизм действия этого вещества основан на абсорбции желчных кислот и частичном использовании молочной кислоты. Важно, что поликозанол оказывает исключительное влияние на метаболизм холестерина липопротеинов низкой плотности. Поликозанол снижает общий холестерин на 17 – 21 % и холестерин в составе липопротеинов низкой плотности на 21 – 29 %, одновременно увеличивая уровень холестерина липопротеинов высокой плотности на 8 – 15 %. Также, поликозанол усиливает рецепторзависимую обработку липопротеинов низкой плотности, увеличивая связывание этих комплексов с рецептором, улучшая их транспорт клеткам печени, таким образом, значительно усиливая расщепление холестерина. Было обнаружено, что поликозанол защищает липопротеины низкой плотности от повреждающего действия свободных радикалов и ингибирует чрезмерную агрегацию тромбоцитов. Поликозанол, по-видимому, усиливает повышение эфира холестерина и поглощение свободных жирных кислот в клетках кишечника без затрагивания поглощения триглицеридов или фосфолипидов; сохранение эфиров холестерина в этих клетках усиливается, в то время как свободные жирные кислоты не могут быть определены. Кроме того, поликозанол предотвращает развитие атеросклеротических нарушений, что важно для здоровья сердечнососудистой системы, улучшает восприимчивость тканей к инсулину, его можно применять для лечения пациентов с сахарным диабетом, возрастных пациентов и пациентов с патологиями печени, при этом риск нежелательных реакций минимален. Поликозанол активизирует пролиферацию мышечных клеток, стимулирует потребление кислорода тканями во время физических нагрузок, улучшает нервно-мышечную функцию, уменьшает время двигательной реакции, повышает физическую выносливость, увеличивает запасы мышечного гликогена и уменьшает симптомы стресса. Он эффективен при мышечных болях после интенсивных тренировок или при сниженной выносливости, а также при мышечных дистрофиях и других нервно-мышечных заболеваниях [4, 16].

Масляные зерновые продукты богаты жирорастворимыми витаминами А, D и обладают крайне высоким содержанием витамина Е, причем содержат наиболее

активную форма витамина Е – α-токоферола (около 70 %) [3]. Содержание токоферолов в пищевых растительных маслах колеблется от 5 до 50 мг / 100 г продукта, при том, что в масляных зерновых продуктах концентрация токоферола может быть в 5 – 9 раз выше.

Биологическая роль витамина Е заключается в его антиоксидантном воздействии, за счет чего он ингибирует преждевременное старение клеток организма человека и оказывает комплексное позитивное воздействие на сердечнососудистую систему. Витамин Е снижает уровень холестерина в крови и предотвращает атеросклероз и тромбообразование, укрепляет стенки кровеносных сосудов и способствует нормализации артериального давления. Токоферол способствует поддержанию функционального состояния мышечной системы и играет важную роль в реализации репродуктивных функций человека (стимуляция выработки сперматозоидов, активизация нормального гормонального баланса, правильное протекание эмбриогенеза).

Кальциферол или витамин D, 1 – 2 мг / 100 г, также обладает крайне важными биологическими функциями. Витамин D помогает организму усваивать кальций и фосфор, необходимые для формирования и восстановления костной ткани, а также снижает риск развития заболеваний кожи и патологий пигментного обмена тканей.

Витамин А входящий в состав масляных зерновых продуктов в концентрации 1 – 3 мг / 100 г, необходим для регуляции зрительного акта, правильного формирования костной ткани и эмали зубов, участвует в биосинтезе белков кератина и коллагена, которые являются структурными компонентами эпидермиса, роговых производных кожи. Кроме того, витамин А нормализует секрецию сальных желез кожи, регулирует уровень сахара в крови, а также играет важную роль в лечении и заживлении эрозивно-язвенных поражений слизистых оболочек внутренних и наружных органов [1, 3, 6].

Жидкие зародыши пшеницы, которые образуются после экстракции масла, содержат весь спектр важных активных компонентов исходного ЗП, при этом за счет обработки содержат меньшее количество влаги и жира. При прессовании

масла из зародышей пшеницы частицы отрубей остаются в жмыхе, благодаря чему в жмыхе массовая доля пищевых волокон становится больше, чем в зародыше. Пищевые волокна, хотя и не являются энергетическим источником и питательным нутриентом для организма, являются природными пребиотиками и играют значительную роль в процессах перистальтики пищеварительного тракта, служат поддерживающим компонентом для ферментов полезных кишечных бактерий. Пищевые волокна, такие как пектин, целлюлоза, играют важную роль в деятельности пищеварительного аппарата, контролируют скорость всасывания веществ в кишечнике и время транзита через желудочно-кишечный тракт. Кроме того, целлюлоза и сопровождающие ее полимерные соединения влияют на внутриполостное давление кишечника. Важно отметить, что пищевые волокна встречаются только в тканях растений, а наличие волокон в пищевых продуктах крайне важно [1, 3].

Основная часть гликопротеиновой фракции зерновых продуктов не оказывается в масле вместе с липидной фракцией, а поступает в жмых, поэтому массовая доля белка и углеводов в жмыхе выше, чем в исходном продукте. До 48 % жмыха составляют углеводы, среди которых большую часть составляет сахароза, менее 120 % приходится на раффинозу, фруктозу, маннозу, мальтозу. В сравнении с другими растительными источниками в жмыхе сконцентрировано аномально высокое количество пентозанов (до 10 %), которые входят в состав рибонуклеиновых кислот и широкого спектра коферментов. По происхождению и свойствам пентозаны близки к гемицеллюлозе. В сочетании с целлюлозой, лигнином и пектиновыми веществами они образуют клеточные стенки растительных тканей. Пентозаны оказывают положительное влияние на восстановление репродуктивной функции организма, улучшают работу предстательной железы и помогают в правильном развитии плода. За счет отсутствия у пентозанов энергетической ценности, они рекомендованы для диетического питания [1, 3, 6].

Пищевая ценность белков зародыша и жмыха из зерновых продуктов и их состав сходны по своим свойствам с физиологически активными белками

животного происхождения (белки сухого молока, куриных яиц, казеин). В протеинах жидких зерновых продуктов содержится широкий спектр аминокислот, в том числе незаменимых. В составе муки и зародышей пшеницы наряду с органическими веществами содержатся микроэлементы в количестве 21 элемент. В состав зерновых продуктов и жидких зерновых продуктов входит значительное количество фосфора и кальция, необходимых для стабильного функционирования мышц, сердечнососудистой системы, нервной системы и костной ткани. Фосфор (1310 – 1350 / 800 – 1000) и кальций (600 – 800 / 1000 – 1200) принимают участие в метаболизме, активируют действие витаминов группы В, входят в состав некоторых ферментов. Витамин D, регулирующий метаболизм кальция и фосфора, способствует усвоению кальция и является компонентом ЗП и его сложных продуктов переработки. Калий (500 – 1200 / 2500) важен для межклеточного взаимодействия и процессов трансмембранного транспорта. При дефиците калия многие ферменты не способны проводить реакции. При отсутствии этого элемента у человека нарушается синаптическое взаимодействие, развиваются отеки тканей и увеличивается вероятность нарушений работы сердечнососудистой системы. Калий жизненно необходим для нормального функционирования миокарда сердца.

Железо и цинк необходимы для эритропоэтических процессов и поддержания баланса зрелых эритроцитов, которые транспортируют кислород из альвеол легких во все ткани организма. Железо (7 – 11 / 10 – 18) активизирует защитные силы иммунной системы, защищает слизистые поверхности органов и оказывает благотворное влияние на функционирование печени и пищеварительного тракта. Цинк (17 – 25 / 12) входит в состав большого числа важнейших ферментов, участвует в синтезе инсулина и пищеварении. Повышает остроту зрения, уменьшает накопление в организме меди, кадмия, свинца. Важнейшей функцией цинка является его активное участие в функционировании половой системы организма, способствует поддержанию потенции, оказывает существенное влияние на процесс сперматогенеза и эмбриогенеза. Кроме того, достаточное содержание в организме цинка необходимо для правильного развития и

функционирования центральной нервной системы и опорно-двигательного аппарата [1, 6, 17].

Наличие меди регулирует всасывание железа в организме, процессы кроветворения, предотвращает или уменьшает аллергические реакции. Этот микроэлемент регулирует углеводный обмен, синтез холестерина, а также процесс формирования хряща, что положительно влияет на состояние костной ткани.

Содержание в продуктах магния крайне важно. Магний (30 – 40 / 400), как и цинк, участвует в биосинтезе инсулина клетками поджелудочной железой, регулирует деятельность нервной, мышечной, сердечнососудистой и выделительной систем.

Важным микроэлементом является селен (0,01 – 0,02 / 0,05 – 0,07), который является одним из наиболее важных компонентов антиоксидантной защиты организма от свободных радикалов, а следовательно, является элементом профилактики опухолевого процесса. Селен входит в состав глутатионпероксидазы – фермента, который нейтрализует агрессивные свободные радикалы, предотвращает некроз (гибель клеток) в тканях и органах, благотворно влияет на сексуальную функцию, защищает сперматозоиды и повышает их подвижность [3, 5 – 6].

Остаточное количество масла в жидких зерновых продуктах, в зависимости от качества сырья и условий прессования, находится на уровне 6 – 9 %. Содержание остаточного масла значительно повышает пищевую ценность продукта. При обработке около 40 – 50 % жирорастворимых витаминов отделяется от липидной фракции. Витамины группы В и С входят в состав жидких зерновых продуктов практически в полном объеме, значительно обогащая продукты переработки зерна.

Витамин С (15 – 16 / 5) участвует в окислительно-восстановительных процессах, оказывает положительное влияние на жировой обмен, входит в состав ряда ферментов, обладает сосудорасширяющим действием, укрепляет иммунитет. Способствует выздоровлению при заболеваниях нервной системы, желудочно-

кишечного тракта, вирусных инфекциях гепатитах, атеросклерозе. Ускоряет заживление ран. В сочетании с витаминами группы В витамин С принимает участие в процессах энергетического обмена, благотворно влияет на кожу, укрепляет волосы и ресницы, защищает организм от анемии и снижает уровень холестерина в крови.

Витамин В1 (2,8 – 3,2 / 1,5) оказывает существенное влияние на обменные процессы, входит в состав важных ферментных систем, необходим для биохимических энергетических реакций с участием углеводов. Преобладание углеводов в пище повышает потребность организма в витамине; липиды уменьшают эту потребность.

Витамин В2 (0,5 – 0,6 / 1,8) участвует в биохимических реакциях протеолиза, синтеза и функционирования коферментов, ответственных за транспорт кислорода к тканям и органам организма. Этот витамин способствует более эффективному использованию организмом витамина В6. Рибофлавин оказывает положительное влияние на кожу и волосы, при его дефиците возможны поражения слизистых оболочек.

Недостаток В3 в организме приводит к нарушению общего обмена веществ. Этот витамин способствует образованию половых гормонов и оказывает благотворное влияние на нормальное функционирование почек.

Витамин В5 (8 – 9 / 20) участвует в азотном, липидном и углеводном обменных процессах, которые положительно влияют на профилактику заболеваний кожи, нервной системы, желудка и двенадцатиперстной кишки, а также активизирует заживление поврежденных слизистых оболочек.

Витамин В6 (1,0 – 1,2 / 2,0) участвует в обменных процессах, предотвращает нервные заболевания, атеросклероз, заболевания печени и желудочно-кишечного тракта, уменьшает последствия воздействия радиации. Этот витамин защищает от анемии, предотвращает токсемию у беременных. В6 связан с В2 и также является антидермальным витамином, ответственным за целостность кожных и слизистых покровов.

Витамин В9 (0,5 – 2,0 / 0,4) участвует в процессах синтеза широкого спектра биологически активных веществ и в процессах кроветворения вместе с витамином В12. Фолиевая кислота участвует в пролиферационных клетках, оказывает благотворное влияние на эмбриогенез и развитие новорожденных. В9 участвует в биосинтезе белка, который особенно необходим детям в период быстрого роста. Этот витамин связан с метаболизмом ДНК и способствует ее репликации, необходим для эритропоэза и используется при лечении анемии [5, 9, 18].

Особо следует отметить наличие в проросшем зерне повышенного количества витаминов и микроэлементов, которые омолаживают ткани организма на клеточном уровне.

По сравнению с цельными зёрнами, проросшие зёрна содержат в 50 раз больше витамина Е; более чем в 5 раз больше витамина В6; в 1,5 раза больше, чем витамин В1; содержание фолиевой кислоты выше в 4 раза, витамина В2 – в 13,5 раза; повышенные концентрации природных антибиотиков, антиоксидантов, стимуляторов роста; в 3 – 4 раза больше витаминов F и P; в 2 – 3 раза больше белка; в 4 – 5 раз больше липидов [4, 8, 9].

Прорастание зёрен сопровождается увеличением относительного количества пищевых волокон, содержащихся главным образом в оболочках плодов и семян, вследствие разрушения полисахаридов (главным образом крахмала). В результате прорастания увеличивается доля небелковых остатков и увеличивается содержание аминокислот лизина, треонина, лейцина, валина, изолейцина и метионина, что увеличивает биологическую ценность проросших зерновых продуктов [11, 16].

В процессе прорастания зародыши поглощают микроэлементы и другие минералы из воды, которая используется для прорастания. Более того, минералы в проростках хелатированы, то есть они находятся в своем естественном состоянии – связаны с аминокислотами и поэтому хорошо усваиваются организмом человека. Таким образом, создание биологически активного зернового продукта высокой пищевой ценности является перспективным и актуальным [7, 11].

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Сырье и материалы

Самым распространенным зерновым продуктом для приготовления напитков является пшеница. Ее выделяют два основных сорта – твердая и мягкая.

Характеристика твердых пшеничных сортов:

Твердые сорта пшеницы содержат в 100 г:

- 13 г белка;
- 2,5 г жиров;
- 57,5 г углеводов.

Калорийность твердых сортов пшеницы – 304 Ккал. Культура богата белком и клейковиной, органическими пигментами (каротиноидами), которые придают муке и изделиям из нее нежный кремовый оттенок. Зерно у злака стекловидное и твердое, а крахмальное зерно – мельче и прочнее.

Мука отличается мелкозернистой структурой и быстрым образованием глютена высокого качества, что позволяет получить упругое и густое, эластичное тесто.

Пшеничное зерно богато минералами:

- фосфором;
- кальцием;
- калием;
- натрием;
- бором;
- йодом;
- цинком;
- марганцем;
- магнием;
- железом.

Из витаминов – группа В, биотин, каротин, холин, фолацин, ниацин, токоферол, эргокальциферол и холекальциферол (группа витаминов D) флавоноиды, филлохиноны. Помимо этого, в больших количествах зерно содержит:

- эфирные масла;
- клетчатку;
- гемицеллюлозу;
- пектин;
- крахмал;
- фруктозу;
- мальтозу и лактозу;
- рафинозу.

Культура содержит много незаменимых аминокислот: валин, лейцин, лизин, треонин, метионин. А также аланин, аспарагиновую и глутаминовую кислоту, пролин, серин, тирозин и цистин. Наиболее полезна мягкая пшеница в пророщенном виде: она богата зародышевыми маслами, естественными антибиотиками, а количество витамина В2 и В6 в ней в несколько раз выше, чем в сухом зерне или муке.

Характеристика мягких сортов. Мягкие сорта пшеницы в 100 гр содержат 305 ккал:

- 11,8 г белка;
- 2,2 г жиров;
- 59,5 г углеводов.

Муку из мягкого зерна делят на 3 сорта:

- Сильный, который содержит клейковину высшего качества;
- Средний, который содержит достаточно хорошей клейковины для изготовления хлебных и макаронных изделий;
- Слабый, содержащий менее 18% клейковины.

Химический состав мягкого зерна:

- витамины группы В, D, К, Е, Р;
- молибден;
- кобальт;
- кремний;
- железо;
- марганец;
- сера;
- фтор;
- медь;
- кальций;
- калий;
- йод;
- ванадий;
- цинк.

Мука из мягких сортов пшеницы используется для изготовления кондитерских и хлебобулочных изделий, реже – для макарон и хлеба. Объясняется это тем, что низкое содержание клейковины дает рыхлое и недостаточно эластичное тесто.

Основные отличия твердой и мягкой пшеницы:

- Мягкие сорта имеют полые и тонкие стебли;
- Отличие мягкой пшеницы – мучнистая и стекловидная структура зерна;
- Твердые сорта имеют жесткое зерно небольшого размера;
- Колос зерна твердых сортов длиннее и уже;
- Длина ости превышает длину самого колоса у твердых разновидностей почти в 3 раза;
- Твердое зерно длиннее и имеет более ребристую структуру;
- Изделия из муки твердых сортов полезнее: они содержат больше минералов, растительных белков и клетчатки.

Материалами для исследования были различные сорта пшеницы (твердая и мягкая), вода, дистиллированная и обработанная ультразвуком, прибор для обработки ультразвуком, оборудования для изготовления напитка.

2.2. Методы исследования свойств сырья

В зависимости от используемых измерительных инструментов, методы делятся на методы измерения, регистрации, расчета, социологические, экспертные и органолептические.

Методы измерения основаны на информации, полученной с использованием измерительных и контрольных приборов. Используя методы измерения, определите такие показатели, как масса, размер, оптическая плотность, состав, структура и т. д.

Методы измерения можно разделить на физические, химические и биологические.

Физические методы используются для определения физических свойств продуктов – плотности, показателя преломления, вязкости, липкости и т.д. Эти методы включают микроскопию, поляризацию, колориметрию, рефрактометрию, спектроскопию, реологию, люминесцентный анализ и другие.

Химические методы используются для определения состава и количества веществ, включаемых в производство. Они делятся на количественные и качественные – это методы аналитической, органической, физической и биологической химии.

Биологические методы используются для определения пищевой и биологической ценности продуктов. Они делятся на физиологические и микробиологические. Физиологически используется для установления степени усвоения питательных веществ, безвредности, биологической ценности. Микробиологические методы используются для определения степени загрязнения продуктов различными микроорганизмами.

2.3. Метод проращивания зерна

В процессе прорастания ферментные системы зерна активируются, сложные пищевые вещества разделяются на более простые, легко усваиваемые организмом человека. Крахмал превращается в глюкозу, белки – в аминокислоты, а липиды – в свободные жирные кислоты и глицерин. Те же метаболические процессы происходят при переваривании пищи в тракте организма человека. Белок зародыша обладает более высокой биологической ценностью, поскольку он представляет собой концентрат структурных и ферментативных белков, близких по своим свойствам к физиологическим белкам тканей животных [2 – 5, 16].

В настоящее время есть много способов проращивания. Выбран один из самых эффективных способов прорастания пшеницы – использование пароконвектомата.

Сухое зерно для прорастания имеет следующие показатели: состояние зерна здоровое, оно имеет нормальный запах, типичный для здоровой пшеницы, цвет зерна нормальный, типичный для здорового зерна этого типа, содержание сухого вещества составляет $86 \pm 0,05$ %, белок – $11,8 \pm 0,05$ %; жир – $2,2 \pm 0,002$ %; углеводы – $69,5 \pm 0,03$ %.

Органолептические, физико-химические исследования проводили в соответствие с требованиями ГОСТ: 13586.3-2015; 13586.5-2015; 10967-90; 10846-91; 29033-91; Р 52934-2008; 10844-74.

Проращивание зерна пшеницы проводят с использованием пароконвекционного аппарата, например «Рациональ» SCC61WE3NAC400V50/60. Преимуществом данного аппарата является наличие бойлерного способа образования пара с системой сенсорного управления.

Для проведения процедуры берут 1 кг навески сухого зерна для проращивания, помещают в перфорированную емкость и располагают в пароконвектомате при влажности 60 – 100 %. Мощность кондиционирования воздуха составляет 0 – 0,36 кВт. Температурный режим изменяют в диапазонах (30 ± 1 °C), (35 ± 1 °C), (40 ± 1 °C), (45 ± 1 °C). Контролируют время проращивания зерна. Главным показателем эффективности и пригодности методики для получения влажного пророщенного

зерна является появление зародышевого корешка длиной не более 2 мм у 90 % семян.

Определены оптимальные технологические параметры прорастания пшеницы: температура 30 °С, мощность кондиционирования 0,09 кВт и влажность 100 %. Полученное пророщенное зерно пшеницы обладает высокими органолептическими характеристиками.

Данная технология отлично подходит для получения пророщенного зерна с целью изготовления продуктов с повышенной пищевой ценностью и повышенной биодоступностью питательных компонентов.

2.4. Методы изготовления зерновых напитков

Основная методика изготовления напитков из зерна неизменна, она может варьироваться по времени протекания разных стадий процесса.

Основной схемой получения напитка из зерновой культуры, в частности пшеницы, является способ получения напитка из пророщенных зерен, который включает прорастание зерна пшеницы, выдержка пророщенных зерен пшеницы при температуре 30 – 60 °С в течение 1 часа – 6 дней, предотвращая их полное высыхание, дополнительно пророщенные зерна измельчают до суспендированного состояния с добавлением воды с объемным отношением измельченных пророщенных зерен к воде 1: 1 – 5 и перемешивают до получения гомогенной смеси, после которой напиток получается путем отжима смеси.

До или после пересадки проросших зерен можно добавлять сухие фрукты, смоченные водой, и измельчать пророщенные зерна и последующие операции в полученную смесь пророщенных зерен с пропитанными сухофруктами.

Замоченные сухофрукты лучше всего добавлять, когда их объемное отношение к зародышам пшеницы составляет менее 1: 1, предпочтительно 1: 3 – 5.

Напиток может быть дополнительно доведен по вкусу или, при необходимости, может включать биологически активные вещества, которых нет в зернах пшеницы (например, витамины).

2.5. Методика определения биодоступности сырья и готовых изделий на инфузории *Paramecium*

Методы биотестирования, основанные на изучении роста простейших (инфузорий) и низших животных (ракообразных, дафний и др.), широко используются. Эти тестовые объекты, которые характеризуются относительно коротким жизненным циклом разработки, хорошей лабораторной выживаемостью, позволяют получать экспресс-информацию, отражающую интегральное качество окружающей среды.

Наиболее известные примеры тест – объектов – инфузории *Paramecium caudatum*.

Использование инфузории *Paramecium caudatum* в качестве тестируемого организма значительно упрощает как саму процедуру биотестирования, так и процесс культивирования. *Paramecium caudatum* неприхотлива (культура инфузорий при необходимости можно храниться в холодильнике), очень быстро размножается, а процесс биотестирования занимает всего несколько минут.

Подготовка водных экстрактов осуществлялась в следующем порядке:

- 1) измельчение исследуемого продукта в лабораторной мельнице
- 2) взвешивание 10 г измельченного продукта и внесение его в экстракционную колбу
- 3) внесение в колбу 90 мл дистиллированной воды
- 4) встряхивание в аппарате для встряхивания жидкостей в течение 20 минут
- 5) центрифугирование в течение 15 мин при 3000об/мин
- 6) слить не менее 15 мл надосадочной жидкости (водный экстракт) в чистый стакан
- 7) использование водного экстракта для биотестирования в инфузориях.

Оценка токсичности и биодоступности проводится автоматически. Если коэффициент выживаемости инфузорий *Paramecium* 0,9 и более, то проба считается нетоксичной. Если процент выживших инфузорий ниже 0,5, то проба считается токсичной.

2.6. Методика определения реологических свойств продуктов, полученных на основе зерна

Для определения реологических параметров материала и показателей консистенции используются различные методы и устройства (реометры), которые различаются по объему, типу измеряемой величины, принципам нагрузки, степени автоматизации и другим характеристикам.

Большинство реологических методов измерения и инструментов предназначены для лабораторных исследований. В современных приборах измерения частично или полностью автоматизированы, а результаты обрабатываются с помощью компьютеров.

Для изучения систем с низкой вязкостью (соки, молоко, растительное масло и др.). Используйте капиллярные и шариковые вискозиметры; для высоковязких систем, ротационных вискозиметров (реотест, воларович, мачихина и др.).

Различные методы и устройства также используются для определения величины предела напряжения сдвига. К наиболее доступным и простым устройствам относятся конические пластометры и пенетрометры с различными инденторами (конус, шар, игла и т. Д.), а также приборы для измерения деформации сдвига в наклонной плоскости.

Принцип действия конического пластометра (пенетрометра) заключается в том, что под действием постоянной нагрузки в испытуемое изделие погружается конус, который может иметь гладкую или гофрированную поверхность. Глубина погружения индентора оценивается по консистенции продукта и его структурно-механическим свойствам.

2.7. Метод определения кислотности зерна по болтушке

ГОСТ 10844-74 «Зерно. Метод определения кислотности по болтушке» (с изменением № 1) распространяется на зерно, предназначенное для продовольственных, фуражных и технических целей и устанавливает метод определения кислотности зерна по болтушке [51].

Из средней пробы делителем или вручную выделяют 50 г зерна, очищают его от сорной примеси, за исключением испорченных зерен, и размалывают на лабораторной мельнице так, чтобы все размолотое зерно прошло при просеивании через сито № 08. Размолотое зерно переносят на стеклянную пластинку, перемешивают, распределяют ровным слоем и придавливают другим стеклом такого же размера так, чтобы слой под стеклом получился не толще 3 – 4 мм. Затем, удалив верхнее стекло, отбирают не менее чем из десяти мест две навески размолотого зерна массой по 5 г каждая.

Взвешенную навеску размолотого зерна высыпают в сухую коническую колбу и приливают 100 см³ дистиллированной воды. Содержимое колбы немедленно перемешивают взбалтыванием до исчезновения комочков. Приставшие к стенкам частицы смывают дистиллированной водой из промывалки. В полученную болтушку добавляют 5 капель 3 %-ного раствора фенолфталеина, взбалтывают и титруют 0,1 моль/дм³ раствором гидроксида натрия. Титрование ведется медленно, особенно в конце реакции, при постоянном взбалтывании колбы до появления ясного розового окрашивания, не исчезающего при спокойном стоянии колбы в течение 20 – 30 с.

В тех случаях, когда при определении кислотности исходная болтушка получается интенсивно окрашенной, необходимо иметь для сравнения другую болтушку из испытываемого зерна и при титровании постоянно сравнивать получаемый оттенок с начальным цветом болтушки.

Кислотность в градусах кислотности определяют объемом 1 моль/дм³ (н.) раствора гидроксида натрия, требующегося для нейтрализации кислоты в 100 г продукта, и вычисляют по формуле 1:

$$X = \frac{V \cdot 100}{m \cdot 10}, \quad (1)$$

где V – объем точно 0,1 моль/дм³ (н.) раствора щелочи (с учетом поправочного коэффициента к титру щелочи), израсходованный на титрование, см;

m – масса навески размолотого зерна, г;

1/10 – коэффициент пересчета объема 0,1 моль/дм (н.) раствора щелочи на 1 моль/дм (н.)

Вычисление проводят до сотых долей градусов с последующим округлением до десятых долей градуса. За окончательный результат определения принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,2 градуса.

2.8. Количественное определение аскорбиновой кислоты

Данный метод используется при определении содержания витамина С в растительном сырье. Из измельченной аналитической пробы берут навеску массой 20 г, помещают ее в фарфоровую ступку, добавляют 20 мл 1 %-ный соляной кислоты, тщательно перемешивают в течение 10 мин.

Затем переносят в мерную колбу на 100 мл, ополаскивая водой ступку 1 %-ным раствором щавелевой кислоты. Объем доводят до метки, затем раствор фильтруют через 2 слоя марли в сухую колбу.

Соляная кислота извлекает аскорбиновую кислоту из пробы, щавелевая кислота сохраняет устойчивость аскорбиновой кислоты в эксперименте.

В коническую колбу вместимостью 100 мл вносят 5 мл полученного фильтрата, титруют из микробюретки раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия (0,001 моль/л) до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 30 – 60 секунд. Титрование продолжают 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/л) более 2 мл], обнаруженного пробным титрованием, исходное извлечение разбавляют водой в 2 раза или более.

Содержание аскорбиновой кислоты в пересчете на абсолютно сухое сырье в процентах (X) вычисляют по формуле 2:

$$X = \frac{V \cdot T \cdot V_1 \cdot 100}{q \cdot V_2} \quad (2)$$

где: V – количество раствора 2,6-дихлорфенолиндофенола натрия (0,001 моль/л), пошедшего на титрование, в миллилитрах;

T – количество аскорбиновой кислоты, соответствующей 1 мл 2,6-дихлорфенолиндофенола, мл;

V_1 – объем вытяжки, приготовленной из навески, мг;

100 – пересчет на 100 г продукта;

q – навеска продукта, г;

V_2 – количество смеси, взятое для титрования.

2.9. Определение содержания белка

Содержание белка определяли по следующей методике.

Навеску исследуемого продукта в объеме 0,04 г, взятую с точностью $\pm 0,0001$, помещают в пробирку. Затем последовательно вводят 2 мл H_2SO_4 (удельная плотность 1,84) и 1 – 2 капли H_2O_2 (33%). Проводят минерализацию, нагревая пробирку на водяной бане, при температуре 85 °С.

Легко окисляющиеся вещества при этом полностью окисляются в течение 1 – 2 минуты, и обесцвеченная жидкость при дальнейшем нагревании остается бесцветной.

По окончании окисления, содержимое пробирки переводят количественно в мерную колбу на 100 мл до метки. Хорошо перемешав содержимое колбы, берут пробу в 10 мл и точно оттитровывают 0,5н NaOH по фенолфталеину, для определения количества щелочи, необходимой для нейтрализации.

После этого берут пробу того же раствора в 10 мл и переводят в другую мерную колбу на 100 мл, прибавляют установленное количество 0,5н NaOH для нейтрализации кислоты. После этого доводят водой до метки и хорошо взбалтывают. Эта жидкость используется для приготовления окрашенных растворов.

Приготовление окрашенных растворов. Для этого в двух мерных колбах емкостью по 100 мл готовят рабочий и стандартный растворы. В одну наливают 10 мл исследуемого раствора, доливают обе колбы на три четверти водой, после чего добавляют 4 мл раствора Несслера и доводят до метки.

Затем определяют оптическую плотность полученных окрашенных растворов.

На основании данных анализа проводят расчет содержания белка (%).

2.10. Метод определения сенсорной оценки продуктов, полученных на основе зерна

Сенсорный (органолептический) анализ насчитывает множество методов, с помощью которых выполняются определенные задачи.

1. Методы оценки потребителей: предпочтения и приемлемость используются для изучения реакции потребителей на новый продукт, который либо готовится с использованием новой технологии, либо содержит новый компонент, либо хранится с использованием новых современных материалов. Как правило, для сравнения традиционный продукт также представлен в качестве стандарта для дегустации. Этот метод помогает провести предварительное маркетинговое исследование и преодолеть «парад дегустаторов», заключающийся в том, что чем профессиональнее дегустатор, тем больше его мнение будет отличаться от мнения рядового потребителя.

2. Отличительные методы сенсорной оценки: группа качественных методов анализа.

Методы применяются, когда исследуется разница в органолептических свойствах двух или более продуктах.

А. Метод парного сравнения используется:

если есть различия в направлениях между двумя испытанными образцами;

установить, существует ли предпочтение между двумя оцененными образцами;

в обучении дегустаторов: выбирать, обучать и контролировать возможности обучаемых.

Согласно этой методологии, парные образцы должны быть представлены для оценки одновременно или последовательно. Пары сделаны из образцов с небольшими отличиями. Всем парам предлагаются одинаковые образцы в произвольном порядке, например, АВ, ВА, АВ и т. Д. Д. Дегустатор должен указать, какой из образцов обладает наиболее выраженными свойствами или

является более предпочтительным, чем другие, даже если дегустатор не чувствует, что нет разницы, нет разницы. Это техника так называемого принудительного выбора.

Б. Треугольный (треугольный) метод позволяет выявить различия в восприятии двух произведений с использованием метода треугольника; он используется, когда речь идет о выявлении слабо выраженных различий между образцами продукта, как во всем диапазоне характеристик, так и в индивидуальных свойствах образца. Метод также используется для подбора и обучения дегустаторов.

Согласно методике, 3 образца должны быть представлены одновременно дегустаторам, 2 из которых являются одинаковыми.

Образцы кодируются и упаковываются в виде блоков, например, по следующей схеме: АВВ, АВА, ВАВ, ВВА и т. Д. Дегустаторы должны определить, какой из трех образцов отличается.

В практике сенсорного анализа с использованием метода треугольника дегустаторы часто ошибаются, указывая на одну из двух идентичных выборок как на выборку с разницей, которая называется «неразличимым парадоксом».

В. Дуэт-трио метод сенсорного анализа используется для выявления существенных различий между двумя образцами. Есть две формы:

– при использовании контрольного образца с переменным кодированием (ААВА, АQUA, НVАС, НVАС) тестирующим предлагается выбрать образец, отличный от контрольного;

– с постоянным контрольным образцом (АКАV, АКВА) здесь также необходимо выбрать образец, отличный от контрольного образца.

Г. Метод «два из пяти» используется для дегустации продуктов со слабыми отличиями и в качестве преподавателя при подготовке и обучении дегустаторов. Как правило, берут два идентичных образца А и три идентичных образца В. Образцы состоят из пяти блоков, кодируются и предлагаются дегустаторам, например, по схеме АВВАV, ВВА-АВ, АВАВВ, ААVАВ, АВАV, VAAA. Задача состоит в том, чтобы различать выборки в каждом блоке, выделяя А и В. Этот

метод считается более эффективным и действенным, чем все описанные выше отличительные методы. К его недостаткам относится высокая трудоемкость и быстрая утомляемость органов чувств дегустаторов.

Д. Метод «А» не является «А»; сенсорный анализ используется для:

– тесты на различия, особенно для оценки образцов с разным внешним видом (что затрудняет получение строго идентичных повторных образцов) или оставления различных послевкусиев (что затрудняет прямое сравнение);

– тесты распознавания, особенно для определения, может ли тестирующий идентифицировать новый импульс по сравнению с известным импульсом (например, распознавание сладкого вкуса нового подсластителя);

– тесты восприятия – для определения чувствительности эксперта к определенному раздражителю.

Дегустатор сначала знакомится со стандартным образцом – «А», после чего он ищет и идентифицирует продукт «А» в серии кодированных образцов, а также отличается от стандартного продукта – «не А».

3. Методы отличительной сенсорной оценки: группа методов количественного анализа.

Количественные отличительные методы позволяют нам определять интенсивность конкретного свойства продукта.

А. Метод сенсорного анализа индекса разведения заключается в том, что жидкие продукты подвергаются многократным разведениям. Как правило, это разбавление проводится до тех пор, пока запах, вкус, букет или аромат, который изучается, больше не ощущается. Чем выше значение индекса разбавления, тем более выражены интенсивность аромата, вкуса, цвета и качества исследуемого продукта. Этот метод можно использовать для изучения свойств, полученных путем изменения технологии производства или хранения: один продукт берется по модифицированной технологии А, а второй (стандартный) готовится по традиционной технологии. Разведение позволяет определить влияние технологических изменений на качественные показатели. Метод широко используется при обучении дегустаторов.

Показатель (индекс) вкуса, запаха, цвета, вкусовости и т.д. Он выражается количеством разведений или процентным содержанием исходного вещества в растворе. Например, аромат вишни исчезает, если сок разбавляют водой в соотношении 1: 30.

Б. Метод scoring (подсчет очков) выражается либо в баллах, либо в устных оценках, либо графически изображены качества пробного продукта. Это позволяет количественно оценить качественные характеристики продуктов, открывает большие возможности в изучении корреляции между органолептическими свойствами продукта.

Дегустатору предлагается два образца: один с наиболее выраженными изученными свойствами, другой с наименее выраженными свойствами. Дегустатор должен отметить в графической или словесной шкале свое впечатление об изучаемом продукте, характеристики которого неизвестны.

4. Описательные методы сенсорного анализа основаны на словесном описании органолептических свойств продукта. К ним относятся:

А. Прямо описательный метод. Результаты этого метода включены практически в каждый нормативный технический документ на пищевые продукты и регулируют их стандартные органолептические качества.

Б. Профильный метод. Суть метода заключается в том, что комплексное представление об одном из органолептических свойств (вкус, запах или текстура) представляется в виде набора простых компонентов, которые оцениваются дегустаторами по качеству, интенсивности и порядку проявления. При проведении профильного анализа шкалы оценки используются для оценки интенсивности отдельных признаков; они последовательно определяют проявления ощущения и результаты, графически изображенные в виде профилограммы (профиля). В зависимости от рассчитанного показателя получают профилограммы (диаграммы) вкуса, запаха или текстуры продукта.

В. Метод оценки является наиболее распространенным методом органолептической оценки пищевых продуктов, результаты которого выражены в безразмерных числах, которые называются «точками». Комбинация числовых

значений, объединяющая оценку свойств продуктов в заданном диапазоне качества, образует балльную шкалу.

Существует четыре типа весов:

- номинал, где числа или символы служат символами для идентификации объекта или его свойств;
- порядковый номер, где числа обозначают последовательность объектов или свойств в соответствии с их степенью важности с учетом определенных взаимосвязей между ними;
- интервал, образованный из порядкового номера, указывает размер различий между объектами или свойствами; в этих масштабах расстояния между символами равны и произвольно установлены;
- рациональный, а также интегральный, отражающий соотношение размеров объекта при наличии нулевой контрольной точки.

Интервальные шкалы чаще всего используются для сенсорного анализа. Интервальные баллы отличаются количеством баллов, используемых для оценки продукта, диапазоном качества исследуемого объекта, методом присвоения баллов, словесными характеристиками каждого уровня качества, соответствующими определенному количеству баллов, общей оценкой продукта, наличие или отсутствие коэффициентов значимости отдельных органолептических показателей.

В настоящее время существуют весы с разными точками:

- 100 – балльная система оценки качества продуктов (сыров);
- 25 – балльная шкала (пиво и безалкогольные напитки);
- 20 – балльная шкала (масло, хлеб);
- 10 – балльная шкала (вина, спиртные напитки, чай).

Следует отметить, что в настоящее время во время дегустационной оценки наблюдается тенденция перехода к 100 – балльной шкале, поскольку это дает возможность более полно оценить отклонения от стандартного качества продукта.

В соответствии с методикой оценки уровня качества при создании балльной шкалы, прежде всего, устанавливают перечень характеристик, которые наилучшим образом описывают качество продукта питания. Кроме того, балльные шкалы разрабатываются с учетом значимости отдельных показателей. Количество баллов в системе для выражения показателей, таких как вкус и запах, следует оставить больше, чем для выражения менее значимых показателей качества – цвета, формы, внешнего вида. В противном случае, например, продукт питания с неудовлетворительным вкусом, но хорошо продуманный, может получить более высокую оценку.

ГЛАВА 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Исследование влияния длительности замачивания на изменение химического состава и биодоступность зернового сырья.

При проращивании в зерне происходят сложные биохимические и морфологические превращения. К морфологическим относят развитие зародыша и нарушение клеточной структуры эндосперма, к биохимическим – активацию ферментов, превращение сложных веществ в простые, процесс дыхания тканей [1].

При биоактивации пшеничного зерна, которое представляет собой высохшие коллоидные структуры, мицеллы которых с большой силой притягивают к себе воду, а свободная влага гарантирует переход в раствор ферментов и питательных веществ и их миграцию к зародышу. Это создает благоприятные условия для проницаемости в эндосперм ферментов, которые переводят резервные нерастворимые вещества зерна в растворимые и легко усвояемые зародышем. В результате активации ферментов в зерне ускоряются биохимические процессы, особенно его дыхание. Естественное аэробное дыхание зависит от наличия кислорода в среде. В следствие прорастания происходит глубокая реорганизация всего ферментативного комплекса зерна, активирование ферментов, особенно амилолитических и протеолитических. В зерне уменьшается содержание нерастворимых соединений, а растворимых – увеличивается. В начале проращивания зерна питание зародыша обеспечивается небольшим запасом аминокислот, сахаров, минеральных и других питательных веществ, растворимые в воде. В результате повышения активности ферментов начинается расщепление всех высокомолекулярных соединений зерна (крахмал, белки, липиды, не крахмальные полисахариды) с образованием простых низкомолекулярных соединений, которые расходуются как на рост зародыша, так и на дыхательные процессы [1].

Хлеб из проращенного зерна сохраняет все полезные свойства зерна, так как в момент прорастания зерна активизируются все жизненные силы, увеличивается

активность ферментов, витаминов, минералов. Пророщенное зерно обладает наиболее целебной и питательной ценностью, является источником важнейших биологически активных веществ, например белок 27,18 %, витамин В1 – 38,8 %, В2 – 6 %, РР – 47 %.

Изделия из диспергированного зерна производят по специальной технологии из цельного зерна пшеницы или ржи, минуя мукомольный процесс, что способствует более полному сохранению в них питательных веществ целого зерна: белков, жиров, углеводов, пищевых волокон, витаминов группы В, Е, РР, минеральных веществ (железа, кальция, фосфора) [7].

В зерне активизируются ферментные системы и происходит расщепление сложных пищевых веществ до более простых.

Крахмал превращается в сахар, белки – в аминокислоты, жиры – жирные кислоты. Белок зародыша имеет повышенную биологическую ценность, так как является концентратом структурных и ферментативных белков, близким по своим свойствам к физиологическим белкам животной ткани. По сравнению с цельным зерном, зародыш зерна содержит в 50 раз больше витамина Е – основной антиоксидант, который замедляет процессы старения, в 10 раз больше витамина В6, в 3 – 4 раза больше витаминов F и P, в 2 – 3 раза больше аминокислот, в 4 – 5 раз больше жирных кислот. Зерна пшеницы содержат целый ряд микроэлементов – фосфор, калий, магний, марганец, кальций, цинк, железо, селен, медь, ванадий [5].

В процессе проращивания в зерне повышается содержание незаменимых аминокислот, витаминов и ферментов, а крахмал превращается в натуральные сахара – «медленные» углеводы, которые создают длительное ощущение сытости и не откладываются в виде лишнего жира.

Факторы, влияющие на проращиваемость зерна пшеницы. Регулируя температуру, влажность и свет можно управлять процессами генерации в зерне и добиваться изменения биохимического состава зерна.

Водопоглощение у зерен, замоченных в активированной воде, протекает интенсивнее по сравнению с зернами, замоченными в водопроводной воде.

Активированная вода более интенсивно по сравнению с питьевой поглощается зернами уже на первом этапе водопоглощения – набухания. За одно и то же время проращивая зерно в активированной воде и в водопроводной росток пророщенного зерна в активированной воде зерна больше, чем в водопроводной, из чего можно сделать вывод о возможности сокращения времени проращивания [1].

В данном эксперименте, биологическую активацию зерна пшеницы осуществляют при помощи замачивания и проращивания при комнатной температуре, а также процесс активации проводили с использованием ультразвука. Перед началом технологического процесса, а именно замачиванием, зерно подготовили: отсеяли посторонние примеси и отсортировали для получения зерен примерно одного размера.

Зерна пшеницы замачивали и проращивали разное количество времени.

Для интенсификации данного процесса зерно пшеницы предварительно обрабатывали на акустическом источнике упругих колебаний при частоте ($22 \pm 1,65$) кГц и мощности 400 Вт, продолжительность воздействия 5 мин. В качестве источника ультразвукового воздействия (УЗВ) был использован акустический источник упругих колебаний ультразвуком – прибор «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ. Для ультразвуковой обработки исследуемых образцов использовали аппарат «Волна Л» с мощностью – 400 ВА в течение 5 минут.

Образцы замачивали в дистиллированной воде и в воде, обработанной ультразвуком.

В результате различных комбинаций были получены восемь вариантов пшеницы для изготовления продуктов с различными характеристиками:

- 1) мягкая пшеница, проращиваемая в дистиллированной воде;
- 2) мягкая пшеница, проращиваемая в воде, обработанной ультразвуком;
- 3) твердая пшеница, обработанная ультразвуком, проращиваемая в дистиллированной воде;
- 4) твердая пшеница, обработанная ультразвуком, проращиваемая в воде,

обработанной ультразвуком;

5) мягкая пшеница, обработанная ультразвуком, проращиваемая в дистиллированной воде;

6) мягкая пшеница, обработанная ультразвуком, проращиваемая в воде, обработанной ультразвуком;

7) твердая пшеница, проращиваемая в дистиллированной воде;

8) твердая пшеница, проращиваемая в воде, обработанной ультразвуком;

Для интерпретации полученных результатов был произведён подсчет среднего значения и разницы с 4-х часов до 25 часов.

Сбор данных проводили с помощью мобильного приложения SeedCounter. С помощью программы был проведен анализ фенотипирования и подсчитаны зерна, исследуемые в данном эксперименте. В результате полученных данных были построены графики. Для исследования брали по 200 зерен каждого образца пшеницы, подходящие по параметрам. В качестве критериев отбора использовали длину, ширину и площадь зерна. Далее будут описаны основные параметры, полученные для каждой вышеописанной группы.

У мягкой пшеницы, проращиваемой в дистиллированной воде, в данной группе активная фаза набухания пришлась на время с 4 часов до 21 часа. Из рисунка 2 видно, что разница между 4 и 25 часами набухания в длину составило 0,221 мм.

У образцов мягкой пшеницы, проращиваемой в воде, обработанной ультразвуком, активно набухало зерно в длину с 12 часов до 16 часов и всего набухло в длину на 0,141 мм.

У твердой пшеницы, обработанной ультразвуком, проращиваемой в дистиллированной воде, набухание в длину шло плавно и составило в сумме 0,208 мм.

У твердой пшеницы, обработанной ультразвуком, проращиваемой в воде, обработанной ультразвуком, видно активное набухание с 8 до 12 часов. При замачивании 25 часов зерно набухло в длину на 0,574 мм эта группа зерен больше всех остальных групп увеличила длину.

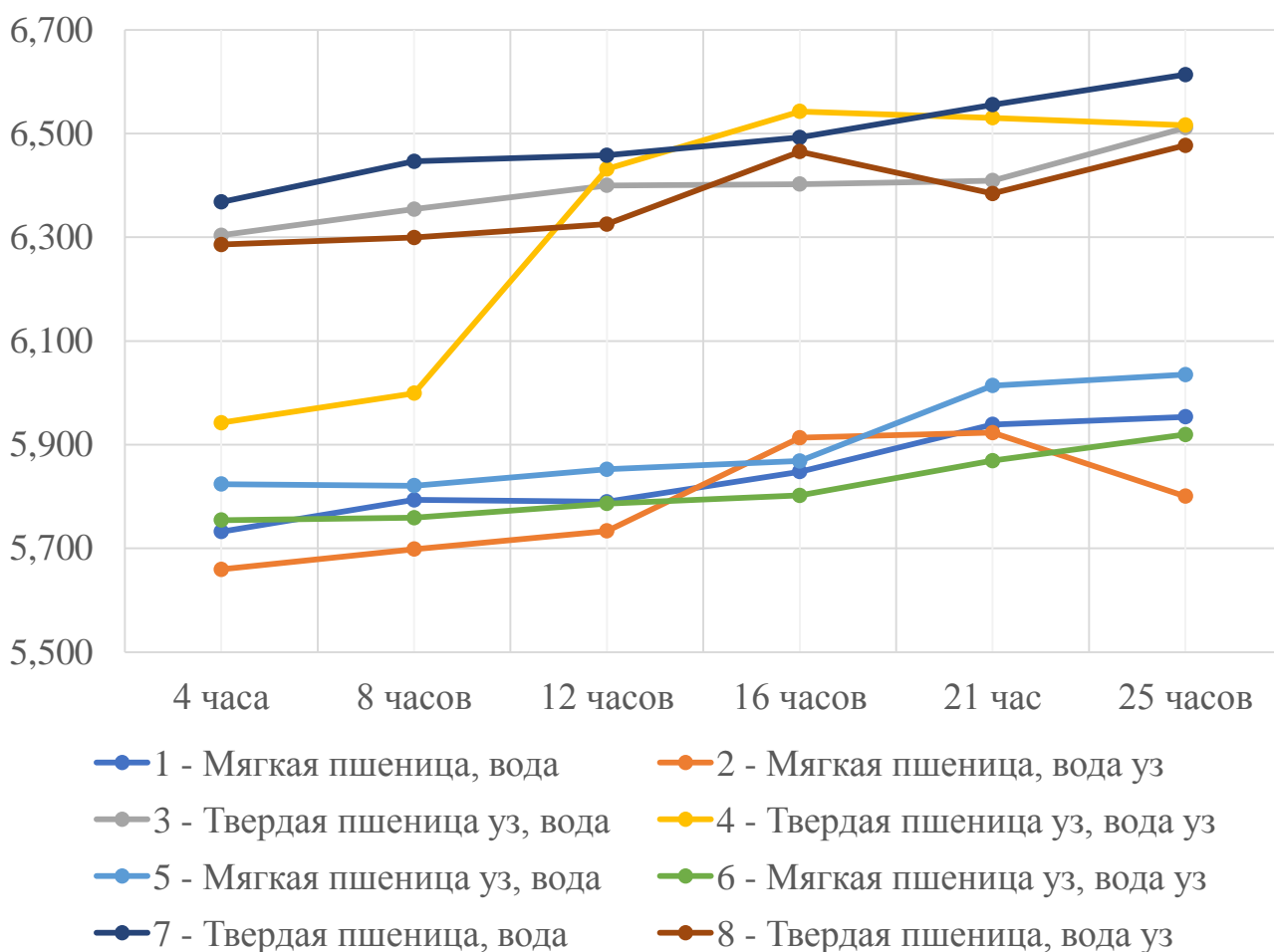
У мягкой пшеницы, обработанной ультразвуком, проращиваемой в дистиллированной воде, при увеличении продолжительности эксперимента длина зерна из опытной группы активно увеличивалась с 16 часов до 21 часа. В течение всего замачивания зерно увеличивало свою длину плавно. Из рисунка 2 видно, что разница между 4 часами замачивания и 25 часами составило 0,211 мм.

У мягкой пшеницы, обработанной ультразвуком, проращиваемой в воде, обработанной ультразвуком, пшеница набухала равномерно все время и увеличилась в длину на 0,165 мм.

У твердой пшеницы, проращиваемой в дистиллированной воде, зерна активно набухали с 16 часов и за все время замачивание увеличили длину 0,246. Данная группа так же отмечена как активно набухшее.

У твердой пшеницы, проращиваемой в воде, обработанной ультразвуком,

Длина
зерна, мм



активно набухали зерна с 12 до 16 часов и набухли в длину на 0,191 мм.

Рисунок 2 – Среднее значение длины зерна пшеницы

На рисунке 3 показано изменение параметра – ширина зерна в зависимости от времени замачивания. Из данного рисунка видно, что при прохождении достаточного количества времени ширина зерен увеличивалась.

У мягкой пшеницы, проращиваемой в дистиллированной воде, активная фаза набухания в ширину пришлась на время с 8 часов до 16 часов. Из рисунка 3 видно, что разница между 4 и 25 часами набухания в ширину составило 0,307 мм.

У мягкой пшеницы, проращиваемой в воде, обработанной ультразвуком, активно набухало зерно в ширину до 16 часов и всего набухло в ширину на 0,289 мм.

У твердой пшеницы, обработанной ультразвуком, проращиваемая в дистиллированной воде, набухание шло активно с 8 часов до 16 и составило в сумме 0,328 мм.

У твердой пшеницы, обработанной ультразвуком, проращиваемая в воде, обработанной ультразвуком, зерно твердой пшеницы активно набухало с 8 до 16 часов. При замачивании 25 часов зерно набухло в ширину на 0,446 мм данное зерно больше всех остальных групп увеличилось в ширину.

У мягкой пшеницы, обработанной ультразвуком, проращиваемая в дистиллированной воде, при увеличении продолжительности эксперимента ширина зерна из опытной группы активно увеличивалась с 4 часов до 16 часов. Из рисунка 3 видно, что разница между 4 часами замачивания и 25 часами составило 0,335 мм.

У мягкой пшеницы, обработанной ультразвуком, проращиваемая в воде, обработанной ультразвуком, пшеница набухала равномерно все время и увеличилась на 0,353 мм.

У твердой пшеницы, проращиваемой в дистиллированной воде, зерна активно набухали с 16 часов и за все время замачивание увеличили свою длину на 0,335 мм

У твердой пшеницы, проращиваемой в воде, обработанной ультразвуком, зерна плавно набухали в ширину и набухание составило 0,305 мм.

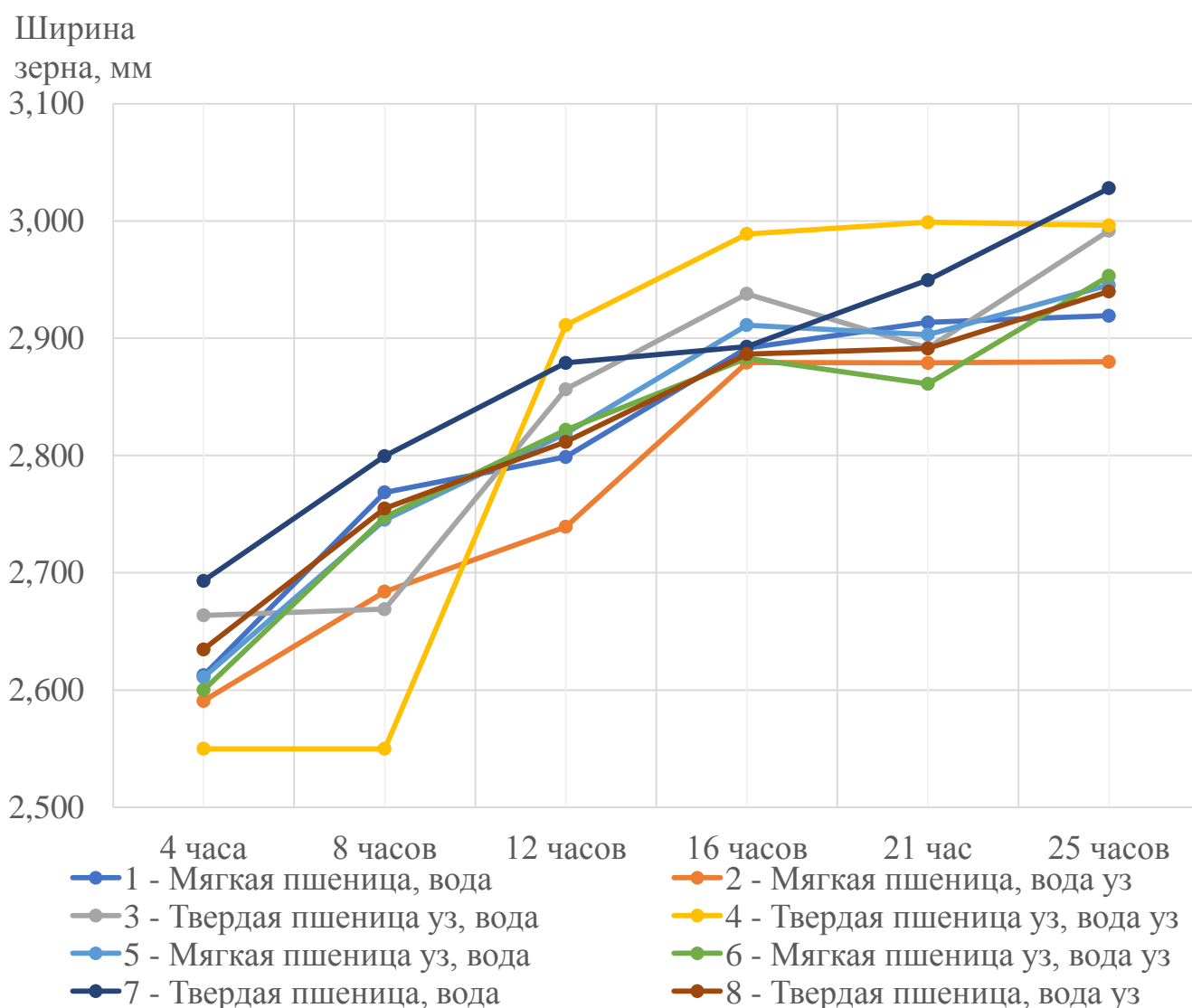


Рисунок 3 – Среднее значение ширины зерна пшеницы

На рисунке 4 показаны изменения площади зерна в зависимости от времени замачивания. С течением времени при замачивании площадь зерна увеличивалась. Закономерности, описанные в двух предыдущих параметрах, сохраняются и для площади зерна.

У мягкой пшеницы, проращиваемой в дистиллированной воде, набухание шло планомерно. Из рисунка 4 видно, что разница между 4 и 25 часами набухания в длину составило 1,807 мм.

У мягкой пшеницы, проращиваемой в воде, обработанной ультразвуком

активно набухало зерно с 12 часов до 16 часов и всего набухло в длину на 1,986 мм.

У твердой пшеницы, обработанной ультразвуком, проращиваемая в дистиллированной воде, набухание зерен шло плавно и составило в сумме 2,180 мм.

У твердой пшеницы, обработанной ультразвуком, проращиваемая в воде, обработанной ультразвуком, видно активное набухание с 8 до 12 часов. При замачивании 25 часов зерно набухло по площади на 3,488 мм эта группа зерен больше всех остальных групп увеличила площадь.

У мягкой пшеницы, обработанной ультразвуком, проращиваемая в дистиллированной воде, при увеличении продолжительности эксперимента площадь зерна из опытной группы увеличивалась постепенно. В течение всего замачивания зерно увеличивало свою площадь плавно. Из рисунка 4 видно, что разница между 4 часами замачивания и 25 часами составило 1,830 мм.

У мягкой пшеницы, обработанной ультразвуком, проращиваемая в воде, обработанной ультразвуком, пшеница набухала равномерно все время и увеличилась на 1,898 мм.

У твердой пшеницы, проращиваемой в дистиллированной воде, у зерен набухание шло равномерно и за все время замачивания площадь составила 2,222 мм. Данная группа так же отмечена как активно набухшее.

У твердой пшеницы, проращиваемая в воде, обработанной ультразвуком, зерна набухали постепенно и их площадь составила 1,961 мм.

Площадь
зерна, мм²

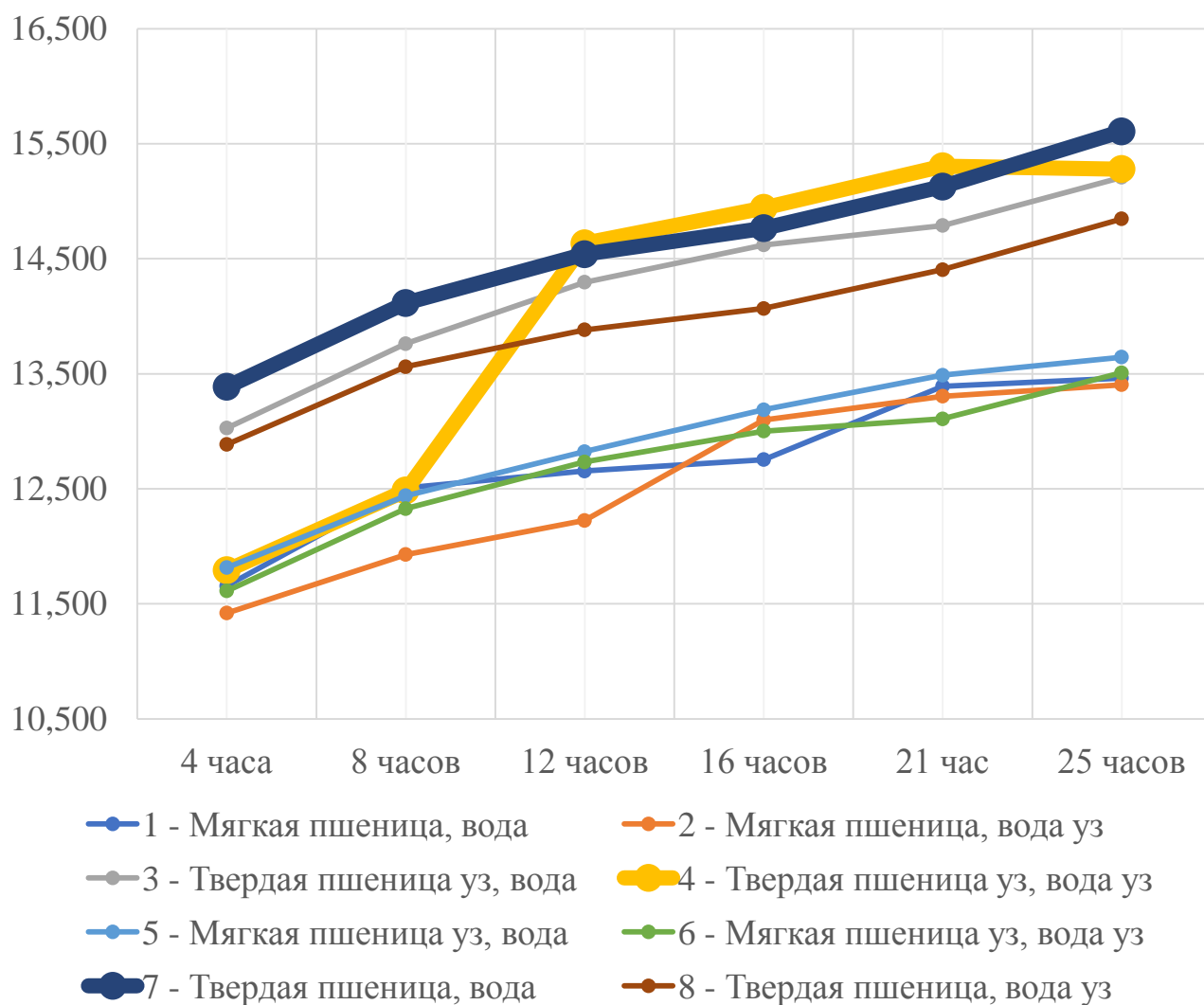


Рисунок 4 – Среднее значение площади зерна

Следующим этапом работы было сравнение полученных параметров у разных групп исследования. Для сравнения принимали средние значения ширины, длины и площади зерен.

Зерна твердых сортов пшеницы имеют площади зерна больше, чем зерна, мягкого сорта.

Наибольшие значения у зерен твердой пшеницы, обработанных ультразвуком и замоченных в воде, обработанной ультразвуком. Меньшее среднее значение имеет площадь зерен мягкой пшеницы. Те образцы зерен пшеницы, которые, были обработаны ультразвуком, имеют большую площадь, чем образцы, не подвергавшиеся физическому воздействию.

Наибольшие средние значения площади зерна имеют образцы твердой пшеницы, обработанные ультразвуком. Меньшими средними значениями площадей обладают зерна мягкой пшеницы.

Оценили токсичность в пробах биоактивированного зерна, путем использования инфузории *Paramecium caudatum* на приборе БиоЛаТ – 3. Далее будут названы группы пророщенного зерна и процент выживших инфузорий.

Таблица 1 – Результаты токсичности образцов № 2, 4, 8

Безопасность проб									
№ лунки	2	2	2	4	4	4	8	8	8
Выжив.,%	81,25	94,805	100	77,293	106,46	114,76	232,79	93,182	89,796
Выжив.,%	88,69122			99,50612			99,67854		
Заключ.,	не токсичен			не токсичен			не токсичен		

Таблица 2 – Результаты токсичности образцов № 5, 6, 1

Безопасность проб										
№ образца	5	5	5	6	6	6	1	1	1	1
Выжив.,%	100,85	95,908	87,97	76,012	73,695	72,34	79,478	109,91	84,146	85,546
Выжив.,%	94,91085135			74,01558845			99,1454176			
Заключение	не токсичен			не токсичен			не токсичен			

Таблица 3 – Результаты токсичности образцов № 7, 3

Безопасность проб										
№ образца	7	7	7	7	7	3	3	3	3	3
Выжив.,%	83,61538					80,0431				
Заключ.	не токсичен					не токсичен				

Из таблиц 1, 2, 3 можно увидеть:

1) мягкая пшеница, проращиваемая в дистиллированной воде, выжили 99,17 % *Paramecium caudatum*;

2) мягкая пшеница, проращиваемая в воде, обработанной ультразвуком, выжили 88,69 % *Paramecium caudatum*;

3) твердая пшеница, обработанная ультразвуком, проращиваемая в дистиллированной воде выжили 80,04 % *Paramecium caudatum*;

4) твердая пшеница, обработанная ультразвуком, проращиваемая в воде, обработанной ультразвуком, выжили 99,5 % *Paramecium caudatum*;

5) мягкая пшеница, обработанная ультразвуком, проращиваемая в дистиллированной воде выжили 94,91 % *Paramecium caudatum*;

6) мягкая пшеница, обработанная ультразвуком, проращиваемая в воде, обработанной ультразвуком, выжили 74,01 % *Paramecium caudatum*;

7) твердая пшеница, проращиваемая в дистиллированной воде, выжили 83,61 % *Paramecium caudatum*;

8) твердая пшеница, проращиваемая в воде, обработанной ультразвуком, выжили 99,67 % *Paramecium caudatum*.

Нам та же известно, что процент выживших должен превышать 65 % для того, чтобы считать пробу не токсичной. Из данных, приведенных выше, можем видеть, что пробы из всех образцов не токсичны и могут быть применены для дальнейшего использования в пищевой промышленности.

3.2. Разработка технологической схемы получения зернового сырья повышенной биодоступности и пищевой ценности

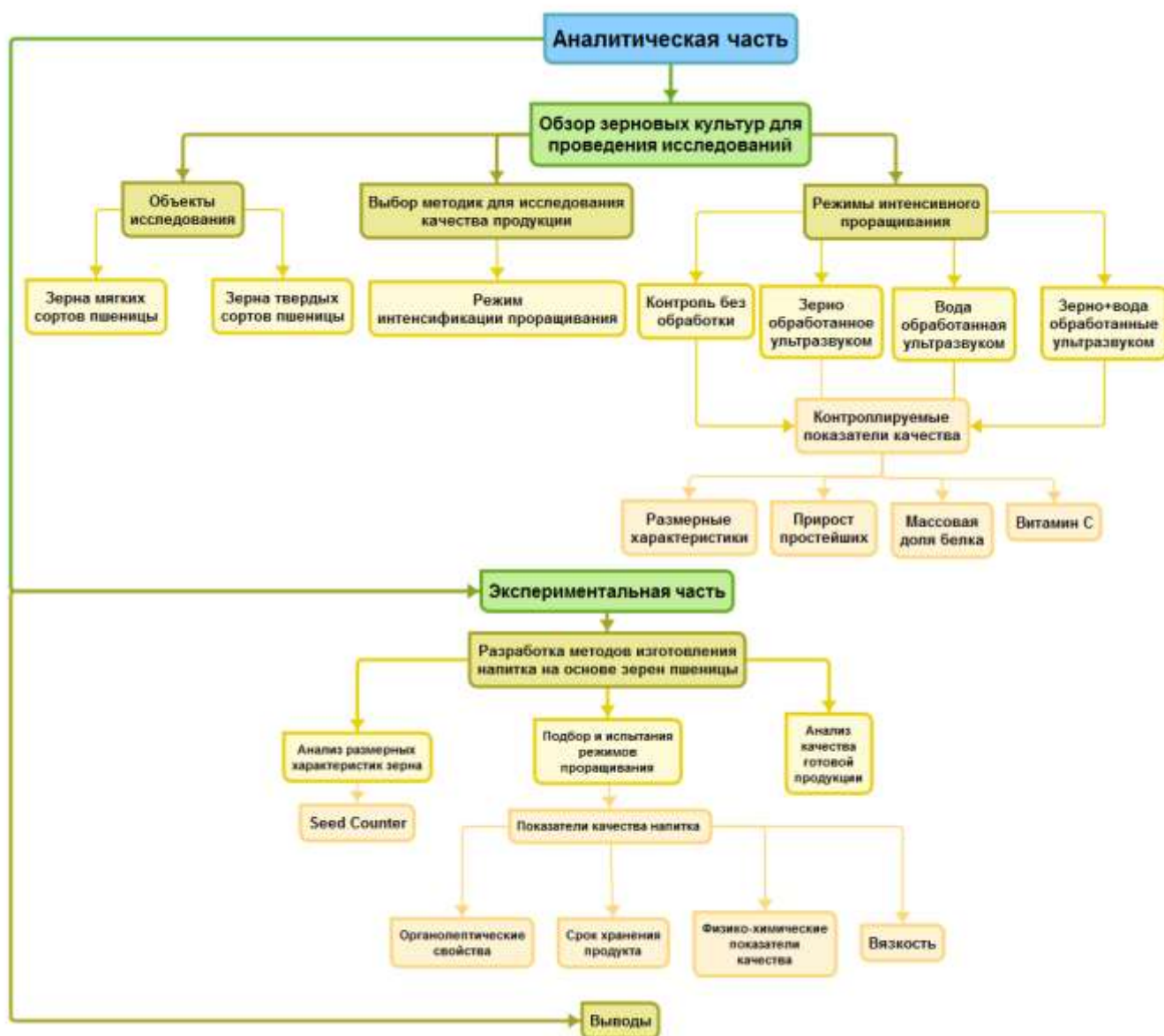


Рисунок 5 – Схема проведения испытаний

На рисунке 5 можно видеть схему проведения испытаний для данной работы. Основными компонентами для изготовления продуктов из зерен с высокой биологической доступностью и биологической ценностью являются пророщенные зерна пшеницы мягких и твердых сортов. Данные сорта и будут использованы в исследовании. Твердой пшеницы на территории Российской Федерации значительно меньше, чем мягких сортов. Это обусловлено климатическими

особенностями расположения континента. По аграрным свойствам твердые сорта пшеницы отличаются от мягких сортов большей требовательностью к плодородию почвы и к способам аграрной обработки посевов, эти сорта менее устойчивы к засухе, хуже, медленнее приспособляются к климатическим изменениям. У твердых сортов пшеницы слабее развита корневая система, особенно узловых корней, она обладает сниженной энергией кущения в сравнении с мягкими сортами пшеницы. На основании всего вышеперечисленного, закономерным является заключение, что ареал произрастания твердых сортов пшеницы значительно уже, чем мягких сортов. Далее будет представлена на рисунке 6 технологическая схема получения зернового сырья, а также напитка из него.

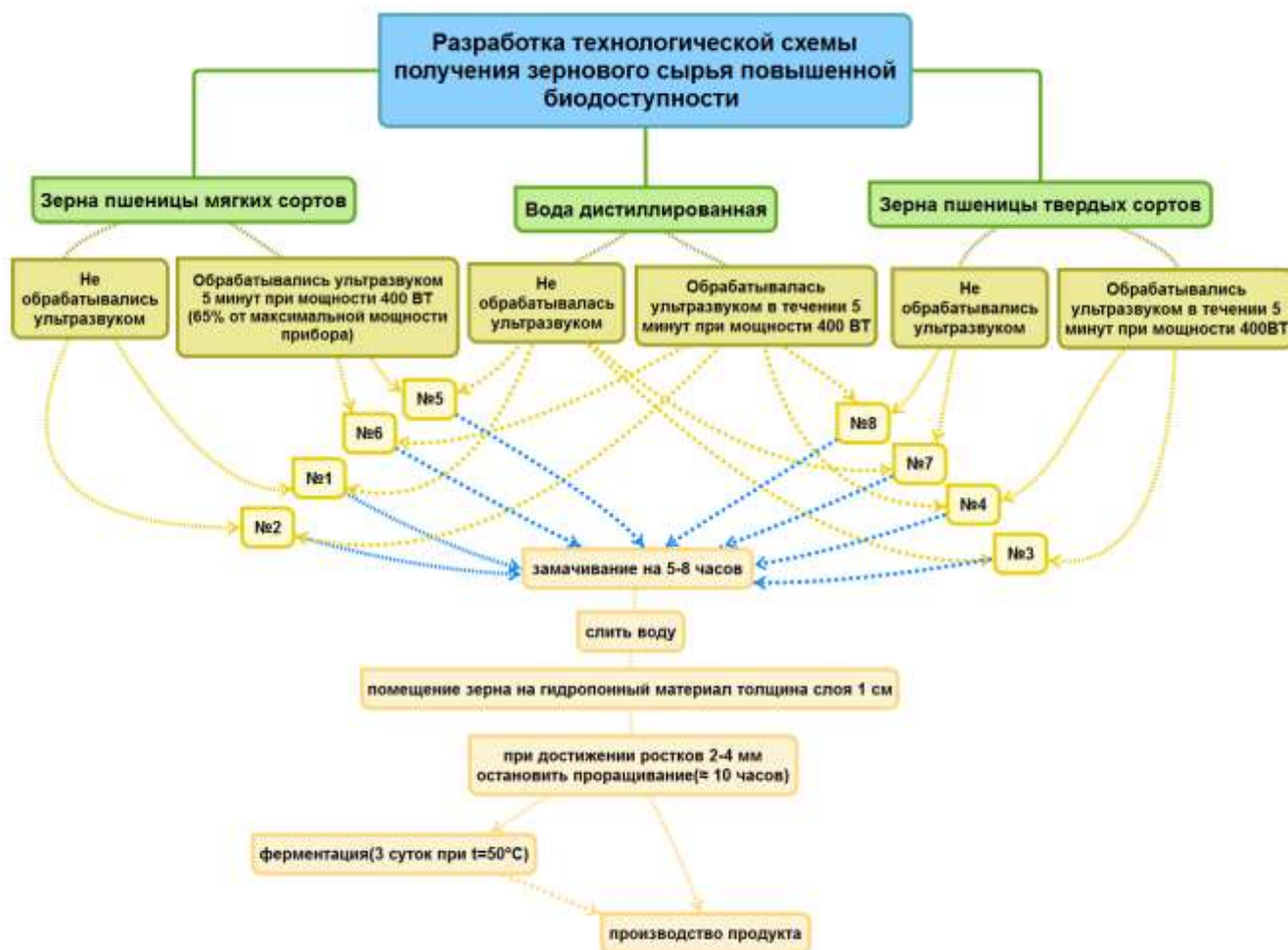


Рисунок 6 – Технологическая схема получения зернового сырья повышенной биодоступности и пищевой ценности.

3.3. Разработка технологии производства продуктов, полученных на основе зерна

Задачей стояла разработка напитка повышенной биодоступности на основе растительного сырья. Для реализации этой задачи были проведены исследования влияния замачивания зерна на качество конечного продукта, влияние ультразвука на эти же показатели. Сама технологическая схема изготовления напитка из зерен пшеницы выбрана наиболее оптимальная.

Для решения поставленной технической задачи предлагается способ получения напитка из биоактивированных пророщенных зерен пшеницы, с последующим томлением пророщенных зерен пшеницы температура томления 50 °С в течение 3-х дней, не позволяя их полному высыханию, в дальнейшем пророщенные зерна измельчаем до состояния кашицы с добавлением воды в объемном соотношении измельченных пророщенных зерен к воде 1 : 5 и перемешиваем, ожидаем час после чего напиток отжимают или фильтруют полученную смесь. Напиток готов.

Операции томления при режиме показанном выше гарантирует стабилизацию большей части компонентов данного напитка, что, способствует большему сроку хранения. Помимо этого, томление гарантирует получение частично пророщенных ферментированных зерен пшеницы, поэтому обеспечивается наличие в составе напитка биологически активных веществ, свойственно как напиткам из неферментированных зерен пшеницы, так и ферментированных это повышает его биологическую доступность и ценность. В свою очередь добавление воды в измельченные пророщенные зерна обеспечивает большее выведение биологически ценных веществ в готовый напиток, что тоже повышает его биологическую ценность.

Предпочтительнее, когда зерна пшеницы прорастают до длины ростков 3 – 4 мм.

Зерна пшеницы предпочтительнее ферментировать при температуре 30 – 50 °С в течение 3 – 4 дней. Нужно отметить, что эти технологические режимы

установлены как оптимальные для большинства российских сортов твердой пшеницы. Тем не менее заявленные выше более широкие границы значений, в частности крайние значения, могут использоваться для других сортов пшеницы или для меньшей или большей степени ферментации сырья. В первом случае для большей степени ферментации используются меньшие температуры в границах 30 – 60 °С и/или большие периоды времени ферментации в заявленных границах 1 – 6 дней, и наоборот.

Допускается использование соотношения пророщенных измельченных зерен к воде 1: 2 – 5.

В процессе ферментации предпочтительнее периодически смачивать водой пророщенные зерна по мере их высыхания, тем самым обеспечивать отсутствие их полного высыхания.

Полученный напиток можно пропустить через фильтр, а далее возможно пастеризовать для увеличения сроков хранения.

Учитывая данную технологию, получение готового напитка состоит из следующих этапов.

Для изготовления напитка в качестве сырья применяют зерна пшеницы, преимущественно одного сорта, приблизительно одной влажности, для гарантии равномерного прорастания. Зерна замачивают в воде в соотношении 1: 1 на 5 – 8 часов и подливали воду по необходимости. Далее проращивают любым известным способом. Выкладывали в один слой замоченные зерна и накрывала их влажной тканью по надобности смачивала ее при комнатной температуре. Там, где используется вода, брали воду дистиллированную и воду, обработанную ультразвуком.

Зерна пророщенные до 2 – 4 мм помещают в нагреваемый шкаф для дальнейшего томления при температуре около 50 °С в течение 3 дней, не допуская их высыхания и периодически смачивая водой.

Далее пророщенные зерна вынимают из духового шкафа и измельчают до состояния кашицы, потом добавляют воду при в соотношении пророщенных измельченных зерен к воде 1: 5 с перемешиваем и выжидаем примерно 1 час.

Напиток получают отжимом полученной смеси. Оставшийся после отжимания жмых может использоваться в качестве добавки в пищевом производстве, например в хлебопекарном производстве путем добавления в тесто.

Рекомендуется напиток стерилизовать или пастеризовать стандартными методами, разлить в тару и упаковать.

Готовый напиток хранить в прохладном месте при температуре + 6/ +8 °С

Сравнительное исследование показало, что технологический этап томления позволяет обеспечить увеличение срока хранения готового напитка в 2 – 3 раза по сравнению с напитком, полученным без технологического этапа томления при различных равных условиях.



3.4. Оценка качества и сохраняемости продуктов, полученных на основе зерна

Одним из важных показателей качества и сохранности зерна является микробиологический показатель. Известно, что основным источником попадания микрофлоры на зерно является почва. На поверхности неповрежденного зерна могут развиваться эпифитные микроорганизмы – бактерии рода *Erwinia*, *Pseudomonas*. Часто зерно содержит грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* [3, 5, 13]. Низкая влажность зерна обуславливает неактивное состояние микроорганизмов, находящихся на нем. Численность и видовой состав микрофлоры зерна зависят от условий сбора и хранения урожая, температуры, влажности и мощности кондиционирования воздуха на этапах проращивания. При увеличении содержания влаги сохранившиеся в зерне микроорганизмы начинают проявлять свою жизнедеятельность и в первую очередь – плесневые грибы. При дальнейшем увеличении влажности зерна в нем активными становятся и другие микроорганизмы – бактерии и дрожжи. Поэтому установление условий и сроков хранения пророщенного зерна является важной и актуальной задачей.



Разрабатывая напиток из пророщенной пшеницы, было выработано 2 образца лучше всего набухших. Это образец № 7 и образец № 4. Данные образцы ферментировали 3-е суток при температуре 50 °С для увеличения срока хранения, а также изготовили контрольные образцы, которые не ферментировались.

Органолептические показатели.

Таблица 4 – Органолептические показатели напитков

Фото образца	Описание
	<p>Образец № 7 Прозрачность: не прозрачный, без взвесей Консистенция: жидкий киселеобразный. Цвет бледно-желтый Аромат слабый, характерный для напитков на основе зерновых культур Вкус: чистый, вкус зерновой со слабым привкусом свежей травы, сладковатый.</p>
	<p>Образец № 4 Прозрачность: не прозрачный, без взвесей. Консистенция: жидкий киселеобразный. Цвет бледно-желтый Аромат слабый, характерный для напитков на основе зерновых культур. Вкус чистый, зерновой со слабым привкусом свежей травы.</p>

Продолжение табл. 4

Фото образца	Описание
	<p>Образец № 7 ферментированный Прозрачность: не прозрачный, без взвесей Консистенция: жидкий киселеобразный. Цвет темно-желтый Аромат слабый, характерный для напитков на основе зерновых культур Вкус: вкус зерновой со слабой кислоткой, присутствует вкус дрожжевой.</p>
	<p>Образец № 4, ферментированный Прозрачность: не прозрачный, без взвесей Консистенция: жидкий киселеобразный. Цвет бледно-желтый Аромат слабый, характерный для напитков на основе зерновых культур Вкус: вкус нежный зерновой со слабой кислоткой, отдалённый вкус свежести (травный вкус)</p>

После приготовления продуктов определяли динамическую вязкость четырех образцов в течении 2-х минут.

Далее будут представлены результаты в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты определения вязкости напитка

Образец № 4 (Контроль)	Образец № 7 (Контроль)	Образец № 4 (ферментированный)	Образец № 7 (ферментированный)
0,00103 Па/с	0,001103 Па/с	0,001155 Па/с	0,004318 Па/с

Далее исследовали зерна на наличие витамина С. Присутствие данного витамина является показателем прорастания зерна. Результаты представлены в виде диаграммы на рис. 7.

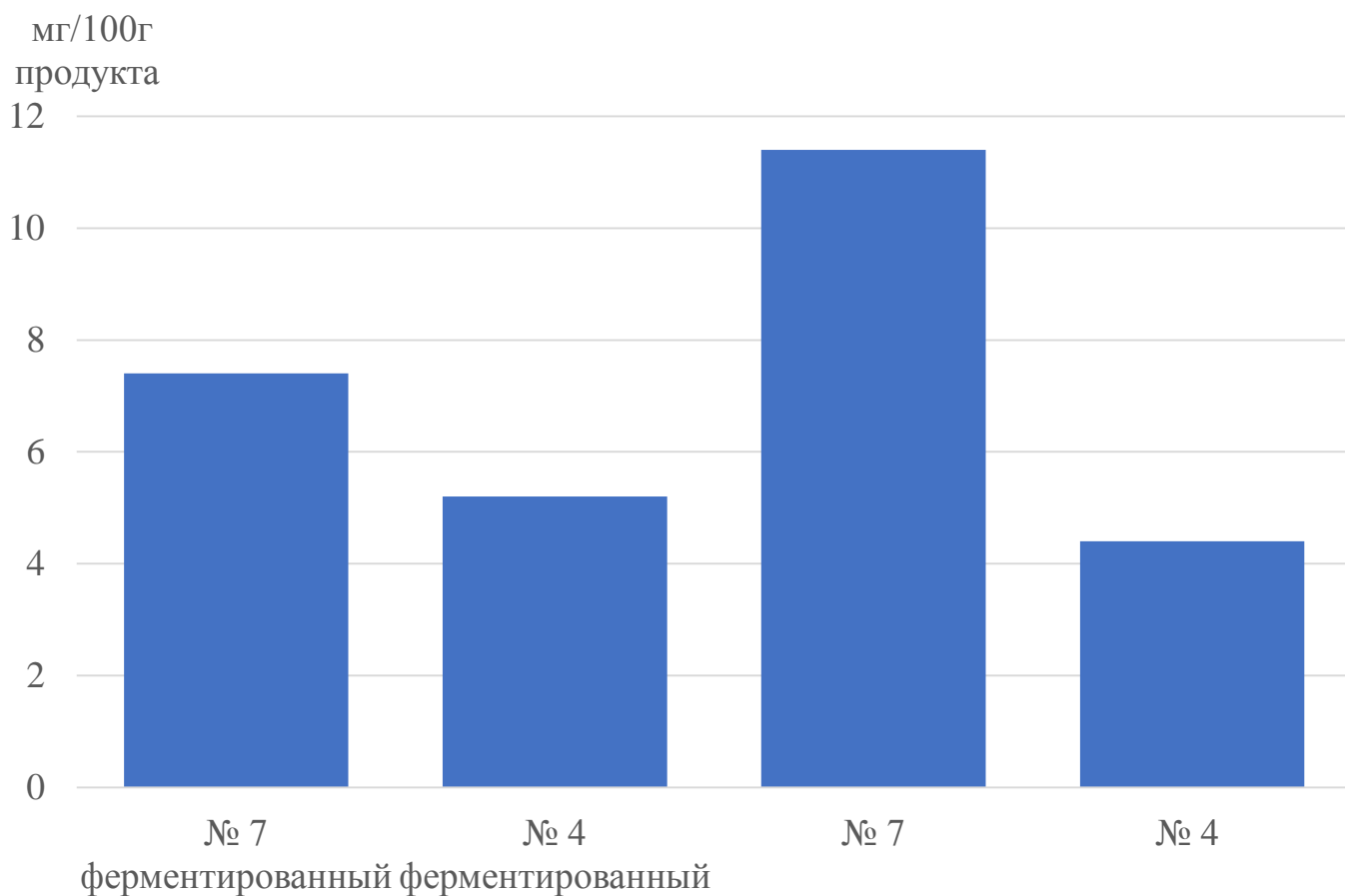


Рисунок 7 – Результаты определения витамина С

Витамин С присутствовал во всех исследуемых образцах, продемонстрировав наилучшее прорастание зерен сортов твердой пшеницы.

Так же измеряли кислотность способом титрования (рис.8).

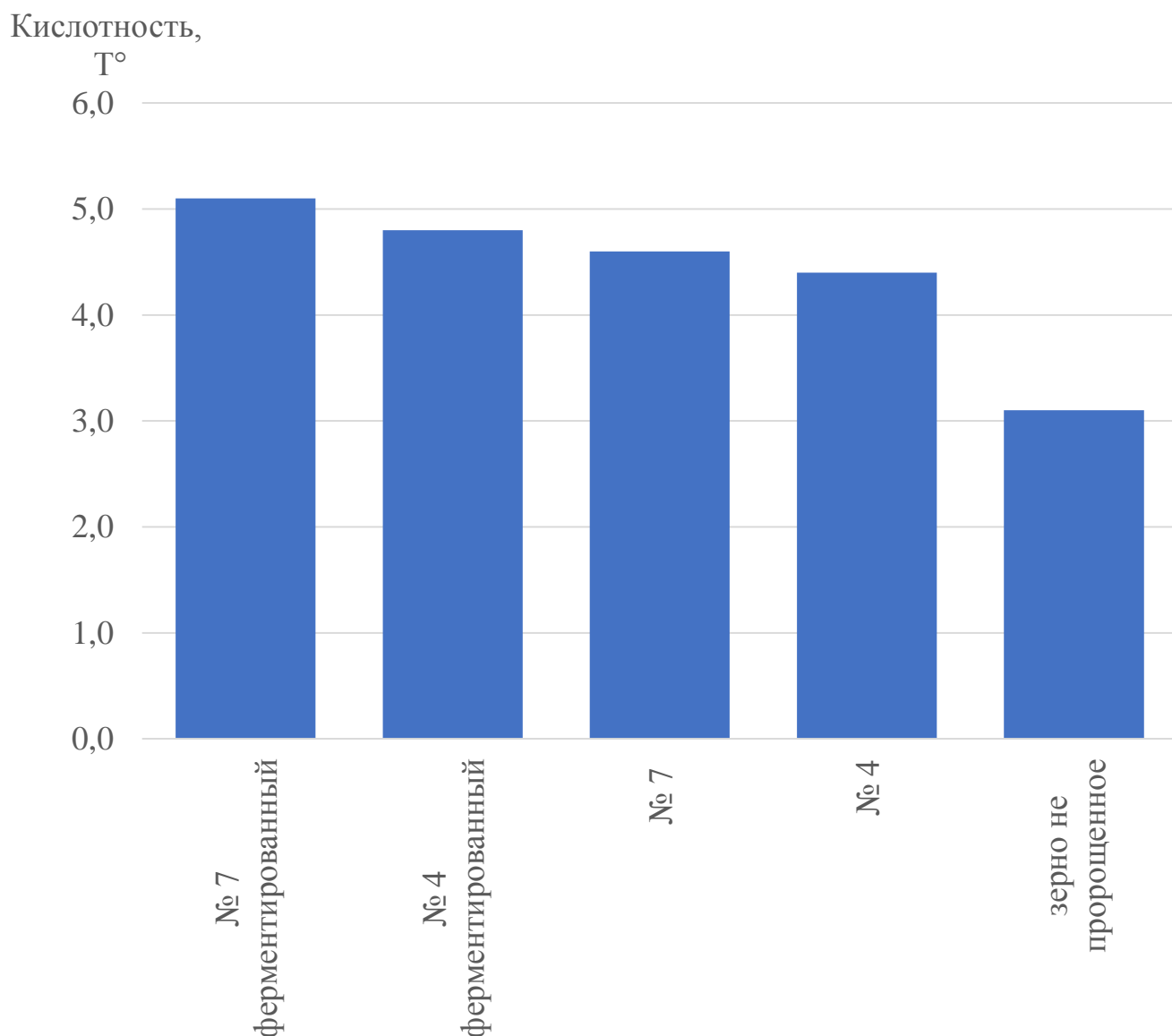


Рисунок 8 – Показатели кислотности

В образцах № 7, № 4, а также те же образцы ферментированные в течении 3-х суток.

Для установления срока годности напитка из пророщенных зерен пшеницы производили замеры кислотности, а также были созданы условия оптимальные для хранения данного напитка (6 – 8 °С) и температурные условия вне холодильной камеры (≈ 25 °С)

Образцы, не прошедшие ферментацию при комнатной температуре, испортились в первые сутки (были изменения в структуре, запахе, а также баночки, в которых они находились вспучились.)

Образцы в тех же условиях, но прошедшие ферментацию достигли тех же показателей через 60 часов.

Образцы, находящиеся в холодильной камере, но не прошедшие ферментацию не изменили свою структуру даже после недели, но вкус и запах был изменен в худшую сторону через 84 часа.

Образцы № 7 и № 4 ферментированные в холодильной камере повели себя различно: у образца № 7 после 72 часов начал меняться цвет на более темный, аромат стал более кисловатым, но вкус оставался приятным. У образца № 4 цвет и запах не изменились даже после 168 часов.

После 12 часов выдержки напитков, наблюдали выпадение осадка в образце № 7 не ферментированном. В малых количествах в образцах № 4 ферментированном и в образце № 4 не ферментированном.

Выпадение осадка в напитках связано с содержанием в нем взвешенных веществ. Ферментация напитков снижает содержание полимерных веществ, а, следовательно, и уменьшает вероятность выпадения осадка.

Далее определяли белок в образцах, которые показали лучшее набухание это – образец № 7 и образец № 4, оба образца это пшеница твердых сортов. На рисунке 9 можно увидеть, что у образца № 4 пророщенная твердая пшеница, обработанная ультразвуком, вода дистиллированная обработанная ультразвуком белок составляет 13,55147. У образца № 7 пророщенная твердая пшеница, замоченная в дистиллированной воде белок, составляет 10,19853, что является нормой для данного сорта пшеницы. И текущий показатель (белок) я исследовала в тех же образцах, но после процесса переваривания с помощью трипсина и пепсина в колбе. После переваривания показатель белка у образца № 4 белок равен 12,85294, а у образца № 7 белок равен 9,854322.

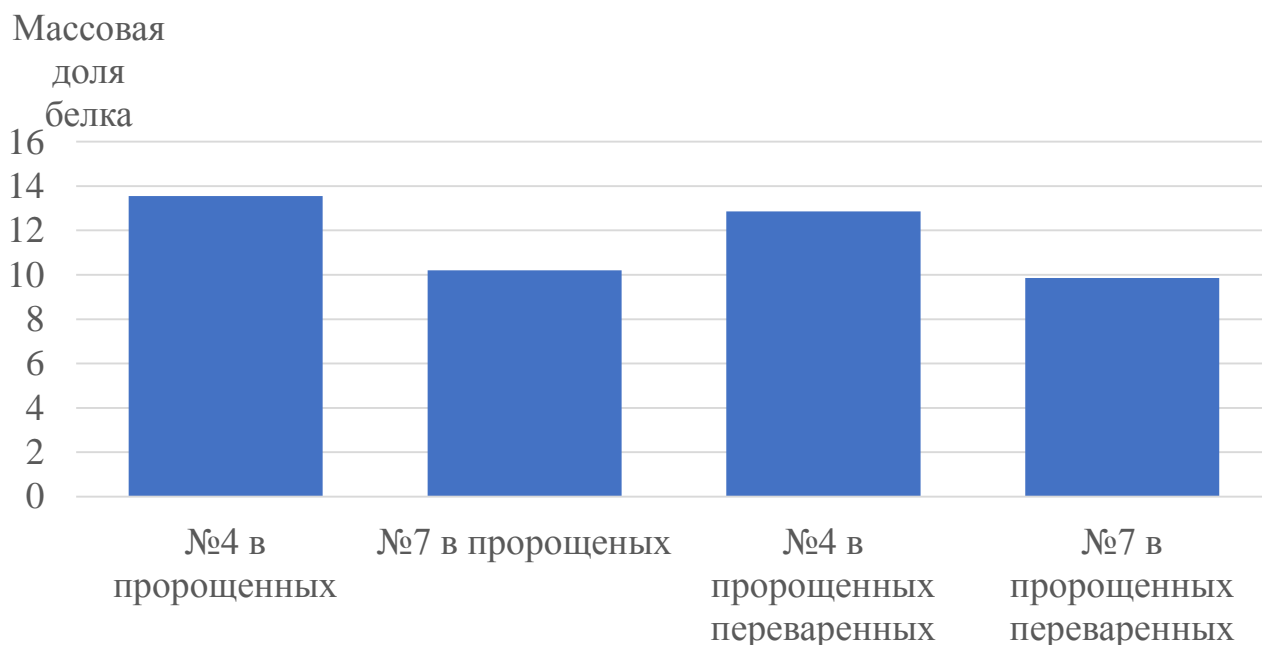


Рисунок 9 – Массовая доля белка в зернах

Массовая доля белка так же была определена в напитках на основе образцов № 7 и № 4 ферментированных в течении 3-х суток при температуре 50 С° и тех же образцов не ферментированных. Контрольными образцами являлись напитки из не пророщенных зерен. На рисунке 10 видно, что у напитка на основе образца № 7 ферментированного белок составлял 0,596765. У напитка на основе образца № 4 ферментированного белок составлял 0,475. У напитка на основе образца № 7 белок составлял 0,604118. У напитка на основе образца № 4 белок составлял 0,480588. Контрольная группа напитков без биоактивации у образцов № 4 и №7 имела значения 0,33641176 и 0,49288235 соответственно.

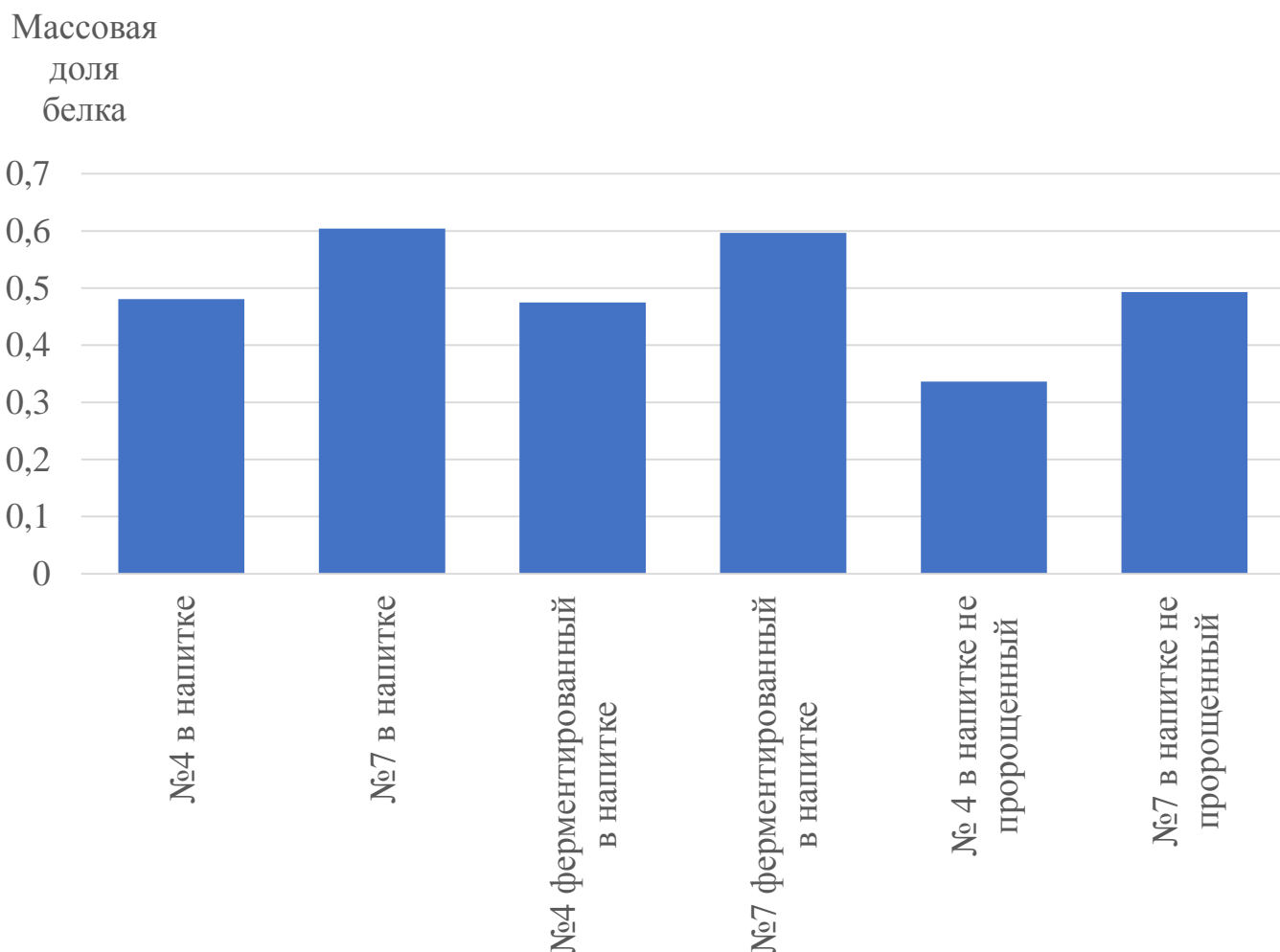


Рисунок 10 – Массовая доля белка в напитках

Нужно отметить, что после переваривания происходит частичный гидролиз белков, а это значит, что после переваривания было исследовано уже не белки, а частично высвободившиеся аминокислоты. Для разделения аминокислот от крупных частиц белка был использован микрофильтр, который пропускает только аминокислоты.

Из этого исследования видно, что массовая доля белка в биоактивированных зернах выше нежели у обычных зерен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время, одним из приоритетных направлений пищевой промышленности является разработка и изготовление продуктов питания с повышенной биологической доступностью. На современном этапе одним из наиболее часто используемых продуктов, используемых для производства, является пшеницы.

В данной работе были рассмотрены различные современные направления изготовления продуктов питания на основе зерна, их биологическая ценность и биологическая доступность, что именно можно сделать, что бы продукты, изготовленные из зерновых культур, в частности пшеницы, обладали большей биологической доступностью.

Также охарактеризованы основные сорта пшеницы, используемые для выработки и их основные различия. Обязательными пунктами было изучение видов изготовления напитков из пшеницы, как именно можно это делать, что нужно, чем отличаются этапы производства.

Главной задачей работы было рассмотрение вариантов повышения биодоступности напитка, изготовленного из пшеницы. Для этого проводились исследования по влиянию ультразвука и продолжительности замачивания пшеницы на прорастание зерен и соответственно увеличения полезных компонентов в готовом продукте.

В данной работе были проведены эксперименты для анализа качества готовой продукции, а также сырья. Начнем с размерных характеристик, которые получили с помощью программы SeedCounter. В данном эксперименте выявили закономерность, что лучше всего набухают зерна твердых сортов пшеницы нежели мягких и выделили 2 образца больше всех других набухших за время эксперимента это образец № 7 пророщенная твердая пшеница, замоченная в дистиллированной воде и № 4 твердая пшеница обработанная ультразвуком, замоченная в воде дистиллированной обработанной ультразвуком .

Далее рассмотрим исследование на токсичность и безопасность сырья. Данное исследование было реализовано с помощью прибора БиоЛаТ на простейших

Paramecium caudatum. Проанализировали полученные данные и можно с уверенностью сказать, что сырье не токсично и может быть использовано в дальнейших этапах производства различных продуктов.

Затем определили витамин С, наличие которого показывает успешное прорастание зерен пшеницы. Наибольшей интенсивностью прорастания обладают зерна твердых сортов пшеницы

Затем определили массовую долю белка. В пророщенных зернах твердой пшеницы массовая доля белка была в пределах нормы. В образцах после переваривания были определены уже аминокислоты так как произошел гидролизом белков.

Кислотность определили методом титрования и выявили закономерность, что напитки с ферментацией увеличили срок хранения нежели без ферментации, а также в пророщенных зернах кислотность выше, чем в зернах не подвергавшиеся ей.

А также определили органолептические показатели напитков на основе зерен пшеницы. Все напитки обладали приятными вкусом и ароматом.

В качестве главного вывода можно сказать, что оптимальным будет замачивание зерен твердых сортов пшеницы на 6 часов. Причем, обработка ультразвуком как самой воды, в которой замачивали зерна, так и самих зерен. Твердая пшеница обладает лучшими биологическими характеристиками в сравнении с мягкими сортами пшеницы. Ее предпочтительнее использовать для изготовления напитков. Обработка ультразвуком усиливает прорастание зерен, что экономит время экспозиции, тем самым убыстряя производственный процесс. Так же более эффективное прорастание зерен способствует увеличению количества полезных, биологически доступных питательных веществ в готовой продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Веселова, А.Ю. Интенсификация предварительной подготовки злаковых культур в условиях разработки новой технологии / А.Ю.Веселова // Вестник НГИЭИ. – 2011. – Т.-2., №6 (7) – С. 27-37
2. Горчарова, Ю.В. Процесс измельчения зерна пшеницы при производстве хлебобулочных изделий функционального назначения/ Ю.В.Гончаров, В.П. Корячкин, Д.А. Гончаровский и др. // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2015. – №4. – С. 41-47.
3. Маркитанова, О.А. Повышение микробиологической безопасности хлеба из диспергированного зерна пшеницы / О.А. Маркитанова, В.Д.Малкин, Х.А. Балуйан и др. // Современная наука и инновации. – 2016. – №3 (15). – С. 114-120.
4. Сафронова, Т.Н. Разработка технологических параметров проращивания зерна пшеницы / Т.Н. Сафронова, В.В. Казина, К.В. Сафронова // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т.44. - №1. – С.37-43.
5. Шевелева, Т.Л. Новые виды продуктов функционального назначения на основе диспергированного зерна / Т.Л.Шевелева // Современная наука и инновации. – 2017. – С.103-109.
6. Пригарина, О.К. Разработка способов повышения безопасности хлеба из цельного зерна пшеницы и ржи: дисс. канд. техн. наук / О.К. Пригарина. – М., 2006. – С. 227.
7. Тверье, В.М. Экспериментальное определение реологических свойств продуктов питания детей раннего возраста / В.М. Тверье, М.И. Шмурак, Ю.И. Няшин и др. // Российский журнал биомеханики, том 12.-№2 (40). – 2008г. – С. 23-30.
8. Шаршунов, В.А. Получение биологически активного зернового продукта на основе смесей пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного / В. А. Шаршунов, Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта и др.// Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. - № 4. – 2016г. – С. 118-125.
9. Казина, В.В. Разработка ресурсосберегающей технологии получения сока из ростков пшеницы для системы общественного питания: магист.дисс./ В.В.

- Казина. – М., 2017. – С.43.
10. Шнейдер, Д.В. Теоретические и практические аспекты создания безглютеновых продуктов питания на основе повышенной биодоступности сырья: автореф. дисс. канд. тех. наук / Д.В. Шнейдер. – М., 2012. – С.52.
 11. Абалов, Р.А. О сбалансированном питании человека / Р.А. Абалов // Наука и новые технологии. -№ 10. – 2011г. С. 26-29.
 12. Обмоина, А.В. Вегетарианство как сбалансированное питание / А. В. Обмоина, Ю. Пересада, А. А. Нестеренко // Хранение и переработка с.-х. продукции. – С. 1310-1311.
 13. Ефимов, А. А. Основы рационального питания / А. А. Ефимов, М. В. Ефимова. – ПК.: КамчатГТУ, 2007. – С. 180.
 14. Родионова, Н.С. Современная теория и технология получения, обработки и применения продуктов комплексной переработки зародышей пшеницы / Н.С. Родионова, Т.В. Алексеева // Вестник ВГУИТ, № 4, 2014г. – С. 99-109.
 15. Зародыш пшеницы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://miragro.com/zarodysh-zhizni-vitazar.html>.
 16. Алексеева, Т.В. Управление качеством пищевых систем на основе жмыха зародышей пшеницы/ Т.В. Алексеева, А.А. Родионова // Экономика. Инновации. Управление качеством. – 2013. – № 5. – С. 30-33.
 17. Комплексная переработка зародышей зерна пшеницы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fadr.msu.ru/fadrnews/messages/1493.html>.
 18. Алексеева, Т.В. Перспективы применения жмыха зародышей пшеницы в рецептурах творожно-растительных кулинарных изделий / Т.В. Алексеева // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10. – С. 253-256.
 19. Гелашвили, Д.Б. Принципы и методы экологической токсикологии / Д.Б. Гелашвили, В.С. Безель, М.Е. Безруков и др. // Н. Новгород. – 2015г. – С. 745.
 20. Патент RU2385659C1 Способ получения напитка из пророщенных зерен пшеницы и напитков, полученный этим способом / А.А. Странник. – 2008г.
 21. Шнейдер, Д. В. Безбелковые и безглютеновые смеси для выпечки / Д. В.Шнейдер, Н. К. Казеннова // Хлебопродукты. – 2009. – № 2. – С. 38-39.

22. Цыганова, Т. Б. Формирование рецептур для производства безбелковых и безглютеновых продуктов/Т.Б. Цыганова, Д.В. Шнейдер, Е.В. Костылева // Хлебопродукты. – 2011. – № 12. – С. 44-46.
23. Скурихин, И. М. Химический состав российских пищевых продуктов / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – М. : ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
24. ТР ТС 023/2011 Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей [Электронный ресурс] : утв. решением Комиссии Таможенного Союза от 09.12.2011 № 882 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа : <http://www.consultant.ru>.
25. ГОСТ 10444.12-88 Продукты пищевые. Методы выявления дрожжей и плесневых грибов. – Введ. 01.10.1988.– Москва: Изд-во стандартов, 1988. – 13 с.
26. ГОСТ 26669-85. Зерно и продукты его переработки. Отбор проб. – Введ. 01.01.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 28 с.
27. ГОСТ Р 53159-2008 Органолептический анализ. Методология. Метод треугольника. – Введ. 01.01.2010. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 16 с.
28. МУ 4.2. 727-99 Гигиеническая оценка сроков годности пищевых продуктов. Методические указания. – Москва: Федеральный центр госэпиднадзора Минздрава России, 1999. – 24 с.
29. Пат. 2160999 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/29, А 23 L 1/30. Способ приготовления биологически активного пищевого продукта / Исаев П.И. [и др.] ; заявитель и патентообладатель Исаев П.И. – № 99119988/13; заявл. 22.09.99; опубл. 27.12.00, Бюл. № 36. – 7 с.
30. Алексеева, Т. Биологически активные злаковые в общественном питании / Т. Алексеева, И. Черемушкина, Е. Торкина // Питание и общество. – 2010. – № 8. – С. 37-41.
31. Бастриков, Д. Изменение биохимических свойств зерна при замачивании / Д. Бастриков, Г. Панкратов // Хлебопродукты, 2005. – № 1. – С. 40-41.
32. Бирюкова, И.А. Проростки – пища жизни / И.А. Бирюкова – Москва: Пенсионер. – 2008. – № 3 – С. 17-20
33. Бухарин, П.Д. Витамины в овощных, плодовых и ягодных растениях средней полосы России / П.Д. Бухарин, А.С. Демидов. – Москва: Наука,

2005. – 142 с.
34. Драгомирецкий, Ю.А. Злаки: лечение и очищение. / Ю.А. Драгомирецкий. – Москва: АСТ, 2003 – 207 с.
 35. Зверев, С.В. Функциональные зернопродукты / С.В. Зверев, Н.С. Зверева. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 116 с.
 36. Казаков, Е.Д. Основные сведения о зерне / Е.Д.Казаков. — Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1997. – 144 с.
 37. Козьмина, Н.П. Зерноведение (с основами биохимии растений) / Н.П. Козьмина, В.А. Гунькин, Г.М. Сусянок. – Москва: КОЛОС, 2006. – 354 с.
 38. Кретович, В.Л. Биохимия зерна / В.Л. Кретович – Москва: Наука, 1981. – 150 с.
 39. Кузовлева Н.В.. Целительные свойства пшеницы. / Н.В. Кузовлева – Москва: ЛитРес, 2011. – 130с.
 40. Органолептические методы оценок пищевых продуктов: терминология / отв. ред. Р.В. Головня. – Москва: Наука, 1990. – 38 с.
 41. Оценка биологических свойств сока из ростков пшеницы. Разработка технологии его получения / С.Ю. Солодников [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 3. – С. 62-68.
 42. Урбанчик, Е.Н. Перспективы использования продуктов питания из пророщенного зерна / Е.Н. Урбанчик, Л.А. Касьянова, О.В. Агеенко // Науч.-практ. конф. «Питание и здоровье. Безопасность и качество продуктов питания», 31 августа 2004 г. Минск: БГУ, 2004. – 229 с.
 43. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян / Пер. с англ. Н.А. Аскоченской, Н.А. Гумилевской, Е.П. Зверткиной, Э.Е. Хавкина//Под. ред. М. Г. Николаевой, Н. В. Обручевой, с предисл. М. Г. Николаевой. – М.: Колос, 1982. – 495 с.
 44. Химический состав российских пищевых продуктов: [справочник] / под ред. И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – Москва: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
 45. Alvin, B. Application of the Falling Number Method for evaluating Alfa-Amylase Activity / B. Alvin. – International rye symposium: Technology and products, December 1995. – P. 56-62.
 46. Chauhan, M. A pilot study on wheat grass juice for its phytochemical,

- nutritional and therapeutic potential on chronic diseases / M. Chauhan. – International Journal of Chemistry Studies, 2(4), 2014. – P. 27-34.
47. Способ оптимизации проращивания зерна и семян : а 20130033 Респ. Беларусь, МПК (2006.01) А 23L 1/00 / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта; дата публ.: 30.06.13.
48. Егоров, Г. А. Управление технологическими свойствами зерна / Г. А. Егоров. – 2-е изд. – М.: Изд. комплекс МГУПП, 2005. – 292 с.
49. Биотехнологические приемы повышения эффективности использования зерновых ресурсов Беларуси / В. А. Шаршунов [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2008. – № 1. – С. 101–106.
50. Зерно злаковых культур для проращивания: ТУ ВУ 700036606.104–2013 / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта : утв. УО «Могилевский государственный университет продовольствия». – Могилёв, 2013. – 18 с. № гос. рег. 038560 от 17.07.2013 г.
51. ГОСТ 10844-74 Зерно. Метод определения кислотности по болтушке (с Изменением N 1). – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001