

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Кемеровский государственный университет»
Технологический институт пищевой промышленности

Технология продуктов питания из растительного сырья
наименование выпускающей кафедры

Коксина Ксения Вячеславовна

(ФИО обучающегося)

Разработка технологии безалкогольного пива на ООО «Пивоварня
Кожевниково»

Тема ВКР

Выпускная квалификационная работа
(магистерская работа)

по направлению подготовки 19.04.02 «Продукты питания из растительного
сырья»

направленность (профиль) подготовки «Инженерия и безопасность
напитков, пищекокцентратов и консервированной продукции»

Научный руководитель:
доктор технических наук,
профессор Киселева Т.Ф.
Ученая степень, должность, И.О.
Фамилия

Работа защищена с оценкой:

протокол ГЭК № _____
от « » 2020 г.

Секретарь ГЭК

подпись

Кемерово 2020
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кемеровский государственный университет»

Технологический институт пищевой промышленности

Кафедра «Технология продуктов питания из растительного сырья»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Сергеева И.Ю.

подпись, фамилия, инициалы, дата

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Студенту группы РСМ-281 Коксиной Ксении Вячеславовны

номер группы, фамилия, имя, отчество

1. Тема Разработка технологии безалкогольного пива на ООО «Пивоварня Кожевниково»

утверждена приказом по университету № 27/09 от 13.01.2020

дата

2. Срок представления работы к защите 06.07.2020

дата

3. Исходные данные к выполнению работы: Литературные данные по способам производства безалкогольного пива, расширение ассортимента предприятия.

4. Содержание текстового документа:

Введение Оценить перспективы развития рынка безалкогольного пива и разработать безалкогольное пиво на производстве ООО «Пивоварня Кожевниково»

краткое содержание

4.1. Литературный обзор Рассмотреть существующие технологии производства безалкогольного пива

наименование раздела

краткое содержание

4.2. Экспериментальная часть проанализировать рынок пива в России, исследовать потребительские предпочтения на рынке пива в Томской области. Выбрать технологию производства безалкогольного пива, подобрать соответствующие режимы, сырьевой состав, разработать рецептуру безалкогольного пива на ООО «Пивоварня Кожевниково».

наименование раздела

краткое содержание

4.3. Технологическая Описать аппаратно-технологическую схему производства безалкогольного пива на ООО «Пивоварня Кожевниково»

наименование раздела

краткое содержание

4.4. Безопасность жизнедеятельности Описать правила техники безопасности в производственной лаборатории и меры оказания первой помощи

наименование раздела

краткое содержание

5. Перечень графического материала с точным указанием чертежей:

5.1 Таблица - Сравнительный анализ физико-химических показателей солода – 1 лист

5.2 Таблица – Органолептические и физико-химические показатели полученного безалкогольного пива с помощью штаммов дрожжей W34/70 и WSL-17 – 1 лист

5.3 Графики брожения безалкогольного пива – 1 лист

5.4 Органолептическая и физико-химическая оценка полученных образцов безалкогольного пива – 1 лист

5.5 Блок-схема производства безалкогольного пива на предприятии ООО «Пивоварня Кожевниково» - 1 лист

5.6 Аппаратурно-технологическая схема производства пива – 1 лист

6. Консультанты по разделам:

Литературный обзор Т.Ф. Киселева

краткое наименование раздела

подпись, дата, инициалы, фамилия

Экспериментальная часть Т.Ф. Киселева

краткое наименование раздела

подпись, дата, инициалы, фамилия

Технологический Т.Ф. Киселева

краткое наименование раздела

подпись, дата, инициалы, фамилия

Безопасность жизнедеятельности Т.Ф. Киселева

7. Руководитель выпускной квалификационной работы Т.Ф. Киселева

подпись, дата, инициалы, фамилия

8. Дата выдачи задания 11.03.2020

Задание принял к исполнению: 11.03.2020 К.В. Коксина

подпись, дата, инициалы, фамилия

Данная работа посвящена разработке технологии производства безалкогольного пива на ООО «Пивоварня Кожевниково». Изучены методы производства безалкогольного пива. Проведено исследование перспектив развития рынка безалкогольного пива. Изучены правила техники безопасности в производственной лаборатории.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
ГЛАВА 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	5
1.1 Анализ главных социальных проблем общества, связанных со злоупотреблением алкоголя.....	5
1.2 Безалкогольные напитки как альтернатива слабоалкогольным напиткам.....	9
1.3 Технология производства безалкогольного пива.....	14
1.3.1 Физические методы.....	14
1.3.2 Биологические методы.....	28
1.3.3 Возможные проблемы и способы их устранения	34
Заключение по обзору литературы.....	40
ГЛАВА 2 Экспериментальная часть.....	41
2.1 Постановка эксперимента и схема его проведения	41
2.2 Объекты и методы исследования.....	41
2.2.1 Объекты исследования.....	41
2.2.2 Методы исследования.....	41
2.3 Результаты исследования и их обсуждение.....	43
2.4 Анализ рынка пива в России.....	44
2.5 Исследование потребительских предпочтений на рынке пива и анализ рынка безалкогольного пива в Томской области.....	53
2.6 Обоснование целесообразности использования сырья для производства безалкогольного пива.....	60
2.7 Выбор технологии и разработка рецептуры безалкогольного пива.....	67
2.8 Разработка технологии безалкогольного пива с применением ферментных препаратов.....	78
ГЛАВА 3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	85
3.1 Описание аппаратно - технологической схемы производства безалкогольного пива	85
ГЛАВА 4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	87
4.1 Правила техники безопасности в лаборатории.....	87
4.2 Меры безопасности при оказании первой помощи.....	88
Заключение.....	90
Список литературы.....	91

Введение

Актуальность темы. В настоящее время снижение продолжительности жизни россиян является одной из основных проблем в современном обществе.

По уровню потребления алкоголя на душу населения Российская Федерация занимает 16 место по данным всемирной организации здравоохранения на 2019 год.

Для того, чтобы снизить потребление алкогольной продукции реализуется значительное количество проектов, таких как запрет продажи алкогольной продукции с 23:00 (в Томской области с 22:00), запрет рекламы алкоголя на телевидении, запрет на продажу пива в таре более 1,5 л, запрет рекламных компаний на телевидении. Так же с первого июня 2020 года вступит закон о запрете продажи пива, медовухи, сидра в магазинах жилых домов.

Сложившуюся ситуацию в стране трудно разрешить на законодательном уровне. На замещение крепких алкогольных напитков на слабо- и безалкогольные в сознании россиян требуется немало времени. В настоящее время популярность набирает спорт и активный образ жизни, в связи с этим следует направить усилия на молодежь.

В связи с тем, что вопрос об уровне алкоголизма в стране стоит достаточно остро, то исследование по разработке безалкогольного пива в качестве альтернативы спиртосодержащим напиткам является актуальным на сегодняшний день.

ГЛАВА 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Анализ главных социальных проблем общества, связанных со злоупотреблением алкоголя

Ученые характеризуют алкоголизм, как настоящий осознанный геноцид человечества в XXI веке. Злоупотребление алкогольными напитками является глобальной проблемой нашего времени, потому как ведет к разрушению наций и ставит под угрозу будущий прирост населения, не употребляющего спиртные напитки. Зависимость злоупотребления алкоголем передается на генетическом уровне. Согласно статистике, алкоголизм резко сократил рождаемость населения за последний век. Особенно данная проблема остро ощутима в России. Именно в нашей стране алкогольная зависимость достигла критического уровня. Тенденция негативных последствий от злоупотребления спиртными напитками растёт и по сей день. Таким образом, рассмотрение данной проблемы несет массовый характер [1].

Алкоголь – вещество, которое замедляет все процессы в организме человека. Небольшая дозировка этилового спирта дает ощущение расслабленности и уверенности в себе. В больших же дозах алкоголь отрицательно влияет на координацию движений и замедляет реакцию. Ни в коем случае нельзя в состоянии алкогольного опьянения управлять транспортным средством [2].

Также от крепости употребляемого напитка зависит степень опьянения человека. Злоупотребление спиртными напитками влечет такие проблемы, как ожирению, циррозу печени, язве, помимо этого к заболеванию почек, мозга и сердца. У человека, употребляющего алкоголь в больших дозах, мозг регулярно борется с его депрессивным воздействием. По прекращении

употребления алкоголя, мозг человека не останавливает свою деятельность и продолжает бороться по инерции. В связи с этим человек становится нервным, возбужденным и суетливым, появляется дрожь в руках. Это продолжается до приёма новой дозы спиртного напитка. Это и характеризует алкогольную зависимость.

Статистика и научные исследования информируют, что люди, которые употребляют алкоголь в незначительных или умеренных дозировках, имеют преждевременную смертность, чем люди, вообще не употребляющие спиртные напитки [2].

Наибольший пик проблемы алкоголизма наиболее актуален в 21 веке. Остро ощутимой стала проблема пьянства в общественности. Основными последствиями алкоголизма является заболеваемость, высокая смертность, совершение ряда преступлений на почве высокого алкогольного опьянения. Таким образом, употребление алкоголя разрушает социальную, духовную и экономическую сферы жизни.

Подростковый и женский алкоголизм также приобрел масштаб. По проведенным исследованиям доказано, что возрастная планка употребления алкоголя снизилась с 16-17 лет до 14-15, в связи с этим у подростков возникают проблемы с интеллектуальным и физическим развитием. Женский же алкоголизм намного сложнее поддается лечению. Только третья часть пациенток может вернуться к нормальной жизнедеятельности. Также около 2 млн. детей страдают от алкогольной зависимости их родителей, а свыше 50 тыс. сбегают из дома [3].

Основной опасностью алкоголизма является неконтролируемость данного процесса. Человек, страдающий алкоголизмом, не может получить должного образования, созданию полноценной семьи, получению подходящей профессии. Таким образом, алкоголь влияет на будущее многих людей.

Одними из главных причин употребления алкогольной продукции являются экономические и политические изменения в стране. Как замечено историей государства, каждый переломный момент влияет на рост

алкоголизма и преступности. Большинство преобразований и реформ, связанные с экономической и политической сферами, отрицательно сказывается на повседневной жизни граждан. Таким образом, у человечества развилось чувство неуверенности и незащищенности. В связи с данными изменениями и страхом народа повысился спрос на спиртосодержащую продукцию. При употреблении алкогольных напитков люди избавляются от негативных мыслей [3].

Основные тенденции, повлекшие развитие алкоголизма в стране:

- Социальная - политические санкции, ненадлежащие рабочие условия;
- Экономическая – алкогольные напитки являются достаточно востребованной продукцией, в связи с этим растёт количество компаний и предприятий по производству, торговле данной продукцией;
- Физиология и генетика – склонность к алкоголизму может передаваться по наследству;
- Традиции – подражание, наиболее свойственно для молодых людей, которые подражает старшему поколению.

Для избавления от стресса, депрессии и усталости человек расценивает алкоголь, как спасение. Но единовременное употребление алкоголя быстро подавляет эффект, в связи с чем требуется употребить еще. Таким образом, и вырабатывается алкогольная зависимость [3].

По данным опроса, который провёл Всероссийский центр изучения общественного мнения, видно, какие вопросы волнуют население больше всего. Данные опроса отражены в таблице

Таблица 1.1 – Главные социальные проблемы России

Проблема	Для страны, %	Для себя, %
1	2	3
Рост цен и инфляция	61	66
1	2	3
Безработица, низкая з/плата	61	42

Алкоголизм и наркомания	53	25
Коррупция	41	24
Уровень жизни населения	32	41
Преступность	31	26
Здравоохранение	31	39

Анализируя данные таблицы 1.1 видно, что самой популярной проблемой России, волнующей население страны, является инфляция и рост цен на продукты. Также из таблицы видно, что если для органов власти данные проблемы являются приоритетными, то это напрямую влияет на мнение общества. Для населения страны проблема алкоголизма и наркомании также является одной из приоритетных.

1.2 Безалкогольные напитки как альтернатива слабоалкогольным напиткам

Частичной заменой слабоалкогольным напиткам служат безалкогольные напитки. В настоящее время безалкогольные напитки популярны во всём мире.

По существующей статистике, в Великобритании около 21% взрослого населения не употребляет алкоголь. Многие бары из-за недостаточного спроса закрываются, не смотря на то, что среди молодёжи процент потребления алкоголя гораздо выше, чем у взрослого населения [4].

Поколение Y (миллениумов) предпочитает здоровый образ жизни, вегетарианство и спорт, соответственно и отказ от спиртных напитков. Рынок безалкогольных напитков, безалкогольного вина, аперитивов и пива хоть и составляет небольшой процент от общего рынка напитков, но имеет тенденцию к росту. Низким считается содержание алкоголя от 0.05% до 1.2% ABV, «пониженное содержание алкоголя» означает, что содержание алкоголя ниже среднего в данном классе напитков.

Качество напитков, таких как безалкогольное вино, аперитивы и пива за последнее время значительно увеличилось. Пусть безалкогольные напитки не заменяют полностью свои алкогольные аналоги, они достаточно интересны сами по себе.

Многие производители напитков трактуют свою продукцию как «полезны для здоровья». К примеру, в настоящее время популярна комбуча (в России это чайный гриб). Во многие безалкогольные напитки добавляют витамины и различные травы [4].

Безалкогольное вино является самой «неудачной» категорией напитков, имея содержание алкоголя от 5% ABV. Всё, что имеет крепость ниже, скорее можно отнести к подброженному виноградному соку. Безалкогольные вина имеют сладость намного выше своих алкогольных аналогов. Если

стандартное полусухое вино содержит остаточного сахара 4-7 граммов на литр, то безалкогольное вино имеет такое же содержание сахара на 100 мл. Безалкогольные вина производят из обычных вин: алкоголь удаляют и в полученную жидкость добавляют сахар или виноградный сок, чтобы придать сладость готовому напитку.

Безалкогольные аперитивы направлены на любителей джина. Безалкогольный мир перевернулся с выходом в свет аперитива Seedlip – безалкогольного напитка на основе трав. У данной группы напитков существует проблема: при избытке содержания трав в напитке приобретается резкий вкус, а при недостатке – напиток становится слишком пресным. Готовые же безалкогольные коктейли вполне достойны, однако слишком сладкие для многих потребителей. Кроме имитации джина, в мире существуют безалкогольные напитки со вкусом специй, ванили и дуба, напоминающие виски. В 2019 году в свет вышли альтернативные рому безалкогольные напитки [4].

Безалкогольное пиво за последнее время приобрело популярность во всём мире. Теперь его выбирают потребители не как вынужденную замену спиртосодержащим напиткам, а как самостоятельный напиток, а также альтернативу газировке, сокам или спортивному изотонику [5].

Безалкогольное пиво хоть и позиционируется на рынке, как полезный продукт, но достаточно калорийно, потому как в 100 мл безалкогольного пива содержится 30-40 ккал. Это немного ниже, чем в газированной воде. Поэтому для спортсменов данный напиток будет достаточно полезным, но для людей, ведущих спокойный образ жизни (офисные работники) безалкогольное пиво в большом потреблении станет лишним для организма. Если баловать себя безалкогольным пивом каждый день в отсутствии надлежащих физических нагрузок, можно набрать за год порядка 12 кг. Но в отличие от других сладких безалкогольных напитков данный продукт ничего не содержит, кроме воды, хмеля, солода. Поэтому безалкогольное пиво

считается достаточно полезным, так как имеет витамины (в частности группы В), различные минеральные вещества, белки, углеводы и клетчатку.

В своё время совместный проект «Балтики» и издания «Медуза» вызвал большинство вопросов, потому как изначально «Медуза» опубликовала информацию о том, что безалкогольное пиво имеет низкий гликемический индекс, но при подготовке материалов для публикации сотрудники издательства посмотрели не на ту строчку в таблице и совершили ошибку [5].

Гликемический индекс пищи показывает содержание сахара в крови после употребления напитка/еды. Например, молоко имеет гликемический индекс равный 30, хлеб – 85. Но, к примеру, мальтоза имеет гликемический индекс равный 105. Данный показатель необходимо учитывать в основном диабетикам. Также на основе данного показателя составлены некоторые диеты для снижения веса тела человека.

Однако достоверных сведений о гликемическом индексе алкогольного или безалкогольного пива нет. Одни из источников полагают, что пиво относится к продуктам с высоким гликемическим индексом, потому как содержит много сахара – мальтозы. Некоторые источники сообщают, что измерить данный показатель пива невозможно, потому как для этого необходимо за 15 минут употребить количество продукта, содержащий 50 г углеводов, а следом измерить уровень содержащегося в крови сахара. При пересчете на пиво это будет порядка 1,5 л. В связи с этим, выпить столько даже безалкогольного пива человеку будет трудно, а алкогольного тем более. Также существуют данные, что употребление алкогольного напитка до еды уменьшает гликемический индекс пищи. По этой причине у пива гликемический индекс ниже, потому как берется во внимание количество содержащихся углеводов, а не только их источник. Таким же примером парадокса является арбуз. Он имеет достаточно высокий гликемический индекс, однако в стандартной порции углеводов мало, в связи с этим гликемическая нагрузка низкая. Такая же ситуация и с пивом. Поэтому

гликемический индекс следует учитывать людям, страдающим диабетом или иными метаболическими заболеваниями [5].

Безалкогольное пиво запрещено при некоторых заболеваниях. Например, данный напиток не рекомендован к употреблению при подагре, потому как безалкогольное пиво содержит достаточное количество пуринов, что стимулирует отложение в организме человека солей мочевой кислоты. Также безалкогольное пиво противопоказано при целиакии, то есть непереносимости глютена и других злаковых культур. Безалкогольное пиво можно производить и безглютеновым или с его сниженным содержанием, достигается это благодаря применению специальных ферментов, либо частичной заменой солодосодержащего сырья на безглютеновые зерновые культуры, такие как гречиху, просо и другие.

Для людей, страдающих алкоголизмом, употребление безалкогольного пива может быть рискованным. Потому как вкус и аромат данного напитка могут стать триггером и привести к прежнему желанию употреблять алкогольсодержащие напитки. В связи с этим, большинство врачей не рекомендуют употреблять безалкогольное пиво данной группе лиц, а советуют подбирать напитки, не напоминающие их аналогичные алкогольные [5].

Безалкогольное пиво не на 100% является безалкогольным, потому как в большинстве сортов данного напитка в малых дозах алкоголь всё же присутствует. Невозможно выпить столько безалкогольного пива, чтобы превысить лимит разрешенного содержания объемной доли этилового спирта для водителей или совсем опьянеть. В России и во многих странах мира безалкогольным является пиво с содержанием алкоголя до 0,5% об. Однако в Великобритании безалкогольным пивом считается напиток менее чем 0,05% алкоголя. Дозировка и 0,05%об. и 0,5%об. считается достаточно маленькой. Такие же следы алкоголя могут содержаться во фруктах или других безалкогольных напитках, таких как квас, комбуча или кефир [5].

Содержание этилового спирта в безалкогольном пиве зависит от использованных технологий его приготовления. В настоящее время существующие методики позволяют достичь 0,0% содержания алкоголя. Технологии деалкоголизации пива с каждым днём улучшаются. Благодаря современным методам сорта безалкогольного пива могут быть совсем неотличимы от своих алкогольных аналогов, в то время как раньше данный напиток мог получиться сладким и невкусным для потребителей [5].

1.3 Технология производства безалкогольного пива

Производство безалкогольного пива условно можно поделить на два основных способа: физические и биологический. Физический метод производства включает в себя удаление этилового спирта из сброженного пива, а целью биологического метода является подавление его образования, либо сдерживание образования алкоголя в определенных пределах. Затраты на производство безалкогольного пива напрямую зависят от выбранной технологии [6].

1.3.1 Физические методы

Для редукции спирта из перебродившего пива чаще всего применяют термические методы, такие как методы мембранного фильтрования (обратный осмос, диализ) или вакуум-дистилляция. При эксплуатации дистилляционной установки пивоваренное предприятие переводится в категорию спиртовых заводов без права производства крепких спиртных напитков [6].

Деалкоголизация термическим способом

Дистилляция и ректификация водно-спиртовых смесей относятся к процессам к процессам термического разделения, главными операциями в которых являются конденсация и испарение. При это низкокипящие компоненты обогащаются в газовой камере, а высококипящие – в жидкости. При проведении операций в условиях недостаточного давления точка кипения жидкостей понижается, как показано на рисунке 1. В результате чего термическая нагрузка на пиво ощутимо снижается. Для деалкоголизации пива термическим методом практически во всех случаях используются вакуумные перегонные

установки со следующими рабочими параметрами: 60-200 бар абсолютного давления с диапазоном температур от 37°C до 60°C.

Остаточное содержание алкоголя в пиве зависит от интенсивности процесса его упаривания. Чем интенсивнее ведется процесс, тем меньше содержание алкоголя в продукте. Однако разделение веществ зависит не только от фазового баланса, но и от кинетики переноса веществ к поверхности раздела фаз. Для вакуумного испарения чаще всего используются тонкослойные выпарные аппараты с образованными механическим способом тонкими пленками, или выпарные аппараты с нисходящим потоком выпариваемой жидкости. Конструкция испарителя определяет состав образующего вторичного пара и требуемый коэффициент испарения. Для простой дистилляции в тонкослойном выпарном аппарате или выпарном аппарате с нисходящим потоком выпариваемой жидкости коэффициент испарения должен составлять от 40 до 60%, для того чтобы получить содержание объёмной доли этилового спирта менее 0,5% об. На рисунке 1.1 представлена кривая давления водяного пара [6].

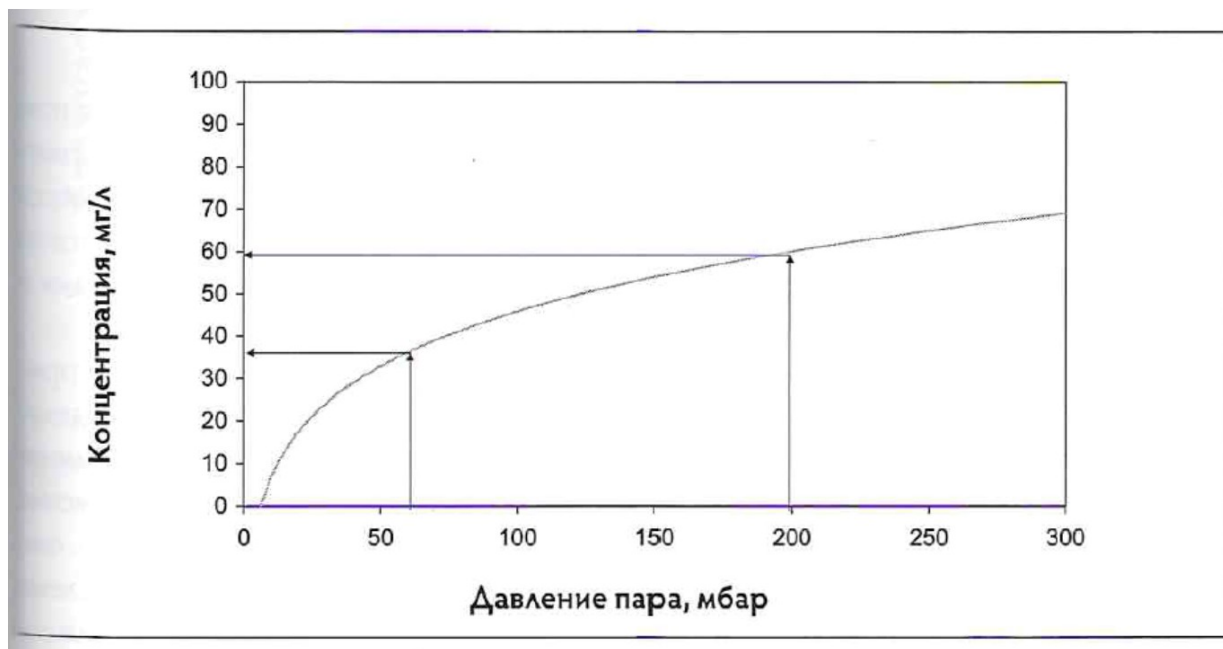


Рис. 1.1 – Кривая давления водяного пара

Если испаритель скомбинирован с ректификационной колонной, то при коэффициенте выпаривания от 6 до 10% содержание алкоголя в готовом пиве может составить 0,05% об. Более высокая производительность процесса ректификации по разделению относительно простой дистилляции обеспечивается за счет так называемого принципа обогащения (многократный переход между фазами в противотоке с парожидкостной смесью).

Помимо этилового спирта и CO_2 пиво содержит множество других летучих веществ, выделяемых через вакуумный насос или переходящих в дистиллят. Не смотря на то, что большинство летучих ароматических соединений имеют более высокую точку кипения, чем этанол, при достигнутом во время процесса брожения содержании этилового спирта они имеют коэффициент ректификации выше 1, то есть они интенсивнее обогащаются в газовой фазе, чем этанол. На рисунке 1.2 представлена схема выпаривания некоторых важных ароматических веществ пива при вакуум-дистилляции [6].

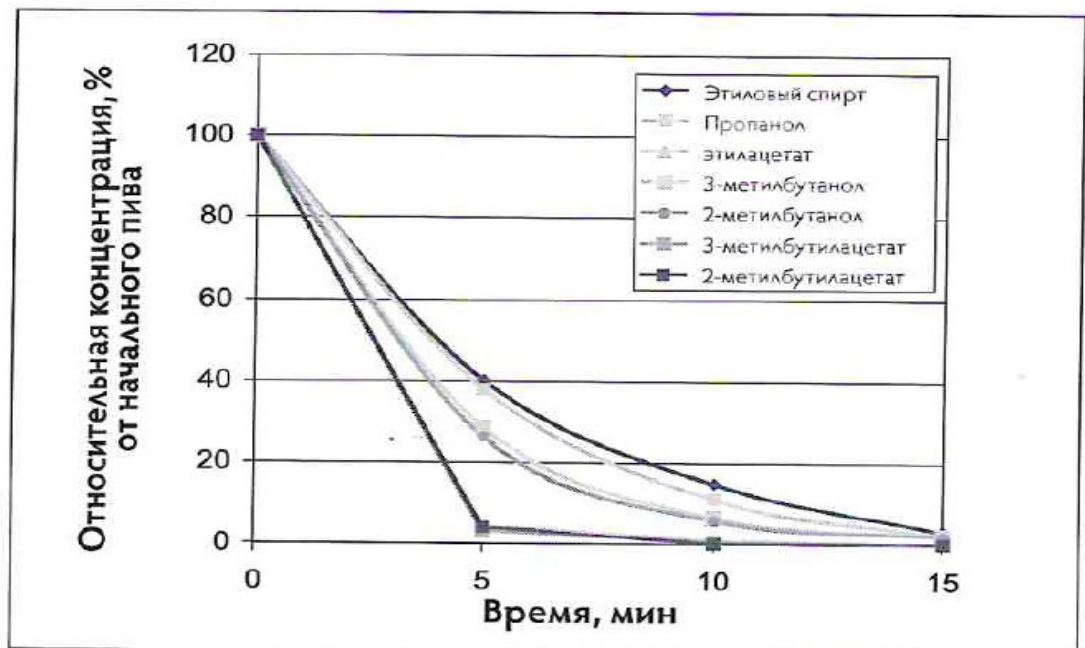


Рисунок 1.2 – Испарение ароматических веществ в технологии вакуумного испарения

По поведению ароматических веществ можно сделать вывод, максимальное содержание ароматических веществ в пиве, полученном способом вакуумного испарения, достигается проведением интенсивной деалкоголизации с последующим смешиванием с исходным пивом до крепости 0,5% об.

Существует современная бражная установка с выпарным аппаратом с нисходящим потоком выпариваемой жидкости и ректификационной колонной. Сперва пиво нагревается в пластинчатом теплообменнике (W1) до температуры, близкой к точке кипения, и в установке для дегазации (E) освобождается от большей части CO₂. Далее продукт подается на отгонную колонну ректификационной колонны (R). Пиво проходит от дна до дна при температуре от 40 до 50°C, при этом встречные потоки вторичного пара при постоянном испарении и конденсации обеспечивают избирательное отделение спирта [6].

Далее пиво с пониженным содержанием алкоголя направляет из тарелки ректификационной колонны в выпарной аппарат с нисходящим потоком выпариваемой жидкости (F). В выпарном аппарате образуются вторичные пары и возвращаются обратно в колонну. Затем безалкогольное пиво охлаждается в пластинчатом теплообменнике (W1+W2) и выкачивается из установки. Вторичные пары, насыщенные алкоголем, после прохождения через отгонную колонну попадают в обогатительную колонну (R), где концентрация спирта может быть доведена до 80% об. и выше. Газы, выходящие через вакуум-насос, промываются пивоваренной водой в рекуперационной установке для улавливания ароматических веществ. Ароматический экстракт с низким содержанием спирта может использоваться для последующего восстановления и ароматизации безалкогольного пива [6].

Пленочное выпаривание можно осуществить в выпарном аппарате с нисходящим потоком выпариваемой жидкости с применением центрифуги (Centri-Therm) или вращающейся конусной колонны (Spinning Cone Column).

Во время интенсивной деалкоголизации (более 99%) большинство ароматических веществ практически полностью удаляются из продукта. Таким образом, многие эфиры и легколетучие высшие спирты, в том числе диметилсульфид, испаряются до концентрации ниже предела обнаружения [6].

Тяжелые летучие вещества менее подвержены изменениям, такие как диацетил, высшие спирты фенилэтанол и фурфулировый спирт, среднецепочечные жирные кислоты. Содержание карбониллов старения несколько снижается даже с учетом образования в дальнейшем некоторого количества компонентов старения. Продукт, полученный методом вакуумного испарения, имеет более насыщенный цвет (0,5-1,5 ЕВС) по сравнению с исходным и меньшее содержание горьких веществ (1-2 ЕВС). Фактическое содержание экстракта немного увеличивается пропорционально коэффициенту испарения, приблизительно 7%. Безалкогольное пиво имеет значение рН примерно на 0,1-0,2 выше, чем у исходного продукта, что объясняется потерей летучих веществ органических кислот и CO₂. Пеностойкость практически не меняется. Усиление помутнений составляет менее 1 ЕВС. В целях получения данных показателей исходное пиво должно быть хорошо стабилизировано, и весь процесс получения безалкогольного пива должен проходить при очень низком содержании кислорода [6]. При смешивании пива, полученного из смеси сброженного и неперебродившего пива, до деалкоголизации, могут возникнуть проблемы. В результате процесса деалкоголизации пиво сильно вспенивается. Многочисленные белковые и полифенольные соединения переходят в вызывающие помутнение частицы, накапливаются в пузырьках пены. Необходимо удалять алкоголь

из сброженного пива, далее смешивать его, либо проводить деалкоголизацию нефильтрата, а затем фильтровать продукт.

При деалкоголизации термическим способом происходят следующие существенные изменения продукта: отмечается сильная потеря полноты вкуса, аромата и игристости. В аромате на первый план выступают менее желательные ароматы: хлебный, карамельный и сусловый. В некоторых случаях проявляется привкус жирных кислот (козлийный привкус). Органолептические показатели готового продукта, полученного вакуумным испарением, обычно соответствуют требованиям к безалкогольному пиву. Далее в таблице 1.2 отражено содержание ароматических веществ после деалкоголизации пива в бражной установке.

Таблица 1.2 – Содержание ароматических веществ после деалкоголизации пива в установке SIGMATEC.

Ароматические вещества		Эталонное пиво	Концентрат	Безалкогольное пиво
1	2	3	4	5
Спирт	% об.	5,5	0,03	0,45
Ацетальдегид	мг/л	10,2	2,1	3,3
Пропанол-1	мг/л	25,5	следы	3,6
Этилацетат	мг/л	21,7	следы	1,7
Изобутанол	мг/л	25,5	следы	3,6
Изоамилацетат	мг/л	2,7	не обнаруживается	0,2
3-метилбутанол	мг/л	82,3	0,3	12,1
2-метилбутанол	мг/л	25,7	0,1	3,2
Фенилэтанол	мг/л	39,7	42,0	40,1
Фурфуриловый спирт	мг/л	3,5	2,8	3,0
1	2	3	4	5
Диацетил	мг/л	0,1	0,1	0,09
ДМС	мкг/л	86	не обнаруживается	10

Гексановая кислота	мкг/л	1089	812	835
Октановая кислота	мкг/л	2578	1987	2086
Декановая кислота	мкг/л	423	173	186
Додекановая кислота	мкг/л	21	16	18
Компоненты старения	мкг/л	67	32	36

Улучшить органолептические характеристики можно с помощью смешивания полученного безалкогольного пива с частью пива, не прошедшего обработку, до максимально разрешенного содержания объёмной доли этилового спирта 0,5% об. На некоторых предприятиях для этого используют ароматический экстракт, полученный в бражной установке. Также существует технология введения в деалкоголизированное пиво частично перебродившего ароматного пива. Введение свежих дрожжей и купажирование безалкогольного пива с пивом в стадии низких завитков положительно влияют на органолептических свойства пива. В дальнейшем улучшение качества достигают путём совершенствования рецептуры. Помимо применения специальных солодов, возможно использование технологии затирания с целью снижения степени сбраживания. Также промывание безалкогольного пива CO₂ дает свои преимущества [6].

Экстрагирование с помощью CO₂

Процесс экстрагирования с помощью диоксида углерода в большинстве случаев проводят в два этапа. На первом этапе вытягивается ароматический экстракт с использованием жидкого CO₂ при 125 бар. На следующем этапе экстрагируется этиловый спирт с помощью

сверхкритического диоксида углерода при 250 бар. При непрерывном экстрагировании этанол необходимо отдельно удалить из газообразного CO₂. В основном данная технология часто применяется в целях снижения содержания алкоголя в вине [6].

Методы мембранного фильтрования

Применение диффузии через проходящие мембраны как способ деалкоголизации пива может получить широкое распространение. Особое место занимают диализ и обратный осмос. Во время процесса диализа происходит разделение веществ за счет разности концентраций (диффузия). А в обратном осмосе возникает движущая сила разделения веществ при превышении осмотического давления. Состав полученного безалкогольного пива полностью зависит от состава исходного пива, технологических параметров проведения процессов и избирательности мембраны по отношению к определенным веществам пива (проницаемость).

Отличие методов мембранного фильтрования заключается в том, что продукт не подвергается тепловой нагрузке. Так как мембраны склонны к ограниченной стабильности и блокированию, то к ним предъявляются повышенные требования по очистке и стерилизации оборудования, необходимо наличие собственной безразборной мойки оборудования – SIP [6].

Обратный осмос

В обратном осмосе полупроницаемая мембрана разделяет две жидкости с разной концентрацией веществ. Одновременно с этим происходит перенос растворяющегося вещества (воды) сквозь мембрану в раствор с более высокой концентрацией веществ (осмос). Можно менять направление потока воды, если на стороне с более высокой концентрацией действует достаточно высокое гидростатическое давление (обратный осмос). При этом через мембрану в пермеат проходят молекулы спирта, воды и других веществ.

Основные компоненты установки обратного осмоса – мембранный модульный блок и насос высокого давления. Разделение на спиртосодержащий пермеат и концентрат с пониженным содержанием спирта (ретентат) происходит при давлении от 20 до 60 бар. Ретентат необходимо разбавлять пивоваренной водой, прошедшей очистку, до первоначального содержания экстракта, так как он насыщается неспособными к диффузии экстрактивными веществами. Для получения содержания алкоголя менее 0,5% об. следует отфильтровать пермеат, объем которого должен превышать в 2-3 раза объем исходного пива. Схема технологического процесса в непрерывно работающей установке обратного осмоса показана на рисунке 1.3.

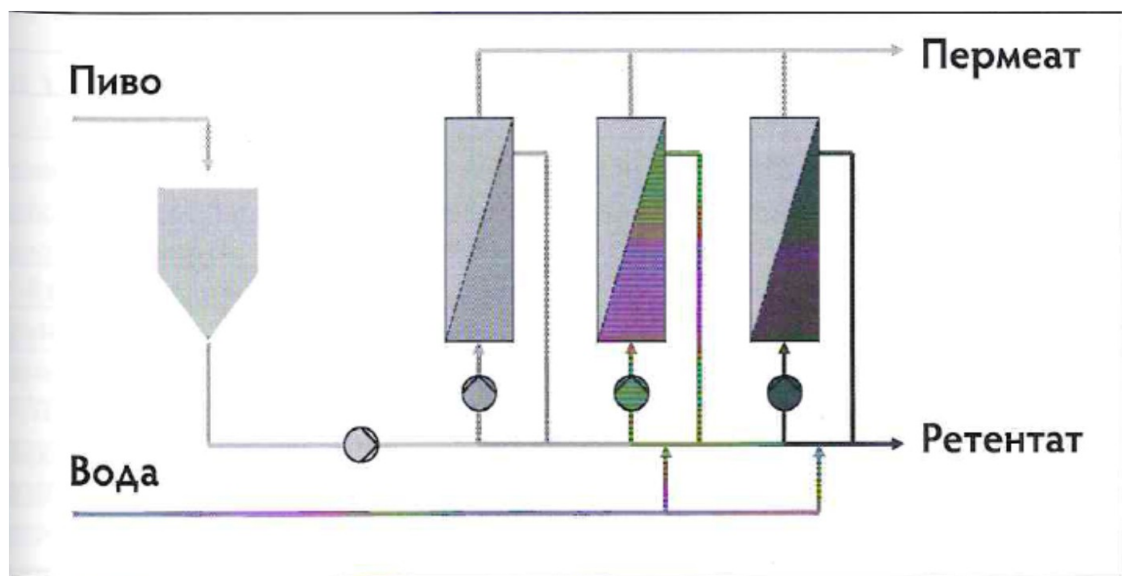


Рисунок 1.3 – Технологическая схема установки обратного осмоса

Для стабилизации потока, проходящего через мембрану, до получения более высокого содержания спирта необходимо после сгущения пива провести диафильтование путем непрерывного введения пивоваренной воды [6].

Различные типы мембран, представленные на рынке, изготавливают из полисульфона, целлюлозы, полиметилсилоксана и других полимерных материалов. Различаются мембраны мощностью по разделению,

характеризуемой удерживающей способностью по отношению к определенным веществам (сахароза, NaCl).

Две различные модели применяются для описания избирательности мембран. В идеальной пористой мембране разделение веществ происходит в зависимости от величины молекул, а в идеальной монолитной – за счет проницаемости. Другими параметрами, определяющими производительность установки обратного осмоса, являются рабочее давление, температура, содержание растворенных и нерастворенных веществ и соотношение объёма ретентата к пермеату. К воде для разбавления предъявляются высокие требования в отношении содержания кислорода, концентрации солей и pH. Концентрация солей и значение pH должны соответствовать аналогичным показателям пива, а содержание кислорода должно быть как можно ниже [6].

В таблице 1.3 показано содержание ароматических веществ в продуктах, полученных по технологии обратного осмоса.

Таблица 1.3 – Содержание ароматических веществ, полученном обратным осмосом.

Ароматические вещества	Исходное пиво	Деалкоголизированное пиво (ретентат)	% от содержания в исходном пиве
1	2	3	4
Этиловый спирт, % об.	4,7	0,46	10
1	2	3	4
ДМС, мкг/л	64	Не обнаруживается	Не обнаруживается
Эфиры, мкг/л			
Изобутиловый эфир уксусной кислоты	23	4,2	18
Гексиловый эфир	3,7	0,7	19

уксусной кислоты			
2-фенилэтиловый эфир	192	24	13
уксусной кислоты			
Этиловый эфир масляной кислоты	69	11	16
Этиловый эфир гексановой кислоты	122	15	12
Этиловый эфир октановой кислоты	253	24	9
Этиловый эфир декановой кислоты	62	3	5
Высшие спирты, мкг/л			
Пропанол	14	1,9	14
2-метилпропанол	10	2,2	22
3-метилбутанол	46	9,9	22
2-метилбутанол	12	2,6	22
2-фенилэтанол	28	4,1	15
Жирные кислоты, мкг/л			
Гексановая кислота	2593	273	11
Октановая кислота	5630	871	15
Нонановая кислота	27	6,7	25
1	2	3	4
Декановая кислота	1070	316	30
Додекановая кислота	25	22	87
Компоненты старения, мкг/л			
Тепловые индикаторы	28	3,8	14
Кислородные индикаторы	31	30	97
∑ компонентов старения	84	49	58

Концентрация некоторых ароматических веществ немного выше по сравнению с термическим способом обработки. Наблюдается повышенное количество эфиров и высших спиртов в отношении к остаточному содержанию алкоголя, даже в непропорциональной концентрации. Содержание среднецепочечных жирных кислот снижается в степени от умеренной до сильной, в зависимости от их растворения в воде. Из

компонентов старения уменьшается содержание тепловых индикаторов, в сумме их снижение от содержания составляет 42% [6].

В отличие от пива, процесс деалкоголизации которого проходит термическим способом, безалкогольное пиво, полученное методом обратного осмоса, имеет более полный вкус. Но и в этом случае ощущается ярко выраженный хлебный и сусловый ароматы, иногда проявляется привкус жирных кислот. Безалкогольное пиво имеет слегка кисловатый привкус по сравнению с исходным пивом. Концентрация среднецепочечных кислот ниже, а качество безалкогольного пива выше при использовании исходного пива, использовавшегося для деалкоголизации, сброженного жизнеспособными дрожжами. Потери горьких веществ выше, чем при термической обработке. Увеличение помутнений ретентата составляет менее 1 EBC [6].

Диализ

В отличие от обратного осмоса во время процесса диализа не нагнетается давление, в связи с тем, что перенос веществ протекает в форме спонтанной диффузии. Разность концентраций веществ в ретентате и диализате является движущей силой процесса.

В процессе диализа пива противотоком воды все компоненты продукта, кроме воды, стремятся перейти в диализат. За счёт пористой структуры мембраны происходит отделение молекул.

Исходное пиво, подлежащее деалкоголизации, непрерывно подается в диализный модуль. В мембранах происходит отделение спирта из ретентата в диализат, направляемый по противотоку. Регулирование конечного содержания спирта происходит за счёт варьирования скорости потока обеих жидкостей. В отгонной колонне происходит очистка спиртосодержащего диализата от содержащегося в нём спирта щадящим способом и циркуляция диализата по контуру [6].

Аналогично процессу обратного осмоса, в процессе диализа вещества с величиной молекул и полярностью, идентичной этиловому спирту, отделяются при прохождении через мембрану. Для благоприятного протекания диффузии в целях высвобождения CO_2 необходимо поддерживать как со стороны пива, так и со стороны диализата. Вследствие незначительной разности концентраций технология диализа не может обеспечить получение содержания спирта менее 0,2% в готовом продукте. Главная область применения технологии диализа – уменьшение содержания спирта в производстве диетического, слабо сброженного и слабоалкогольного пива [6].

Не смотря на то, что потери ароматических веществ в процессе диализа незначительны, относительно содержания спирта они ниже, чем при вакуумном испарении. Ещё одним преимуществом данной технологии является то, что не происходит повышения концентрации ретентата, так как концентрация воды в ретентате ниже, чем в диализате. Диализат имеет меньшее содержание фактически растворенных экстрактивных веществ (кислоты, углеводы, растворимый азот, горькие вещества, минеральные вещества и другие) [6].

Для предотвращения потерь диоксида углерода в ретентате, необходимо провести насыщение диализата небольшим количеством CO_2 . В результате чего снижается риск обогащения диализата кислородом. При введении деалкоголизованного пива в контур циркуляции диализата, вместо воды, можно компенсировать разность концентраций многих нелетучих веществ продукта уже в начале процесса. Следует выполнять все операции с высокой скоростью потока, что ведет к нагреванию пива, вследствие чего может потребоваться его повторное охлаждение. Это необходимо для предотвращения поверхностной концентрации.

Безалкогольное пиво, полученное диализом, полностью отличается от исходного продукта, но имеет высокое качество. Профиль аромата утрачивает гармоничность, в некоторых случаях появляется кисловатый

привкус. Больше всего страдает полнота вкуса. Для улучшения готового продукта пивоваренные предприятия используют особые рецепты приготовления исходного пива. В некоторых случаях для этого готовят сусло с повышенным содержанием несбраживаемых веществ, не доводя процесс брожения до конца. По завершении процесса деалкоголизации полнота вкуса такого пива улучшается, но в готовом продукте наблюдается нехватка свежести и игристости. Также для повышения гармоничности и улучшения полноты вкуса используют специальные сорта солода (карамельный, жжёный). Иногда брожение ведут при более высоких температурах с высокой концентрацией начального сусла для усиления аромата. Помимо этого, преимущество диализа является возможность вносить в деалкоголизированное пиво ректифицированный ароматический концентрат [6].

Биологические методы получения безалкогольного пива основаны на торможении процесса брожения до достижения максимально разрешенного содержания алкоголя в пиве. Существует технология остановленного брожения, реализуемая при крайне низкой температуре (около 0°C), называемая технологией холодного введения дрожжей. Производство безалкогольного пива по данной технологии ведется партиями, по отдельности осуществляется запуск систем, обычно работающих непрерывно. Не так давно появилась технология, в которой специальные микроорганизмы избирательно сбраживают часть сбраживаемого экстракта.

Основное преимущество биологических методов заключается в том, что не требуется дополнительных затрат на удаление спирта. При использовании данной технологии производства безалкогольное пиво часто имеет сладковатый и сусловый привкус, наблюдается хорошая полнота вкуса [6].

1.3.2 Биологические методы

Технология остановленного брожения

В технологии остановленного брожения при производстве безалкогольного пива используется ряд специальных технологических мероприятий, помогающих целенаправленно получить характерные для продукта свойства. Одним из таких технологических мероприятий является применение способа затиранья солода со скачкообразным повышением температуры. Этот отварочный способ затиранья сырья позволяет приготовить сусло с низкой конечной степенью сбраживания (E_s менее 70%) за счёт «перепрыгивания» температуры образования мальтозы (60-65°C). Таким образом, наблюдается небольшая разница между конечной степенью сбраживания и степенью сбраживания готового пива, в результате чего сладковатый или сусловый привкус проявляются менее интенсивно. В данном случае выгодно снизить экстрактивность начального сусла до 5-8%. Данным способом можно увеличить степень сбраживания при одинаковом содержании спирта, что значительно улучшит органолептические свойства [6].

При кипячении и последующей обработке сусла необходимо проводить мероприятия, способствующие отделению и вторичному образованию ароматических веществ сусла (ДМС, альдегидов Штрекера и других карбонилов). Такой эффект достигается при применении щадящих режимов кипячения, обеспечивающих интенсивное испарение ароматических веществ сусла при одновременно низкой тепловой нагрузке на вещества сусла. Также благоприятно влияет на вкусовые характеристики пониженная температура сусла в гидроциклонном аппарате и дополнительное испарение сусла. Из-за высокого содержания остаточного экстракта для данных сортов пива характерно повышенное содержание горечи. Положительный эффект оказывает введение на позднем этапе ароматного хмеля, который придает пиву приятную хмелевую нотку.

В связи с низкой бродильной активностью дрожжей необходимо дополнительное биологическое подкисление сусла. После чего рН готового пива варьируется от 4,2 до 4,5. Снижение значения рН не только улучшит вкусовые характеристики, но и обеспечит микробиологическую и физико-химическую стабильность. Подкисляющие продукты рекомендуется вводить в конце кипячения сусла с хмелем, для обеспечения положительных процессов химического превращения (изомеризация горьких веществ хмеля, расщепление предшественника ДМС) и предотвращения обильного выпадения белка. Так как пониженное значение рН влияет на функционирование гидроциклонного аппарата, то введение подкисляющих веществ лучше всего проводить между гидроциклоном и пластинчатым теплообменником. Последствия варки сусла с повышенной концентрацией начального сусла необходимо компенсировать до начала брожения [6].

Брожение необходимо вести таким образом, чтобы обеспечить длительный и интенсивный контакт дрожжей с суслом (технология холодного введения дрожжей). Тогда дрожжи проявляют не только адсорбирующие свойства, осветляя жидкость, но и редуцирующие, превращая карбонилы сусла в соответствующие спирты. Уже после краткого контакта наблюдается заметное уменьшение содержания альдегидов Штрекера. На рисунке 1.4 показана зависимость концентрации ароматических веществ в сусле от длительности брожения.

Низкие концентрации достигаются при ведении процесса брожения до максимально разрешенного содержания спирта. При увеличении длительности контакта с дрожжами при низкой температуре наблюдается более интенсивное снижение содержания альдегидов Штрекера при одинаковом образовании спирта. На диаграмме показана зависимость концентрации альдегидов Штрекера и высших спиртов от длительности брожения и температуры [6].

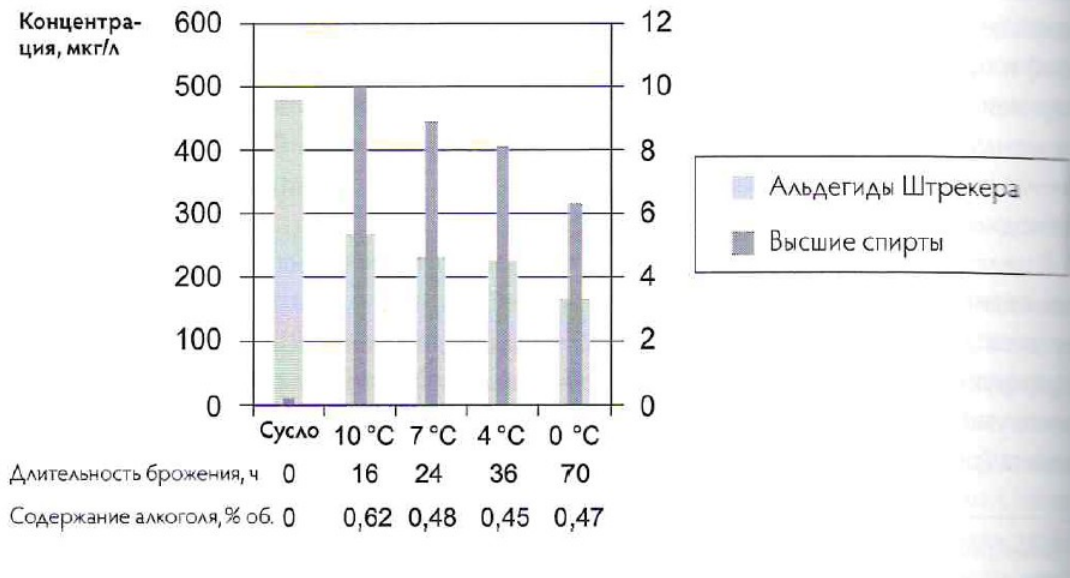


Рисунок 1.4 – Ароматические вещества в технологии остановленного брожения (дозировка дрожжей: 25 млн кл. в 1 мл)

Не смотря на низкое содержание высших спиртов, сорта пива холодного брожения оцениваются как более типичные и сбалансированные, чем сорта пива теплого брожения [6].

При введении относительно большого количества жизнеспособных дрожжей можно снизить аэрацию сусла и подавить образование диацетила. Промыванием дрожжей перед введением в сусло можно добиться снижения объёма вносимого алкоголя (дрожжевое пиво) и обеспечить возможность более длительного контакта с дрожжами. Благоприятное влияние оказывает промывание молодого пива CO_2 , после чего контакт с дрожжами интенсифицируется, а аромат сусла и молодого пива частично удаляется.

Для остановки процесса брожения дрожжи необходимо отделить от молодого пива до достижения максимально допустимого содержания алкоголя. Чаще всего отделение дрожжей происходит в центрифуге, в результате чего содержание дрожжей снижается до 0,1 млн кл. в 1мл. Альтернативным способом остановки брожения является фильтрование или кратковременный высокотемпературный нагрев. При использовании данного метода необходим дополнительный процесс для удаления

дрожжей. Предварительно осветленное молодое пиво ставят на длительное дображивание при 0°C в течение одной-трех недель. Это рекомендуется делать по причине плохой коллоидной стойкости и склонности такого сорта пива к гашингу (недостаточное отделение оксалата кальция). При использовании дополнительного промывания пива во время процесса дображивания диоксидом углерода происходит улучшение органолептических свойств и коллоидной стабильности. Во время процесса фильтрования рекомендуется стабилизировать пиво кизельгелем или поливинилполипирролидоном (ПВП), при этом необходимо предотвратить внесение кальция [6].

Пиво, полученное по технологии остановленного брожения, еще содержит в себе достаточное количество питательных веществ для благоприятного развития микроорганизмов, которые могут вызвать порчу готового продукта. В связи с этим необходимо уделить большое внимание микробиологической безопасности. Обеспечить биологическую безопасность пива разлитого в тару возможно полной пастеризацией с показателем более 30 ПЕ, либо путем холодной пастеризации.

Также получить безалкогольное пиво возможно не только с помощью культурных рас дрожжей, но и специальными микроорганизмами. Существуют дрожжи, не обладающие способностью превращать мальтозу и мальтотриозу в этиловый спирт. Можно использовать и мутированные дрожжи, имеющие дефект в цитратном цикле, и соответственно, дающие большое количество органических кислот. Также подходят для производства безалкогольного пива культуры лактобактерий [6].

Биореактор.

Биореакторы с иммобилизованными на носителе дрожжами позволяют вести непрерывное брожение и/или созревание в процессе пивоварения. Регулировать степень сбраживания в производстве безалкогольного пива

возможно с помощью следующих параметров: скорость прохождения потока, температура, состав субстрата и загрузка вещества-носителя.

Иммобилизация дрожжей и других микроорганизмов дает эффект большей биомассы на единицу объема реактора. Более высокая энергия, достигаемая при этом, дает возможность обеспечить более краткое нахождение в системе, что влечет за собой снижение инвестиционных и производственных затрат.

Веществами-носителями для иммобилизации дрожжей являются DEAE-целлюлоза, пектат кальция, альгинат кальция или спеченное стекло. Иммобилизованные дрожжи в основном используются в реакторах с неподвижным слоем, в которых субстрат проходит снизу вверх с относительно малой скоростью относительно вещества-носителя. Вследствие образования угольной кислоты брожения в реакторах неподвижным слоем могут накапливаться газовые карманы. Другими недостатками являются меньшая степень смешивания и склонность к образованию блоков. Более интенсивный обмен веществ и лучшая однородность обеспечивается реакторами, работающими с принудительным потоком (реактор для процесса с кипящим слоем, реактор с газовым фильтром, петлевой реактор). Необходимо через равные промежутки времени проводить восстановление для поддержания жизнеспособности иммобилизованных дрожжей. Восстановление проводят путем перекачивания с циркуляцией в особых условиях, например, внесением кислорода. Контроль ведения процесса в биореакторе осуществляется согласно следующим условиям: определенный объем подачи кислорода к дрожжам, применение как можно более однородной системы реактора, гибкая реакция на происходящие изменения [6].

Комбинация методов

Для улучшения вкусовых характеристик продукта рекомендуется комбинировать различные методы получения безалкогольного пива.

Путем купажирования безалкогольного пива при остановленном брожении с dealкоголизированным пивом можно предотвратить получение продукта с суловым, пустым и кисловатым вкусом.

Еще одной технологической возможностью является приготовление сула с низкой степенью сбраживания, и сбраживание данного сула с культурными дрожжами. Далее сброженное пиво dealкоголизируют в вакууме и купажируют с обычным пивом до максимально разрешенного содержания этилового спирта.

В странах, где не действует Закон о чистоте пива, возможно внесение в продукт пищевых добавок, таких как пивной аромат (восстановленный), хмелевые вытяжки, подкрашивающие вещества, жженный или простой сахар. Всё это позволяет сбалансировать органолептические характеристики пива [6].

Недостатками комбинированных методов являются высокие трудозатраты и дороговизна оборудования.

Возможные проблемы и способы их устранения

Таблица 1.4 - Остановленное брожение:

Проблема	Причины	Способы устранения/предупреждения
1	2	3
Осадок	Недостаточное осветление вследствие недостаточной активности брожения	Более длительное кипячение, достаточное подкисление на раннем этапе, более длительное холодное дображивание, промывание диоксидом углерода, стабилизация белков и дубильных веществ,

		фильтрующие средства с низким содержанием кальция и железа, щадящие технологии розлива и пастеризации.
Недостаточная свежесть, тягучий привкус	Слишком высокое значение pH, очень низкое содержание CO ₂ , повышенное содержание остаточного экстракта	Биологическое подкисление до pH менее 4,5, проверить жизнеспособность дрожжей, обеспечить достаточную карбонизацию, уменьшить количество начального сусла, снизить тепловую нагрузку
1	2	3
Сладковатый привкус	Высокое содержание остаточного экстракта (сахара)	Способ затирания солода со скачкообразным повышением температуры, снижение количества начального сусла, применение специальных солодов, регулирование хмелевой горечи.
Сусловый запах	Высокая концентрация ароматических веществ сусла	Увеличение интенсивности кипячения, выпаривание при понижении давления, снижение температуры в гидроциклонном аппарате, введение высокой дозировки жизнеспособных дрожжей, промывка диоксидом углерода, ведение технологических процессов без внесения кислорода.
Нехарактерны	Недостаточное	Получение как можно более

й для пива аромат	количество побочных продуктов брожения	точного содержания алкоголя, применение специальных сортов солода, хмелевого букета, предотвращение избыточной пастеризации.
----------------------	---	--

Таблица 1.5 - Вакуумное испарение

Проблема	Причины	Меры устранения/предупрежден ия
1	2	3
Помутнение	Вторичное выпадение белков, обусловленное температурой	Меры по стабилизации исходного пива (длительность кипячения, подкисление сусла, холодное дображивание, промывание диоксидом углерода, стабилизация, внесение кальция и железа через фильтрующие средства), введение дрожжей в деалкоголизированное пиво, снижение тепловой нагрузки, предотвращение внесения кислорода.
Недостаточная	Низкое содержание	Большая концентрация

полнота вкуса	экстракта, малое количество вкусовых и ароматических веществ	начального сула, более низкая степень сбраживания, биологическое подкисление, введение сула или сахара, дополнительное введение дрожжей.
1	2	3
Слабый аромат	Недостаток ароматических веществ пива (высшие спирты, эфиры)	Получение более точного максимально разрешенного содержания алкоголя путем смешивания с исходным пивом, богатым ароматом или завитками, восстановление полученного пива.
Сусловый, хлебный, карамельный привкус	Отсутствие легко летучих ароматических веществ пива, повышенное содержание альдегидов Штрекера, в том числе компонентов старения	Высокое качество и стабильность вкусовых характеристик исходного пива, приготовление сула с низким содержанием карбониллов, снижение температуры испарения (вакуум), отделение кислорода, промывание CO ₂ , введение дрожжей в деалкоголизированное пиво.
Нехарактерный	Высокое содержание	Высокое качество

привкус жирных кислот	среднецепочечных жирных кислот и компонентов старения	исходного пива, использование дрожжей с повышенной жизненной способностью, применение специальных сортов солода, щадящий способ тепловой обработки без внесения кислорода, промывание деалкоголизированного пива диоксидом углерода.
-----------------------	---	--

Таблица 1.6 - Метод мембранного фильтрования

Проблема	Причины	Меры устранения/предотвращения
1	2	3
Помутнение	Плохая стабилизация исходного пива	Меры по стабилизации исходного пива (длительность кипячения, подкисление сусла, холодное дображивание, внесение кальция и железа через фильтрующие средства), введение дрожжей и фильтрация деалкоголизированного пива, минимальное внесение кислорода.
Слабый аромат	Недостаток ароматических веществ в пиве	Получение максимально возможного содержания алкоголя, избирательность

		мембраны, срок службы мембраны, богатое ароматическими веществами, пониженная температура.
1	2	3
Недостаточная полнота вкуса	Низкое содержание экстракта, малое количество ароматических и вкусовых веществ	Большая концентрация начального сула, брожение при более высоких температурах, более низкая степень сбраживания, применение специальных сортов солода, биологическое подкисление, дополнительное введение дрожжей.
Сусловый, хлебный привкус	Отсутствие легко летучих ароматических веществ пива, высокое содержание компонентов старения	Высокое качество исходного пива, отделение кислорода, введение дрожжей, промывание деалкоголизированного пива диоксидом углерода.
Привкус жирных кислот, кисловатый вкус	Недостаток ароматических веществ пива, высокое содержание жирных кислот и альдегидов Штрекера	Производство сула с низким содержанием карбониллов, применение специальных сортов солода, использование дрожжей с высокой жизнеспособностью, промывание диоксидом углерода, обработка без внесения кислорода,

		дополнительное внесение сахара.
--	--	---------------------------------

Заключение по обзору литературы

Проведен обзор литературы, в котором рассмотрены современные методы производства безалкогольного пива. Определен наиболее экономичный способ производства безалкогольного пива – метод остановленного брожения, требующий наименьшего количества оборудования и расхода сырья. В то время как непрерывные технологии требуют более высоких затрат на контроль качества готового продукта и производственный контроль по причине различной продолжительности выдержки в реакторе.

На основе обзора данных литературных источников выявлена актуальность и перспектива развития производства безалкогольного пива.

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Постановка эксперимента и схема его проведения

Исследования проводились в производственной лаборатории ООО «Пивоварня Кожевниково».

Данная диссертационная работа проводилась в несколько этапов.

На первом этапе исследования нами был изучен вопрос о целесообразности разработки безалкогольного пива, как альтернативы слабоалкогольным напиткам на основании анализа отечественных литературных источников. А также рассмотрены различные методы производства безалкогольного пива, оценены достоинства и недостатки каждого способа.

На следующем этапе эксперимента изучили динамику производства и потребления слабоалкогольной и безалкогольной продукции в России.

На третьем этапе эксперимента обоснован выбор сырья для производства безалкогольного пива. Определены физико-химические показатели используемых сортов солода, проведена сравнительная характеристика штаммов дрожжей. Оценены и подобраны ферментные препараты, необходимые для приготовления безалкогольного пива.

На четвертом этапе исследований представлена и описана технологическая схема производства безалкогольного пива на предприятии ООО «Пивоварня Кожевниково».

На пятом этапе проведенных исследований описаны правила техники безопасности в производственной лаборатории.

В целях контроля все лабораторные исследования проводились в трёхкратной повторности для каждого опыта с доверительной вероятностью 0,98%.

2.2 Объекты и методы исследований

2.2.1 Объекты исследований

Объектами исследования в представленной диссертационной работе являлись:

- данные по потреблению и производству пивобезалкогольным напиткам;
- соложеное сырьё: ячменный и пшеничный солода;
- дрожжи расы WSL-17, W34/70;
- ферментные препараты: Ультрафло МАХ, Термамил SC, Матурекс 2000L, Финизим 250L.

Материалы исследований – безалкогольное пиво, полученное с использованием данного сырья.

2.2.2 Методы исследований

Для определения оценки качества зернового сырья использовали стандартные и традиционные методы, применяемые в солодовенной и пивоваренной промышленности.

Внешний вид, вкус и запах готового солода определяли по ГОСТ 10967-90 [23].

Влажность определяли с помощью прибора ВНИИХП-ВЧ (прибор Чижовой К.Н.). Данный прибор позволяет произвести обезвоживание за 5-10 мин за счет того, что мука распределяется тонким слоем и прогревается непосредственно прилегающими к ней с обеих сторон массивными металлическими плитами, нагретыми до температуры 160-165°C [24].

Определение массовой доли экстрактивных веществ зернового сырья проводили в соответствии с ГОСТ 29294 [21].

Определение белковых веществ проводили колориметрическим методом Лоури. Метод основан на реакции реактива Фолина с фенольными радикалами некоторых аминокислот, входящих в состав белков, в результате которой образуется соединение синей окраски, интенсивность которой зависит от содержания белка [24].

2.2 Результаты исследования и их обсуждение

Основной целью данной работы является разработка рецептуры безалкогольного пива на предприятии ООО «Пивоварня Кожевниково».

На основании поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить рынок безалкогольного пива и оценить перспективу его развития.
2. Изучить существующие технологии производства безалкогольного пива.
3. Разработать рецептуру производства безалкогольного пива

Все исследования проводились в трехкратной повторности. В работе представлены средние значения полученных результатов.

2.4 Анализ рынка пива в России

Пивоваренная отрасль России сегодня – это: более 500 пивоваренных предприятий различной мощности, производственные площади которых расположены в 73 субъектах Российской Федерации; свыше 1500 торговых марок пивоваренной продукции, в число которой входят как национальные бренды, так и популярные региональные марки; свыше 60 тыс. человек, работающих на предприятиях отрасли.

Современный российский рынок пива относится к крупнейшим в мире по объему производства и является наиболее динамичным и емким сегментом продовольственного рынка. В последнее десятилетие его развитие характеризовалось неравномерностью. Сейчас предприятия пивной отрасли России функционируют в сложных экономических условиях. Факторы внешнего окружения отрасли представляют собой больше угроз, нежели благоприятных возможностей. В результате этого на рынке пива в России произошло беспрецедентное снижение объемов производства практически всех видов продукции, значительное сокращение ассортимента выпускаемой продукции [7]. Динамика производства пива в РФ за последние годы отражена на рисунке 2.1

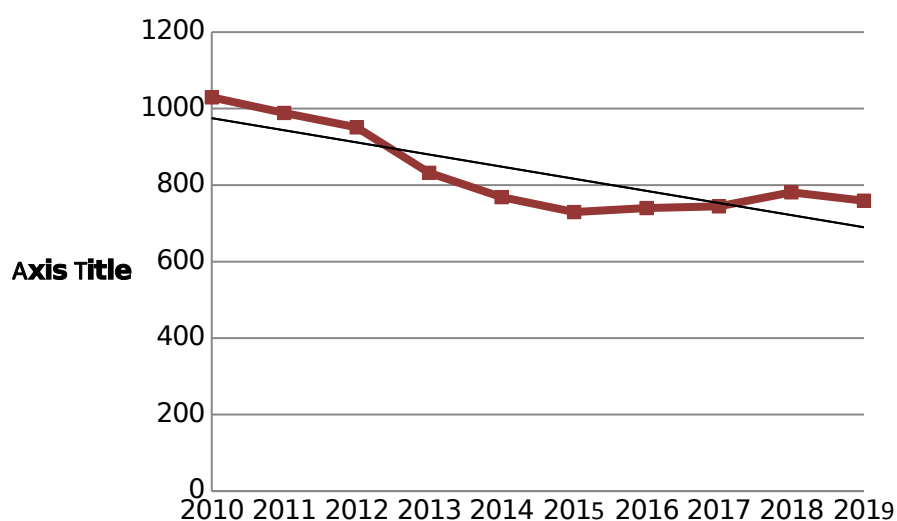


Рисунок 2.1 - Динамика производства пива в РФ за 2010-2019 гг,

С 2010 по 2014 год производство пива сократилось на четверть. На это повлияли как причины общеэкономического характера — ухудшение финансовой ситуации в стране, ужесточение нормативного режима, так недостаточное качество реализации функций управления финансами специалистами организаций.[7,8]

Пивоварение в России переживает не лучшие времена. В первую очередь сказались меры по контролю и ограничению производства и продажи пива: ЕГАИС, возможная отмена ПЭТ-тары и лицензирование деятельности, временные ограничения розничной торговли, запрет на рекламу и т.д. Наиболее уязвимыми для негативных последствий подобных мероприятий являются предприятия малого и среднего бизнеса — как в производстве, так и в розничной торговле. 2015 год показал прирост финансовых показателей по сравнению с предыдущими периодами [9].

В 2016 году и первой половине 2017 г. итоговые цифры по выпуску пива настраивали на позитивный лад. Сначала рынок стабилизировался, затем динамика стала позитивной. Однако в начале лета продажи пива резко обвалились. Причинами негативной динамики стали вступившее в силу с 1 января 2017 года ограничения производства и оборота (за исключением розничной продажи) пива в ПЭТ-упаковке объемом выше 1,5 л, неблагоприятные погодные условия в отдельных регионах страны и продолжающееся снижение реальных доходов населения [10].

Наиболее известными российскими брендами пива являются Очаковское, Клинское, Балтику, Невское и другие. В результате крупномасштабных слияний в России сейчас 5 компаний контролируют 84% рынка пива. Лидерами рынка пива являются компании «Балтика» (Carlsberg), «САН ИнБев», «Хайнекен», «Эфес», представляющие все влиятельные международные пивоваренные группы. Таким образом, крупные транснациональные корпорации ориентированы на размещение производственных мощностей в России, вследствие чего практически весь

ассортимент продукции пивной промышленности, представленный в розничной торговле, изготавливается в России [7,8,11].

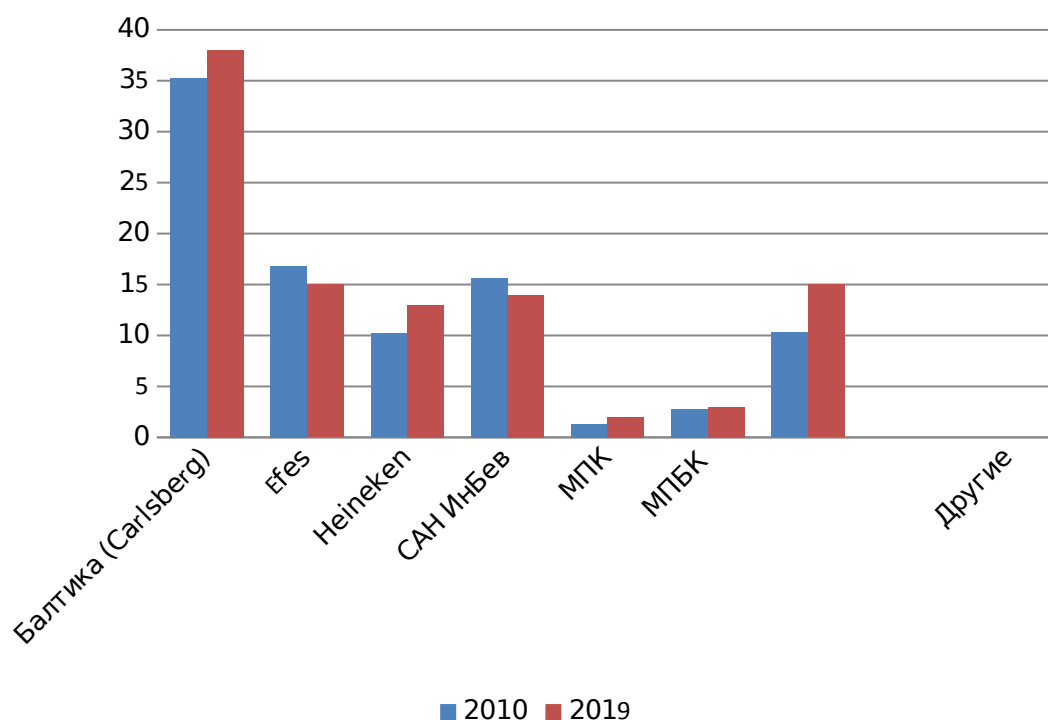


Рисунок 2.2 - Крупнейшие производители пива в России

В советские годы отечественные солодовни (всего их было около 80), большинство из которых использовало еще довоенные технологии, могли обеспечить только 30-40% от необходимых потребностей пивзаводов - 350-360 тыс. т. Но главная причина дефицита солода была не технологическая.

В Советском Союзе практически отсутствовал пивоваренный ячмень, необходимый для производства солода. Поэтому большое количество солода закупали за рубежом. Но и импортного солода - в основном чешского, германского, французского и бельгийского - на всех не хватало. В первую очередь солодом обеспечивались московские и ленинградские пивзаводы, а также сочинский пивкомбинат, так как этот город являлся всесоюзной здравницей [12].

Проблему нехватки сырья пивовары решали по-разному, придумывая различные способы производства пива без солода. Самый распространенный

- это купажирование: плохой российский солод смешивали с хорошим импортным. Помимо этого, солод разбавляли кубинским сахаром или рисом. Самый простой и одновременно самый распространенный способ борьбы с дефицитом, заключался в том, что при варке пива солода использовали меньше, чем требуется. После появления на российском рынке иностранных компаний требования к качеству выросли — разбавлять ячменный напиток сахаром или рисом западные технологи позволить не могли. Вряд ли бы оценили такие изыски и отечественные потребители: одно дело, когда выбор делается между "Жигулевским" и "Ячменным колосом", и совсем другое — когда на прилавке соседствуют десятки сортов от разных компаний [12].

Но самое главное — пивной рынок в середине 90-х начал расти как на дрожжах, вследствие этого росло и потребление солода российскими пивоварами. Например: в 1994 году объем потребления пива на душу населения составлял 17 л. По результатам компании "Ренессанс Капитал" за десятилетие потребление выросло втрое и составило 51 л. Таким образом, объем производства в среднем рос на 15-20% в год. Причем показатели потребления пива в Москве (60 л на душу населения в год) вплотную приблизились к немецким, а в Петербурге (70 л) им уже уравнились. Но не стоит обольщаться тем, что россияне будут пить, как чехи (140 л). Однако прогнозировать положительную динамику производства ячменного напитка все-таки можно. В результате уже к 2000 году фактический дефицит солода составлял приблизительно 50%. Российские солодовни выпускали около 500-600 тыс. т солода, тогда как рынок требовал более 1 млн. Недостающий объем ввозился из-за рубежа. Однако, при ошеломляющем росте пивного рынка (в конце 90-х он достигал 25% в год) никто из пивоваров серьезным развитием сырьевой базы не занимался. Единственное исключение — солодовня Soufflet, построенная в 2000 году в непосредственной близости от "Балтики".

2002-2003 годы стали переломными для отечественного рынка солода. О начале строительства собственных солодовен заявили все лидеры пивного

рынка: "Балтика" (солодовенный проект в Туле), "Очаково" (Пенза) Sun Interbrew (Саранск), "Красный Восток" (Новосибирск), ПИТ (Хабаровск). Мотивацией пивоваров, развивающих свои солодовенные заводы, проста: своя солодовня может обеспечить бесперебойные поставки сырья и главное, собственный солод позволяет существенно сэкономить [12].

На рынке солодовенной промышленности вновь произошли фундаментальные изменения – результат совместного действия многих факторов, которые сначала толкали его вверх, а затем привели к обвалу. Главной тенденцией 2008 года являлось развитие пивоваренными компаниями собственной сырьевой базы и сокращение объёмов торгуемого солода. В 2009 году расширился состав ведущих поставщиков, у которых возросло количество заказчиков.

Инерционность развития солодовенной отрасли по отношению к производству пива, и, в свою очередь, инерционность в расширении посевов пивоваренного ячменя, привели к тому, что пик производства сырья для пивоваров пришелся на тот период, когда необходимость в нем начинала падать. На фоне активного роста рынка пива мощным толчком для расширения посевных площадей под пивоваренный ячмень и роста перерабатывающих мощностей оказали неурожайные 2006 – 2007 гг. К началу 2008 года спрос на свободно торгуемый солод был удовлетворен, а к середине этого года понижающее давление на текущие цены оказывали дополнительные два фактора - ожидание большого урожая ячменя и наметившаяся стагнация рынка пива. Далее действие этих факторов только усиливалось [12].

Главной тенденцией 2010-2011 гг. стало самостоятельное развитие солодовенных производств пивоваренными компаниями. Высокая прибыль прошлых лет позволяла инвестировать большие средства в сокращение себестоимости, а высокие цены на солод не оставляли сомнений в эффективности такой политики. В частности, компании "Балтика", Efes и Heineken реализовали проекты по модернизации и строительству

собственных солодовен. Колебания цен на рынке солода можно было назвать нормальными, если бы они отражали баланс спроса и предложения свободно торгуемого сырья. В условиях насыщенного рынка они определяются ценой ячменя, стоимостью его переработки, коммерческими и управленческими расходами крупнейших вертикально интегрированных компаний [13].

Так как весной 2010 года появилось огромное количество свободного сырья, его следовало реализовать, чтобы хватило мощностей по зернохранению под новый урожай. В связи с этим компания «Русский солод» поспособствовала резкому падению цен, начав продавать свою продукцию по цене ниже рыночной. С начала 2010 года пивоваренные компании стали заказывать небольшие объемы солода по договорной цене с целью покрытия текущих производственных потребностей. Солодовни, в свою очередь, стали производить продукцию на основании краткосрочных прогнозов закупок ключевых клиентов. Если рынок пива покажет признаки стабилизации, потребность в солоде должна сразу возрасти.

До 2010 года рынок пива сокращался, но из-за повышения акцизов, конец 2011 - начало 2012 года ознаменовались быстрым ростом розничной стоимости пива. Активное освоение ведущими компаниями технологий производства пива с использованием несоложенного сырья – один из главных факторов, повлиявший на сокращение потребления солода. Несомненно, развитие данных технологий стимулировали высокие цены на солод. Этот процесс не повлиял на качество пива, поскольку острая конкурентная ситуация не позволяет производителям рисковать потерей потребителей. Общеизвестно, что в современной технологии пивоварения используется ряд возможностей сокращения производственных затрат без ухудшения вкуса напитка, в первую очередь, за счет применения различного сырья - риса, кукурузы, несоложенного ячменя. Эти материалы переводятся в растворимую форму при помощи ферментов солода, что способствует значительному сокращению его потребления [13].

Поставщикам солода, которые хотели сохранить и улучшить свою позицию на рынке, пришлось иметь дело с большим количеством региональных пивзаводов. Особенностью поставок солода небольшим производителям пива является то, что решения о сотрудничестве принимаются на локальном уровне, а не за рубежом, как у некоторых международных пивоваренных компаний. Часто небольшие предприятия ориентируются на несколько крупных поставщиков, стараясь, с одной стороны, снизить цену на сырье, с другой - добиться отсрочки платежа. Ввиду падения цен, с рынка ушли компании, которые работали по давальческим схемам и не обладали собственными мощностями по переработке. К 2010 году стало гораздо меньше рекламно-информационных сообщений о продаже солода, которые не исходили бы напрямую от производителей [13].

Объём предложения на российском рынке солода по итогам 2014 года остался практически на уровне 2013 года. При этом внутреннее производство снизилось на 3%, импорт вырос на 28%, объём экспортных поставок увеличился на 4%. Объём производства солода по итогам 2014 года составил 1 073 тыс. тонн, что 3% меньше 2013 года. По итогам января-июня 2015 года объём производства солода составил 592 тыс. тонн, что на 10% выше аналогичного периода 2014 года (539 тыс. тонн). В 2016 году внутреннее производство солода выросло на 1% по сравнению с предыдущим годом. Объём производства в 2017 году составил 1184,5 тыс. тонн, что на 11% выше, чем в 2016 году.

Данные о работе солодовенной промышленности за 2010 – 2019 гг. представлены на рисунке 2.3

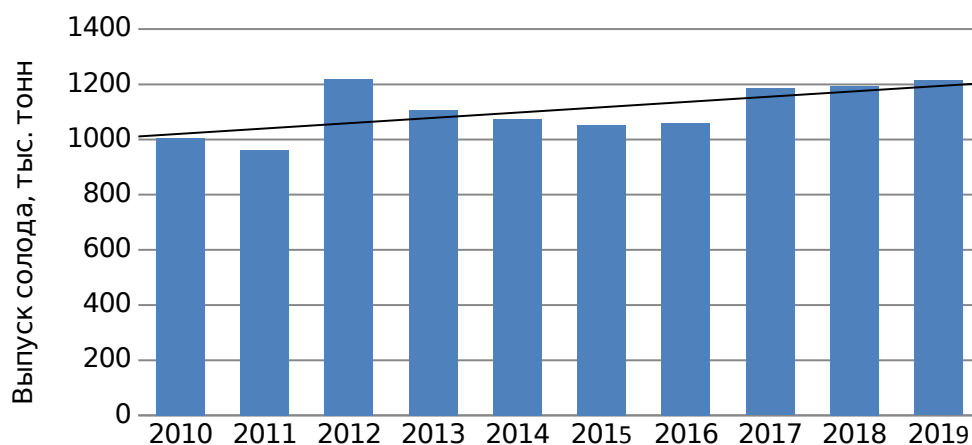


Рисунок 2.3 - Объем производства солода в РФ за 2010 – 2019 гг.

В настоящее время в России действует 70 солодовенных заводов. В России крупнейшие предприятия по выпуску солода расположены в регионах Центрального округа - в Тульской, Ярославской и Белгородской областях, - а также в Санкт-Петербурге.

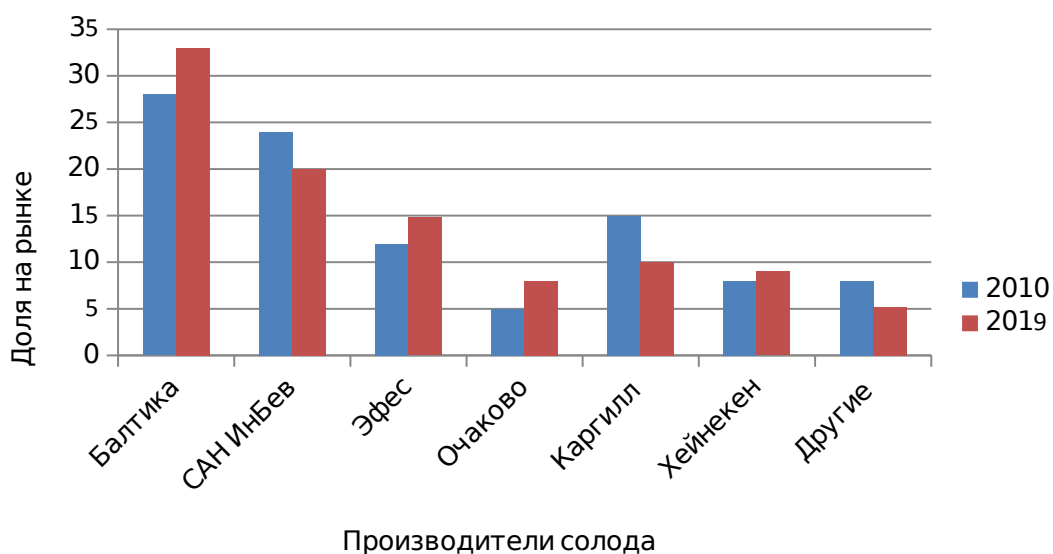


Рисунок 2.4 - Крупнейшие производители солода в России в 2010 – 2019 гг.,
ТЫС.ТОНН

По данным Росстат лидирующим федеральным округом по производству солода в Российской Федерации является ЦФО. Данные о

работе выпуска солода по Федеральным округам РФ представлены в таблице 1.

Таблица 2.1 - Объем производства солода в Федеральных округах России за период 2010 – 2019 гг., тыс. тонн

Наименование региона	Год									
	Производство солода, тыс. тонн									
Федеральный округ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Российская Федерация, в том числе:	1005	961	1220	1106	1073	1052	1060	1184	1195	1214
Центральный Федеральный округ	631	568	792	733	719	715	717	782	787	790
Северо-Западный Федеральный округ	78	96	112	89	90	86	88	101	103	105
Южный Федеральный округ	20	14	19	12	4	3	4	16	17	17
Приволжский Федеральный округ	199	211	215	204	189	185	186	208	210	211
Уральский Федеральный округ	7	7	7	7	7	6	7	8	8	8
Сибирский Федеральный округ	70	65	70	61	61	56	58	69	70	72

2.5 Исследование потребительских предпочтений на рынке пива и анализ рынка безалкогольного пива в Томской области

Цель проведения данного исследования является изучение предпочтений населения Томской области по отношению потребления пива и пивных напитков. В связи с этим был проведен социологический опрос, являющийся маркетинговым исследованием. Анкетирование респондентов проходило весной 2020 года, среди сотрудников предприятия ООО «Пивоварня Кожевниково» и случайных прохожих города Томска. В анкетировании всего поучаствовали 413 человек, среди которых 51,7% мужчины и 48,3% женщины. Анкетирование сопровождалось следующими вопросами:

- возраст респондента;
- частота употребления пива и пивных напитков;
- типичные места покупки и потребления слабоалкогольных напитков;
- отношение к цене слабоалкогольного напитка;
- предпочтение светлых и темных сортам;
- объём разового потребления;
- выбор тары;
- предпочтение по производителям;
- предпочтение по крепости напитка.

Далее на рисунке 2.5 изображены возрастные группы потребителей пива и пивных напитков в Томской области.

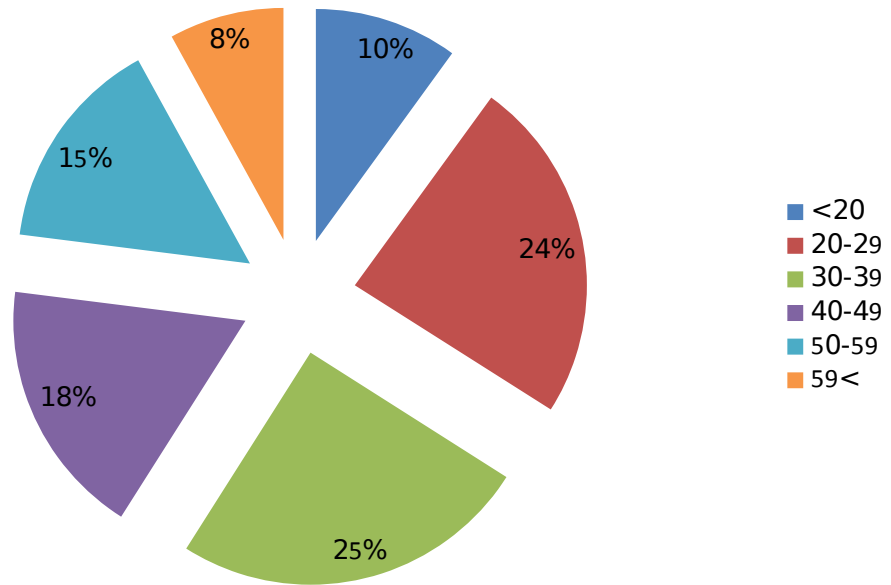


Рисунок 2.5 – Возрастные группы потребителей слабоалкогольных напитков

По данным диаграммы видно, что наибольшая часть потребителей слабоалкогольных напитков приходится на возрастную категорию от 20 до 39 лет, и составляет 49%. Основную массу потребителей слабоалкогольных напитков составляют мужчины.

Нельзя оставить без внимания вопрос о частоте потребления пива и пивных напитков. Результаты проведенного опроса отражены на рисунке 2.6.

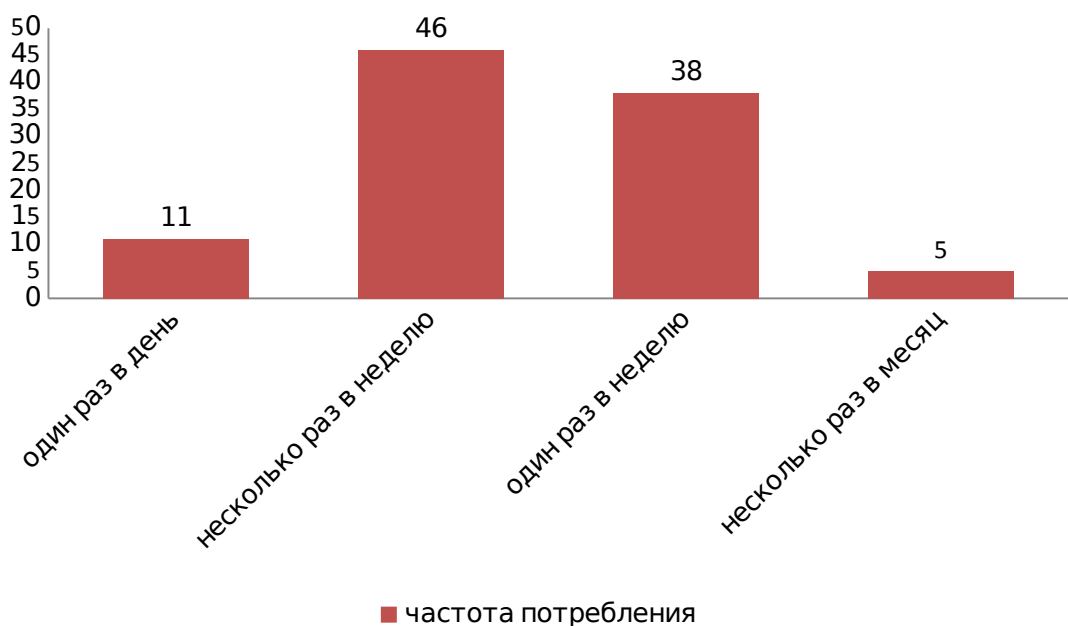


Рисунок 2.6 – Частота потребления слабоалкогольных напитков

Анализируя данный рисунок, около 46% опрошенных респондентов потребляют пиво несколько раз в неделю. Таким образом, можно сделать вывод о популярности данных напитков у населения.

Далее оценим результаты анализа мест потребления слабоалкогольных напитков. Результаты опроса представлены на рисунке 2.7.

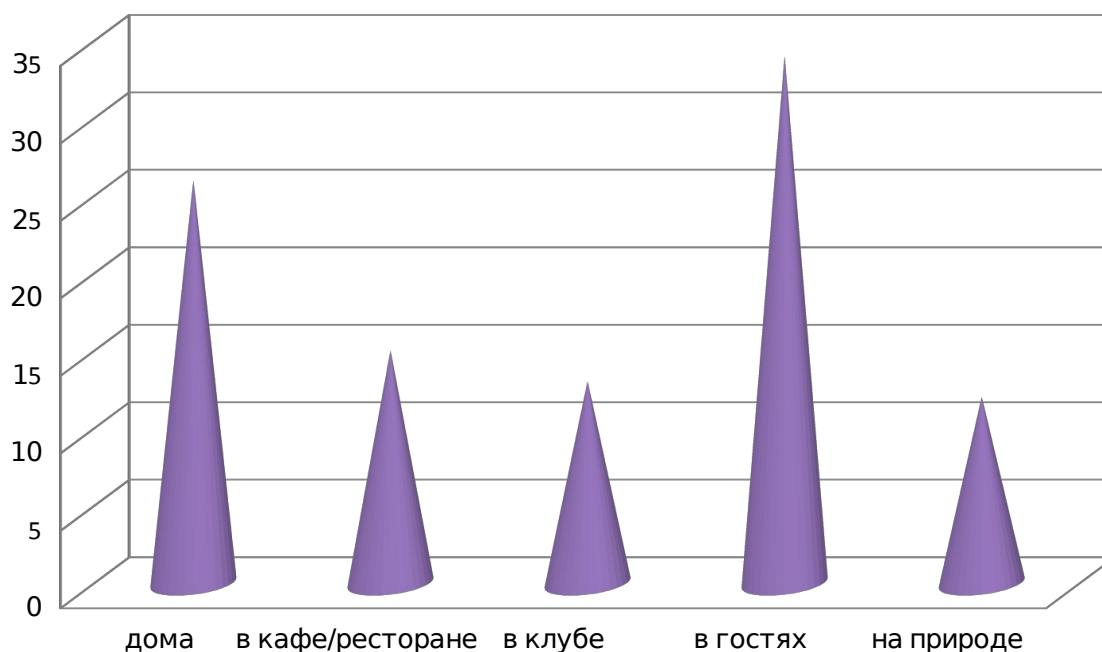


Рисунок 2.7 – Места потребления пива

По данным рисунка 2.7 видно, что наиболее популярное место потребления пива – в гостях, составляет 34%. Наименее популярное место потребления слабоалкогольных напитков – на природе (13%). Но в летний период данный показатель увеличится. Приблизительно одинаковое количество респондентов употребляют слабоалкогольные напитки в заведениях (суммарный показатель 28%).

Потому как слабоалкогольные напитки потребляются населением в различных местах, интересно оценить вид тары. На рисунке 2.8 отражен анализ выбора тары респондентов.

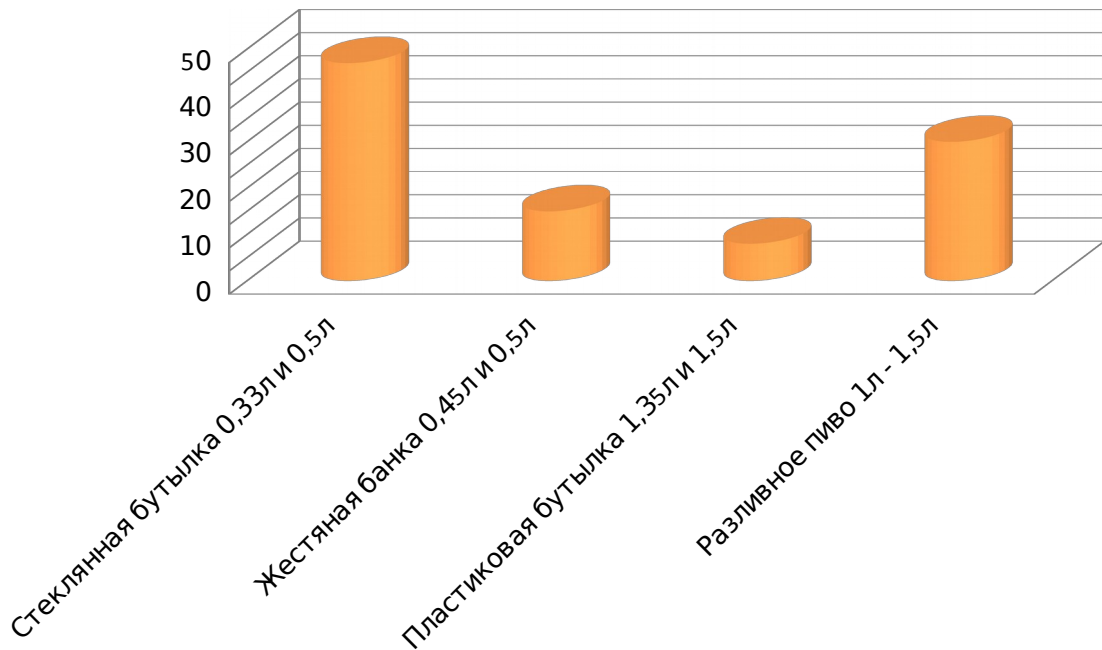


Рисунок 2.8 – Предпочитаемая респондентами тара

Анализируя данные опроса, представленные на рисунке 2.8, можно сделать вывод, что наиболее популярным видом тары у опрошенных респондентов является стеклянная бутылка (47%). Это обусловлено тем, что стеклянная бутылка качественнее сохраняет вкус и аромат напитка и содержание в нём CO_2 . Также это связано с разовой нормой потребления слабоалкогольного напитка у населения. Наименьшей популярностью является пластиковая бутылка (8%). Данный вид тары предпочтителен для потребления пива в гостях или на природе, так же как и разливное пиво в пластиковой бутылке, однако предпочтение отдаётся ему (28%). Это связано с тем, что в пластиковой бутылке в сетях пиво обычно имеет срок годности 120 суток. И потребитель руководствуется выбором «свежего» пива с завода, поэтому большим спросом пользуется разливное пиво. Также минусом ПЭТ-бутылки является их низкая защитная способность. ПЭТ-бутылка состоит из полиэтилентерефталата, который пропускает газы, в результате чего продукт резко снижает свои качественные характеристики по истечении двух недель.

Далее проведем анализ по количеству потребляемых слабоалкогольных напитков за один приём. Результаты анализа представлены на рисунке 2.9.

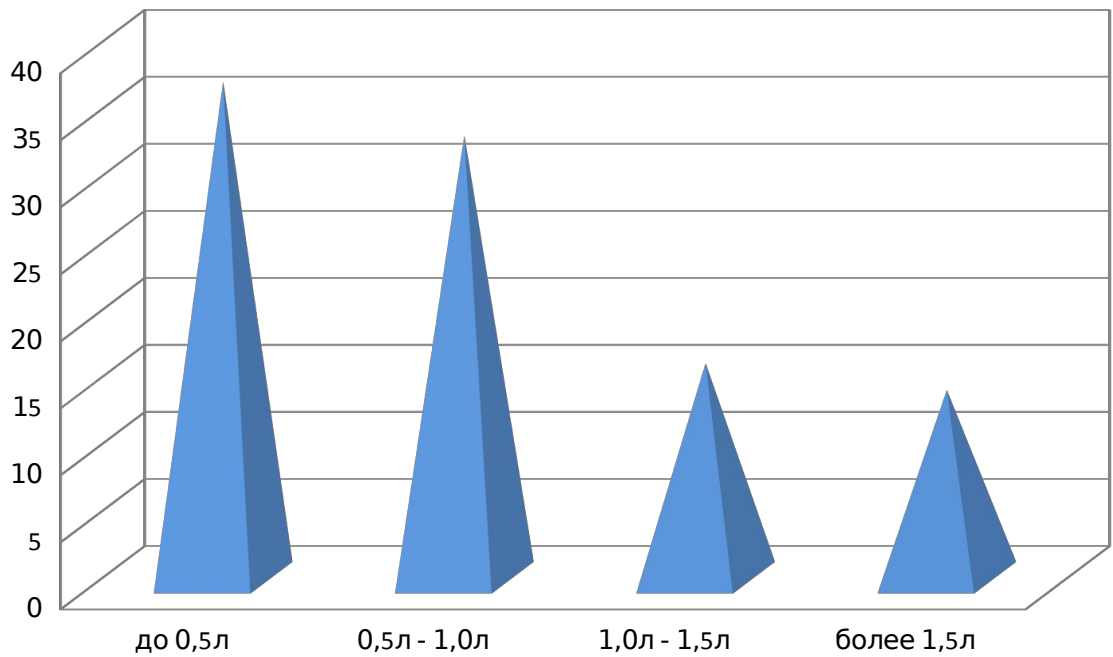


Рисунок 2.9 – Единовременное потребление слабоалкогольных напитков

По подсчитанным данным проведенного опроса следует, что наибольшее число респондентов предпочитает употреблять единовременно данные напитки (37%). На втором месте составляет 0,5л-1,0л за один прием (порядка 33%). Меньше всего опрошенное население употребляет более 1,5л за один приём (14%).

Потому как целью диссертационной работы является разработка безалкогольного пива на предприятии ООО «Пивоварня Кожевниково», то важно было оценить анализ крепости предпочитаемых слабоалкогольных напитков у потребительской группы. Результаты данного исследования представлены на рисунке 2.10.

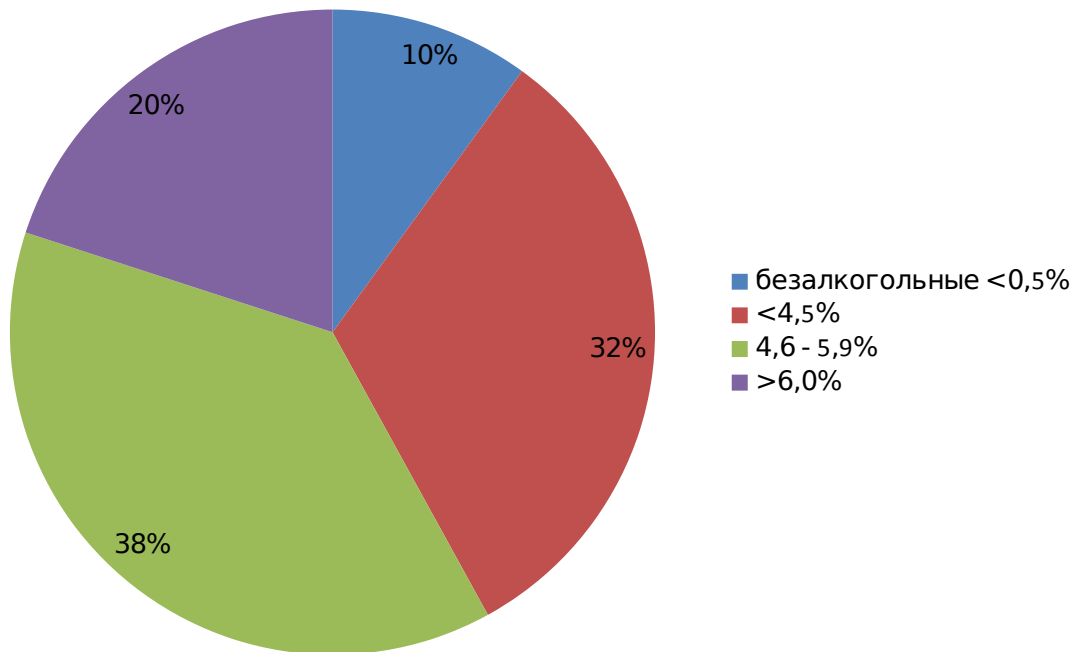


Рисунок 2.10 – Предпочтение респондентов по крепости слабоалкогольных напитков

По данным рисунка 2.10 видно, что 38% опрашиваемого населения предпочитает слабоалкогольные напитки с содержанием этилового спирта от 4,6% до 6,0%. Необходимо отметить, что безалкогольное пиво составляет 10%, а также напитки с низким содержанием алкоголя выбирают 32% потребителей. По данным опроса, можно сделать вывод, что безалкогольное пиво и пиво с низким содержанием этилового спирта выбирает женская аудитория, когда достаточно крепкое пиво с объёмной долей этилового спирта более 6,0% предпочтительна для мужской аудитории. Так же часть мужской аудитории потребляет безалкогольное пиво, в основном в летний период (для возможности сесть за управление транспортного средства).

Далее проведено маркетинговое исследование по анализу представленного безалкогольного пива на полках магазинов.

На данный момент безалкогольное пиво на «разливном» рынке отсутствует. В тарированном виде безалкогольное пиво в Томской области занимает 1,8-2,5% соответствующего рынка, с тенденцией к росту.

Безалкогольное пиво является одной из немногих растущих категорий рынка пива.

Ценовая категория безалкогольного пива: средняя, базовая розничная цена составляет до 80 руб. за 1 литр.

Текущая рыночная ситуация безалкогольного пива в Томской области представлена следующим образом: лидерами данной категории являются: ООО «Пивоваренная компания Балтика» часть Carlsberg Group, нидерландская пивоваренная компания «Amstel», нидерландская пивоваренная компания «HEINEKEN». «Классические» сорта безалкогольного пива данных представителей, которые повторяют вкус соответствующих алкогольных сортов: «Балтика 0», «Amstel 0», «HEINEKEN 0».

Помимо сортов безалкогольного пива компаний-лидеров, на полках супермаркетов постепенно появляется пшеничное безалкогольное пиво Бочкарёвского пивоваренного завода - «WEISS BERG БЕЗАЛКОГОЛЬНОЕ».

Также на рынке представлен сорт безалкогольного пива крафтовой пивоварни из Нижнего Тагила «CRAZY BREW» - «SUB ZERO» (ниже нуля) в стеклянной бутылке с ценой порядка 130 руб.

Также на рынке представлены и пивные напитки с содержанием объёмной доли этилового спирта до 0,5%. Наиболее яркие представители данной категории - «Балтика 0 Нефильтрованное Пшеничное» и Noegaarden 0,0% (Хугарден безалкогольный).

Не смотря на то, что безалкогольное пиво дешевле в производстве и не требует уплаты акциза, его ценовая категория соответствует алкогольной продукции – 60-75 руб. за жестяную банку/стеклянную бутылку 0,5л.

2.6 Обоснование целесообразности использования сырья для производства безалкогольного пива

В соответствии с поставленной целью на данном этапе эксперимента обоснован выбор зернового сырья и штамма дрожжей для производства безалкогольного пива.

Солод – пророщенное в искусственных условиях зерно злаковых культур. Основным сырьём для приготовления пивоваренного солода является ячмень. Данный выбор обоснован тем, что зерна ячменя содержат большое количества крахмала, который в дальнейшем при производстве пивного сусла гидролизуется в сбраживаемые сахара. Благодаря знанию правильной переработки ячменя и солода можно получить пиво хорошего качества.

Ячменный солод зависит от сорта используемого для его производства ячменя и района его возделывания. Солод имеет достаточно сложную химическую структуру. В основном химический состав солода формируется в процессе солодоращения при протекании биокаталитических процессов. В результате данных биохимических изменений большая часть нерастворимых биополимеров зерна превращаются в растворимые. Данный процесс приводит к заметному повышению выхода экстрактивных веществ [14].

Помимо ячменного светлого солода, существует карамельный тип солода. Данный сорт используется для полноты вкуса готового напитка и повышения его цветности. Также карамельный солод придает «солодовый» привкус.

В данной работе, помимо светлого солода, используются такие солода как Карახель, Сага 20, Сага 100, Пшеничный солод.

Солод CARAMELL (Карახель) – карамельный солод, изготовленный из двухрядного ячменя. Данный сорт солода создает более полное тело

готовому напитку, увеличивает пеностойкость, а также придаёт глубокий медный цвет и ноты карамели [15].

Cara 20 (Кара 20) - это самый светлый кристаллический/карамельный солод. Производят его в специальном барабане, где он карамелизуется и при невысоких температурах сушки получает свой интересный вкус. Его обычно применяют для повышения стабильности пены в пиве, а благодаря низкой цветности его можно использовать в небольших пропорциях в светлом пиве в целях улучшения пеностойкость и пенообразование.

Cara 100 (Кара 100) стабилизирует аромат и вкус, а так же увеличивает пеностойкость. Для этого солода характерна высокая степень карамелизации. Продукты, образующиеся в процессе обжига, являются антиоксидантами. Обладает достаточно насыщенным ореховым и хлебным ароматом.

Пшеничный солод Soufflet (3.5-4 EBC) произведен из отборных сортов чешской пшеницы. Может использоваться до 60% в засыпи для светлых сортов пива или в виде части смеси для остальных сортов.

Оценку качества пивоваренного солода проводят с помощью следующих методов: визуальная оценка, с помощью механических методов анализа и технохимический контроль сырья.

Определены основные физико-химические показатели солодов, используемых в данной диссертационной работе. Показатели отражены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Физико-химические показатели солода

Наименование показателя/сорт	Светлый солод	Carahell	Cara 20	Cara 100	Пшеничный солод
1	2	3	4	5	6
Массовая доля экстрактивных веществ, % с.в.	76	77	79	78	79
1	2	3	4	5	6
Массовая доля	4,8	5,3	5,2	2,7	6,2

влаги, %					
Массовая доля	11,4	11,2	11,1	10,9	11,9
белка, %					
Кислотность, к.ед.	1,0	1,2	1,0	0,9	0,9
pH	6,1	5,3	5,5	5,4	6,1
Цвет, EBC	2,8	19	20	98	4,1
Продолжительность осахаривания, мин	19	20	19	20	24

Анализируя данные таблицы 1.2, можно сделать вывод, что применение данных солодов целесообразно применять для производства безалкогольного пива. Массовая доля экстрактивных веществ в анализируемых специальных солодах соответствует солоду высшего и 1 класса. Массовая доля экстрактивных веществ у светлого солода соответствует солоду 2 класса. Потому как продолжительность осахаривания пшеничного солода составляет 24 минуты, то на производстве могут возникнуть проблемы с качеством суслу, а в дальнейшем и пива. Гидролиз крахмала пройдет не полностью.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод о том, что применение исследуемых солодов целесообразно в данной диссертационной работе. Изученные сорта солода имеют достаточно высокие физико-химические характеристики, их производят в крупных масштабах и достаточном количестве.

Помимо анализа зернового сырья на данном этапе эксперимента изучили характеристику таких рас пивоваренных дрожжей, как W34/70 и WSL-17.

Культурные дрожжи W34/70 являются одним из самых известных штаммов в мире. Дрожжи данного штамма используются для производства различных видов лагера (Lager, Pilsner, Bavarian Helles, Bavarian Dunkel, Schwarzbier) [20].

Дрожжи данного штамма имеют высокую бродильную активность, обладают высокой флокуляционной способностью, положительно влияют на пену. Температура задачи дрожжей должна составлять 9-12°C. Для ведения

благоприятного процесса брожения необходимо поддерживать температуру главного брожения 10-12°C. Рекомендуется повышение температуры главного брожения на 2,5°C выше фактической температуры при достижении видимой степени сбраживания выше 52%.

Очень высокая редукция диацетила при использовании W34/70. Данные культурные дрожжи отлично подходят для высокоплотного пивоварения, имея спиртоустойчивость 7,5% об. Разница между теоретической и фактической конечной степенью сбраживания - низкая (КСС 78-81%) [20].

Производство веществ, влияющих на аромат:

- Ацетальдегид: среднее
- Высшие спирты: низкое
- Эфиры: высокое
- Серосодержащие соединения: от низкого до среднего

Дрожжи *Saccharomycodes ludwigii* были открыты в 19 веке как вредители вина. В пивоваренной промышленности специальный штамм WSL-17 используют для производства слабоалкогольного и безалкогольного, солодового сортов пива (Alcohol-free beer, Low alcohol beer, Sweet Beer, Malztrunk, Malzbier). Также данный штамм дрожжей возможно использовать при производстве кваса [20].

Штамм WSL-17 способен сбраживать только определенные сахара: глюкозу, фруктозу и сахарозу. Мальтоза и мальтотриоза данным штаммом дрожжей не сбраживаются. Дрожжи WSL-17 сбраживают около 15% экстракта при норме в 78-82%. Температура задачи дрожжей должна составлять 14-18°C. Рекомендуется вести процесс брожения при довольно высокой температуре (14 - 20°C), также необходимо подкисление суслу перед брожением до pH 4,5-4,8 (например, с помощью молочной кислоты). Процесс брожения протекает очень медленно. Разница между теоретической и фактической конечной степенью сбраживания: высокая (КСС 12-15%). Рекомендуется с определенного момента вести брожение под давлением либо

искусственно карбонизировать пиво по причине слабой естественной карбонизации [20].

Дрожжи обладают очень низкой активностью брожения и средней флокуляционной способностью. Достаточно спиртоустойчивы (6% об.). WSL-17 отрицательно влияют на пеностойкость, средне влияют на редукцию диацетила [20].

Производство веществ, влияющих на аромат:

- Ацетальдегид: очень низкое
- Высшие спирты: очень низкое
- Эфиры: среднее
- Серосодержащие соединения: очень низкое

В связи с тем, что не все солода имеют высокие физико-химические показатели, в производстве безалкогольного пива планируется внесение ферментных препаратов.

В ходе данной работы были использованы такие ферментные препараты фирмы Novozimes: Ультрафло мах, Термамил SC, Финизим 250 L, Матурекс 2000 L.

Ультрафло МАХ – уникальный фермент для улучшения фильтрации, который способствует повышению производительности и снижению расходов, независимо от степени растворения солода. Данный препарат специально разработан для использования при затирации с целью разрушения клеточных стенок, которые остаются в сусле. Таким образом, ультрафло мах необходим для снижения вязкости и обеспечения нормального протекания фильтрации сусла и пива при переработке всех типов солода. При применении данного ферментного препарата происходит снижение бета-глюканов, арабиноксиланов, что благоприятно способствует повышению скорости фильтрации пивного сусла, а в дальнейшем и пива. Таким образом, ультрафло мах позволяет экономить фильтрующие материалы [16].

Термамил SC – жидкий ферментный препарат, который предназначен для осахаривания затора. Данный ферментный препарат содержит α -амилазу с повышенной термостабильностью, которая гидролизует α -1,4-гликозидные связи в амилазе и амилопектине. Термамил SC может работать при низких значениях pH (оптимум 5,2-5,8) и температуре (80-85°C). Активность данного ферментного препарата не зависит от концентрации в сусле ионов кальция [17].

Финизим 250 L – ферментный препарат грибной β -глюканазы, который гидролизует β -глюкан ячменя (1,4- и 1,3- β -глюкан) до олигосахаридов с образованием небольшого количества дисахаридов. В составе данного ферментного препарата имеет активность целлюлаза. Финизим 250 L применяют при брожении и созревании пива в целях предотвращения проблем с его фильтрацией и для устранения возможных проблем, связанных с помутнением пива, вызываемого β -глюканом [18].

Матурекс 2000 L – очищенная α -ацетолактат декарбоксилаза (АЛДК). Данный препарат используют для сбраживания пива. Ферментный препарат предотвращает образование диацетила, катализируя декарбоксилирование α -ацетолактата до ацетоина. В связи с этим, длительность процесса созревания пива намного сокращается, либо совсем исключается из процесса производства пива [19].

Далее в таблице 2.3 представлена рекомендуемая производителем данных ферментных препаратов дозировка.

Таблица 2.3 – Рекомендуемая дозировка ферментных препаратов.

Наименование ФП	Min дозировка	Max дозировка
1	2	3
1	2	3
Ультрафло МАХ, кг/т	0,8	2,0
Термамил SC, кг/т	0,5	1,5
Финизим 250 L, г/гл	0,5	1,0
Матурекс 2000 L, г/гл	1,0	2,0

Данные ферментные препараты, представленные в таблице, рекомендуется задавать в минимальной дозировке, в целях экономии себестоимости готового продукта.

Проанализировав результаты проведенного анализа можно сделать вывод, что представленное сырьё рекомендуется применять в качестве основного и вспомогательного сырья для производства безалкогольного пива.

2.7 Выбор технологии и разработка рецептуры безалкогольного пива

В ходе анализа различных способов производства безалкогольного пива самой подходящей для предприятия ООО «Пивоварня Кожевниково» является технология остановленного брожения.

Одним из основных этапов производства безалкогольного пива является приготовление пивного сусла. Качество готового сусла, а затем и пива, напрямую зависит от качества используемого сырья и проведения технологии в варочном цехе.

Потому как безалкогольное пиво характеризуется низкой степенью сбраживания, а значит низким содержанием алкоголя в готовом напитке, стоит уделить внимание не только оценке физико-химических показателей сусла, но и органолептическим.

На первом этапе эксперимента производства безалкогольного пива подобрали технологию приготовления пивного сусла и технологический режим брожения.

Сусло готовили с использованием только светлого солода. Параллельно сбраживали данное сусло с помощью штаммов дрожжей W34/70 и WSL-17.

Приготовление пивного сусла осуществляли одноотварочным способом затирания. Гидромодуль составлял 1:4. Нагрев общей массы затора начинали с 37°C, затем выдерживали цитолитическую паузу в течение минут, далее осуществляли нагрев до белковой паузы – 52°C в течение 20 минут. По истечении белковой паузы перекачивали 30% затора в фильтрационный аппарат, нагрев же основной смеси продолжили до 62°C, и выдерживали данную паузу в течение 10 минут. Далее нагрели до паузы осахаривания – 72°C, выдержали до полного осахаривания затора. После чего откачали еще 50% от основного затора в фильтрационный аппарат.

Оставшийся в заторном аппарате затор нагрели до 100°C и выдержали 10 минут. После чего соединили обе части затора в фильтрационном аппарате, и общая температура затора составила 78°C. Скорость нагрева затора на протяжении всего процесса затираания составляла 1°C/мин. После процесса фильтрации сусла, провели процесс кипячения с внесением необходимого количества хмеля и перекачали в гидроциклонный аппарат. Затем оценили качество полученного сусла, представленное в таблице 2.4.

Таблица 2.4– Показатели качества светлого сусла

Образец	Продолжительность фильтрации, мин	Массовая доля экстрактивных веществ, % с.в.	Продолжительность осахаривания, мин	Прозрачность
Сусло светлое	38	8,5±0,2	20	Сусло прозрачное, с блеском, цвет ярко выражен, без помутнений

После чего провели процесс брожения данного сусла с использованием рас пивоваренных дрожжей W34/70 WSL-17.

Задачу дрожжей W34/70 производили при температуре 7°C. Норма задачи дрожжей составила 20 млн.кл/мл. Температуру брожения 7°C поддерживали на протяжении всего процесса брожения. Главное брожение длилось в течение суток. После чего концентрация объёмной доли этилового спирта составила 0,4%об., реальная степень ферментации составила 7,0%. При достижении данной концентрации алкоголя, полученный продукт охладили до 0°C.

Задача дрожжей WSL-17 производилась при температуре 15°C. Главное брожение протекало при температуре 16-17°C. Длительность процесса брожения составила 3 суток. При достижении содержания объёмной доли этилового спирта 0,4%, пиво поставили на охлаждение до 0°C. Далее и в первом, и во втором образце сняли дрожжи и отфильтровали готовый продукт.

Далее провели сравнительную дегустацию полученных напитков и сделали полный анализ пива. Результаты дегустации и физико-химического анализа полученного безалкогольного пива представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Органолептические и физико-химические показатели полученного безалкогольного пива.

Наименование показателя	Б/а пиво, полученное с помощью W34/70	Б/а пиво, полученное с помощью WSL-17
1	2	3
Прозрачность	Прозрачная пенящаяся жидкость без осадка и посторонних включений, не свойственных пиву	
Аромат	Чистый, сброженный солодовый, с хмелевым ароматом, присутствует аромат молодого пива	
Вкус	Чистый, сброженный, солодовый, с хмелевой горечью, с привкусом молодого пива	
Экстрактивность начального сусла, %	8,5±0,1	
Объёмная доля спирта, % об.	0,48±0,1	0,5±0,1
Кислотность, к.ед.	1,6±0,1	1,8±0,1
pH	4,3±0,1	4,2±0,1
Кажущийся экстракт, %	7,7±0,1	7,5±0,1
1	2	3
Действительный экстракт, %	7,9±0,1	7,7±0,1
RDF (реальная степень ферментации)	6,4±0,1	6,6±0,1

По полученным результатам, представленным в таблице видно, что при использовании для производства безалкогольного пива штамма дрожжей WSL-17 у готового продукта кислотность составила 1,8 к.ед., что на 0,2 к.ед. больше, чем при использовании для процесса брожения дрожжей W34/70. Также реальная степень сбраживания безалкогольного пива с помощью дрожжей WSL-17 выше. Минусом данных дрожжей будет ужесточенный контроль показателя видимой концентрации сухих веществ и содержания алкоголя. Так как данные дрожжи бродят при достаточно высокой температуре (16-17°C), то охлаждение цилиндро-конического аппарата будет идти дольше, а дрожжи во время процесса охлаждения будут продолжать сбраживать сахара сусла, в связи с этим допустимое содержание алкоголя может быть превышено. Также из-за высокой температуры брожения с помощью штамма дрожжей WSL-17 возможен риск развития посторонней микрофлоры, что в дальнейшем приведет к порче продукта (скисанию пива). Данный штамм дрожжей по своим характеристикам рекомендуется использовать для производства безалкогольного пшеничного пива.

На рисунках 3.0 и 3.1 представлены графики брожения светлого пива с использованием дрожжей W34/70 и WSL-17.

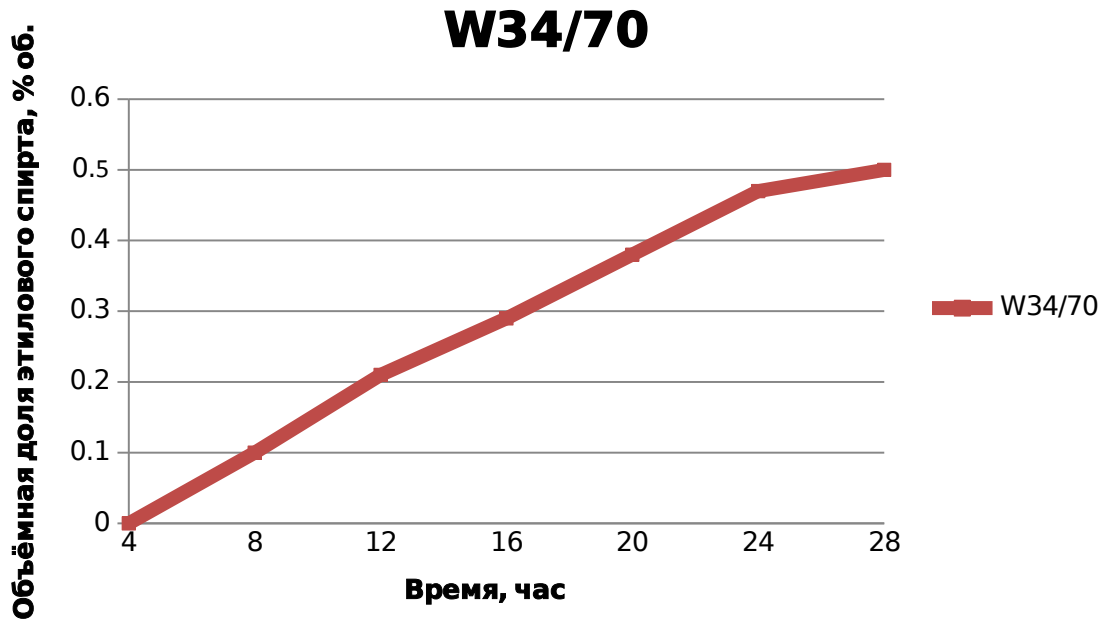


Рисунок 3.0 – График брожения светлого пива на дрожжах W34/70

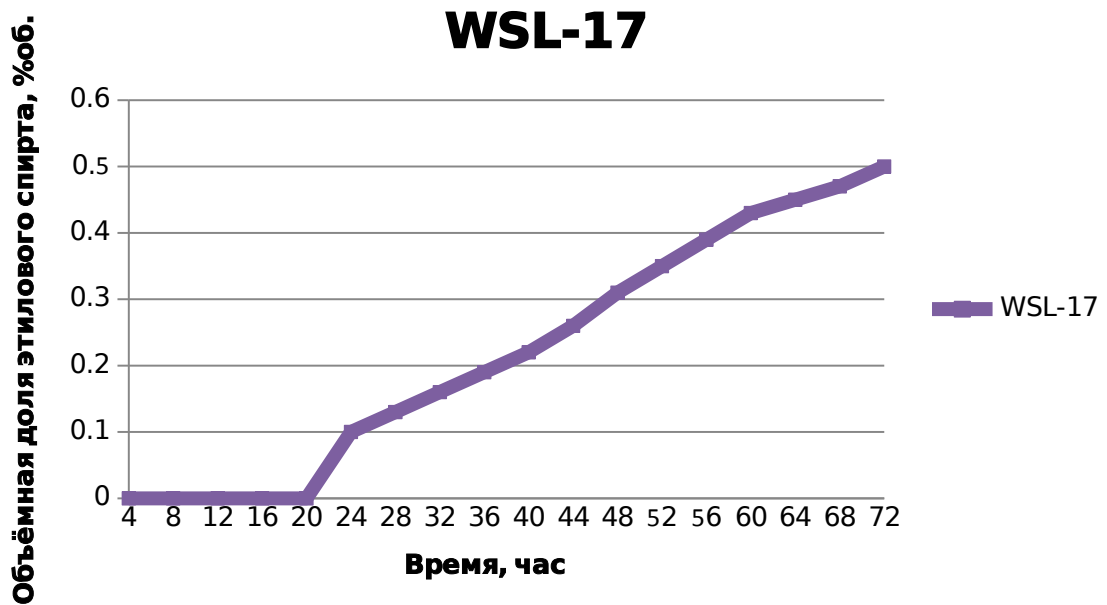


Рисунок 3.1 – График брожения светлого пива на дрожжах WSL-17

В связи с полученными данными, было принято решение использовать в качестве производства безалкогольного пива на предприятии ООО «Пивоварня Кожевниково» технологию остановленного брожения с применением дрожжей штамма W34/70.

На следующем этапе эксперимента улучшали рецептуру безалкогольного пива с помощью специальных солодов, для придания напитку полноты вкуса. Ингредиентный состав сусла представлен в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Ингредиентный состав сусла

Наименование компонента, %	Номер образца		
	1	2	контроль
1	2	3	4
Светлый солод	90	92,5	100
Carahell	10	-	-
Cara 20	-	5	-
Cara 100	-	2,5	-

Приготовление сусла всех образцов проводили аналогично контрольному образцу светлого сусла.

Приготовление пивного сусла осуществляли одноотварочным способом затирания. Гидромодуль составлял 1:4. Нагрев общей массы затора начинали с 37°C, затем выдерживали цитолитическую паузу в течение 5 минут, далее осуществляли нагрев до белковой паузы – 52°C в течение 20 минут. По истечении белковой паузы перекачивали 30% затора в фильтрационный аппарат, нагрев же основной смеси продолжили до 62°C, и выдерживали данную паузу в течение 10 минут. Далее нагрели до паузы осахаривания – 72°C, выдержали до полного осахаривания затора. После чего откачали еще 50% от основного затора в фильтрационный аппарат. Оставшийся в заторном аппарате затор нагрели до 100°C и выдержали 10 минут. После чего соединили обе части затора в фильтрационном аппарате, и общая температура затора составила 78°C. Скорость нагрева затора на протяжении всего процесса затирания составляла 1°C/мин. После процесса фильтрации сусла, провели процесс кипячения с внесением необходимого количества хмеля и перекачали в гидроциклонный аппарат.

Оценку качества полученного сусла проводили по органолептическим показателям, его экстрактивности, продолжительности осахаривания затора и продолжительности фильтрации сусла. В таблице 2.7 отражены основные качественные показатели сусла.

Таблица 2.7 – Показатели качества сусла

Образец	Продолжительность фильтрации, мин	Массовая доля экстрактивных веществ, % с.в.	Продолжительность осахаривания, мин	Прозрачность
1	2	3	4	5
Образец 1	40	8,5±0,2	20	Сусло прозрачное, с блеском, цвет ярко выражен, без помутнений
Образец 2	40	8,5±0,2	18	Сусло прозрачное, с блеском, цвет ярко выражен, без помутнений
Контроль	38	8,5±0,2	20	Сусло прозрачное, с блеском, цвет ярко выражен, без помутнений

По результатам таблицы видно, что наименьшая продолжительность осахаривания оказалась у образца №2, значение данного показателя составило 19 минут. Наибольшее время осахаривания составило у образцов №1 и №3 – 20 минуты. Время фильтрации сусла увеличилась в образцах при

добавлении карамельных солодов. По органолептическим показателям установлено, что все образцы суслу имели гармоничный вкус. Образец №1 отличался ореховым послевкусием, образец №2 имел отличную полноту вкуса, образец №3 – пустоват во вкусе. Таким образом, оба образца могут использоваться для дальнейшего производства безалкогольного пива.

Далее в полученное сусло мы задаем дрожжи W34/70 при температуре 7°C, норма задачи дрожжей 20 млн.кл/мл. Брожение всех трёх образцов протекает в течение 24 часов. При достижении алкоголя 0,4%об., пиво охлаждаем. Снимаем дрожжи и отправляем на фильтрацию.

Проводим полный анализ получившегося безалкогольного пива, представленный в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Физико-химический анализ образцов безалкогольного пива

Наименование показателя	контроль	1 образец	2 образец
1	2	3	4
Экстрактивность начального суслу, %	8,5±0,2	8,5±0,2	8,5±0,2
Объёмная доля этилового спирта, % об.	0,51±0,1	0,49±0,1	0,5±0,1
Кислотность, к.ед.	1,6±0,1	1,6±0,1	1,6±0,1
pH	4,3±0,1	4,4±0,1	4,3±0,1
Кажущийся экстракт, %	7,7±0,1	7,8±0,1	7,75±0,1
1	2	3	4
Действительный экстракт, %	7,9±0,1	8,0±0,1	7,93±0,1
RDF (реальная степень ферментации)	6,4±0,1	6,3±0,1	6,36±0,1

Далее проведена дегустация приготовленных образцов безалкогольного пива. Дегустация пива проводилась в соответствии с существующими на данном предприятии дегустационными листами, в которых существуют следующие оценочные показатели: цвет, горечь, вкус, насыщенность CO_2 , аромат, карамельный аромат (для сортов пива, в которых присутствует карамельные солода), соответствие сорту. При анализе данных, полученных после проведения дегустации, было выявлено, что наибольшее количество баллов набрал образец №2. Образец №2 на втором месте, набравший 21,5 балл. Образец №1 набрал 19 баллов, контрольный образец безалкогольного пива набрал 13 баллов. Во всех образцах выявлен аромат молодого пива. Во всех образцах наблюдается недостаточное содержание CO_2 . Данные дегустации отражены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Суммарная балловая оценка качества безалкогольного пива

Наименование образца	Контроль	Образец №1	Образец №2
Суммарная оценка дегустации	15	17	18

На основании данных проведенной дегустации построена профилограмма, изображённая на рисунке 3.2

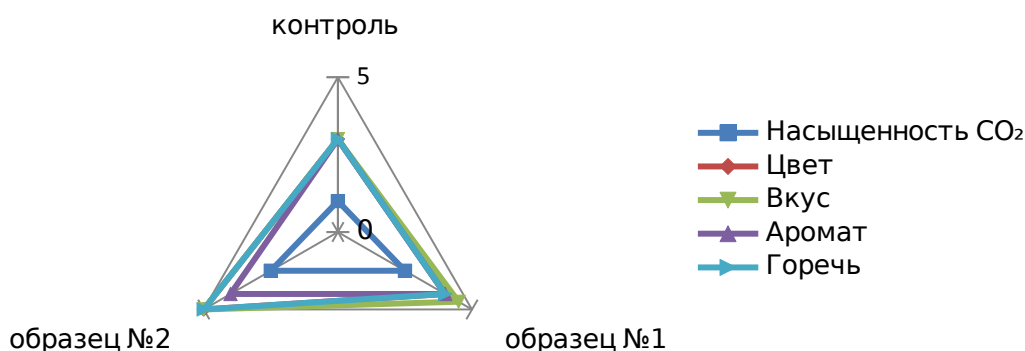


Рисунок 3.2 – Суммарная балловая оценка безалкогольного пива

Таким образом, по результатам проведенной дегустации следует, что образец №2 можно реализовывать на производстве с последующей доработкой вкуса и аромата.

На следующем этапе эксперимента в целях расширения ассортимента безалкогольного пива, было принято решение о разработке пшеничного безалкогольного пива.

В таблице 2.10 представлен ингредиентный состав пшеничного сула для дальнейшего производства безалкогольного пшеничного пива.

Таблица 2.10 – Ингредиенты состав пшеничного сула

Сорт солода	светлый	пшеничный
Образец №3	50%	50%

Приготовление пивного сула 3 образца проводили настоящим способом затирания. Гидромодуль составлял 1:4. Нагрев затора осуществляли с температуры 37°C, далее выдерживали цитолитическую паузу в течение 15 минут. Длительность данной паузы обусловлена большим высвобождением феруловой кислоты, которая в дальнейшем проявляется фенольной ноткой в готовом пшеничном пиве. По окончании

цитолитической паузы осуществляли нагрев до белковой (52°) и выдерживали в течение 10 минут (для гидролиза белковых веществ), далее нагревали затор до температуры 62°С – мальтозная пауза и выдерживали в течение 15 минут, после чего осуществили нагрев общей массы затора до 72°С, выдержка данной паузы составила 25 минут. Это связано с качественными показателями используемого пшеничного солода. После подтверждения полноты осахаривания нагрели затор до 78°С и направили на фильтрацию. Скорость нагрева затора на протяжении всего процесса затирания составила 1°С/мин.

Далее оценили качество пшеничного сусла по основным показателям, представленным в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Качество пшеничного сусла

Образец	Продолжительность фильтрации, мин	Массовая доля экстрактивных веществ, % с.в.	Продолжительность осахаривания, мин	Прозрачность
Сусло пшеничное	41	8,5±0,2	25	Сусло с небольшой опалесценцией, с блеском, цвет ярко выражен, без помутнений

Брожение пшеничного сусла решили осуществлять с помощью штамма дрожжей WSL-17.

Задача дрожжей WSL-17 производилась при температуре 15°С. Главное брожение протекало при температуре 16-17°С. Длительность процесса брожения составила 3 суток. При достижении содержания

объёмной доли этилового спирта 0,4%, пиво поставили на охлаждение до 0°C. Далее произвели съём дрожжей и отфильтровали полученное безалкогольное пшеничное пиво.

Далее провели дегустацию полученного безалкогольного пшеничного пива. Результаты дегустационной комиссии представлены в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Средняя оценка показателей пшеничного безалкогольного пива

Наименование показателя	Вкус	Цвет	Аромат	Горечь	Насыщенность CO ₂
Образец №3	4	5	5	4	3

По результатам проведенного анализа следует, что для внедрения светлого и пшеничного безалкогольного пива на производство в целях улучшения органолептических показателей и протекания технологических процессов необходимо внесение ферментных препаратов.

2.8 Разработка технологии безалкогольного пива с применением ферментных препаратов

На основании подобранного сырьевого состава, разработана технология получения суслу для безалкогольного пива с использованием ферментных препаратов. При разработке технологии учитывали физико-химические показатели применяемого сырья. Целью внесения ферментных препаратов является улучшение протекания технологических процессов и повышение вкусовых характеристик безалкогольного пива.

Как известно, во время приготовления пивного суслу периодически возникают проблемы при его фильтрации. Это может быть связано с

добавлением карамельных солодов и при использовании пшеничного солода. Необходимо отметить, что внесение ферментных препаратов не оказывает влияние на органолептические показатели готового напитка, потому как в результате высоких температур во время кипячения инактивируются и не передают свои свойства на готовую продукцию.

На данном этапе исследований для производства безалкогольного пива применяли такие ферментные препараты, как Ультрафло мах, Термамил SC.

С учетом продолжительности осахаривания, физико-химических особенностей используемого сырья и времени фильтрации, дозировку ферментных препаратов осуществляли от min до max рекомендуемой. В таблице 2.13 представлены данные о подборе дозировки ферментных препаратов для светлого и пшеничного суслу.

Таблица 2.13 – Варианты подбора дозировки ферментных препаратов

Образец суслу	Термамил SC	Ультрафло мах
Светлое контроль	-	-
Пшеничное контроль	-	-
Образец №1 св.	0,05	0,08
Образец №2 св.	0,1	0,13
Образец №3 св.	0,15	0,2
Образец №4 пш.	0,05	0,08
Образец №5 пш	0,1	0,13
Образец №6 пш.	0,15	0,2

Светлое суслу готовили одноотварочным способом при гидромодуле 1:4. По окончании дробления и перекачке затора в заторный чан вносили ферментный препарат ультрафло МАХ, с целью разрушения в сусле веществ клеточных стенок. Нагрев общей массы затора начинали с 37°C, затем выдерживали цитолитическую паузу в течение 5 минут, далее осуществляли нагрев до белковой паузы – 52°C в течение 20 минут. По истечении белковой паузы перекачивали 30% затора в фильтрационный аппарат, нагрев же основной смеси продолжили до 62°C, и выдерживали данную паузу в течение 10 минут. Далее при нагреве до паузы осахаривания – 72°C, внесли

ферментный препарат термамил SC, содержащий термостабильную α -амилазу для разжижения клейстеризованного крахмала и дальнейшего улучшения его осахаривания. Выдержали на 72°C до полного осахаривания затора. После чего откачали еще 50% от основного затора в фильтрационный аппарат. Оставшийся в заторном аппарате затор нагрели до 100°C и выдержали 10 минут. После чего соединили обе части затора в фильтрационном аппарате, и общая температура затора составила 78°C . Скорость нагрева затора на протяжении всего процесса затираания составляла $1^{\circ}\text{C}/\text{мин}$. После процесса фильтрации сусла, провели процесс кипячения с внесением необходимого количества хмеля и перекачали в гидроциклонный аппарат.

Приготовление пшеничного сусла проводили настойным способом затираания. Гидромодуль составлял 1:4. Нагрев затора осуществляли с температуры 37°C , внесли ферментный препарат ультрафло мах, далее выдерживали цитолитическую паузу в течение 15 минут. Длительность данной паузы обусловлена большим высвобождением феруловой кислоты, которая в дальнейшем проявляется фенольной ноткой в готовом пшеничном пиве. По окончании цитолитической паузы осуществляли нагрев до белковой (52°) и выдерживали в течение 10 минут (для гидролиза белковых веществ), далее нагревали затор до температуры 62°C – мальтозная пауза и выдерживали в течение 15 минут, после чего осуществляли нагрев общей массы затора до 72°C , при нагреве внесли ферментный препарат термамил SC. После подтверждения полноты осахаривания нагрели затор до 78°C и направили на фильтрацию. Скорость нагрева затора на протяжении всего процесса затираания составила $1^{\circ}\text{C}/\text{мин}$.

Анализ полученного сусла проводили по основным физико-химическим показателям. Данные эксперимента представлены в таблице 2.14.

Таблица 2.14 – Физико-химические показатели сусла

Образец сусла	Время осахаривания	Время фильтрации
Светлое контроль	18	40
Пшеничное контроль	25	41
Образец №1 св.	17	36
Образец №2 св.	16	31
Образец №3 св.	16	30
Образец №4 пш.	20	37
Образец №5 пш	18	34
Образец №6 пш.	18	33

По данным таблицы следует, что внесение ферментных препаратов способствует интенсификации процессов фильтрации и продолжительности осахаривания пивного сусла.

Так как, время осахаривание не поменялось при внесении термамила SC в количестве г/гл, то целесообразно использовать средневзятое значение. Потому как разница в продолжительности фильтрации при внесении ультрафло мах в количестве 0,13 и 0,2 кг/тонну сырья незначительно, то в дальнейшем расчет данного ферментного препарата будем вести исходя из дозировки 0,13 кг/т. Далее в результате выбранных дозировок ферментных препаратов, приготовим 4 образца светлого сусла и 4 образца пшеничного сусла для дальнейших исследований.

Далее проведем процесс брожения, как описывалось выше, в начале брожения внесем ферментные препараты матурекс и финизим в ток пивного сусла, согласно следующей дозировке ФП, описанной в таблице 2.15.

Таблица 2.15 – Варианты подбора дозировки ферментных препаратов Матурекс 2000L, Финизим 250L

Образец сусла	Матурекс 2000L	Финизим 250L
Светлое контроль	-	-
Пшеничное контроль	-	-
Образец №1 св.	1,0	0,5
Образец №2 св.	1,5	0,7
Образец №3 св.	2,0	1,0
Образец №4 пш.	1,0	0,5
Образец №5 пш	1,5	0,7

Образец №6 пш.	2,0	1,0
----------------	-----	-----

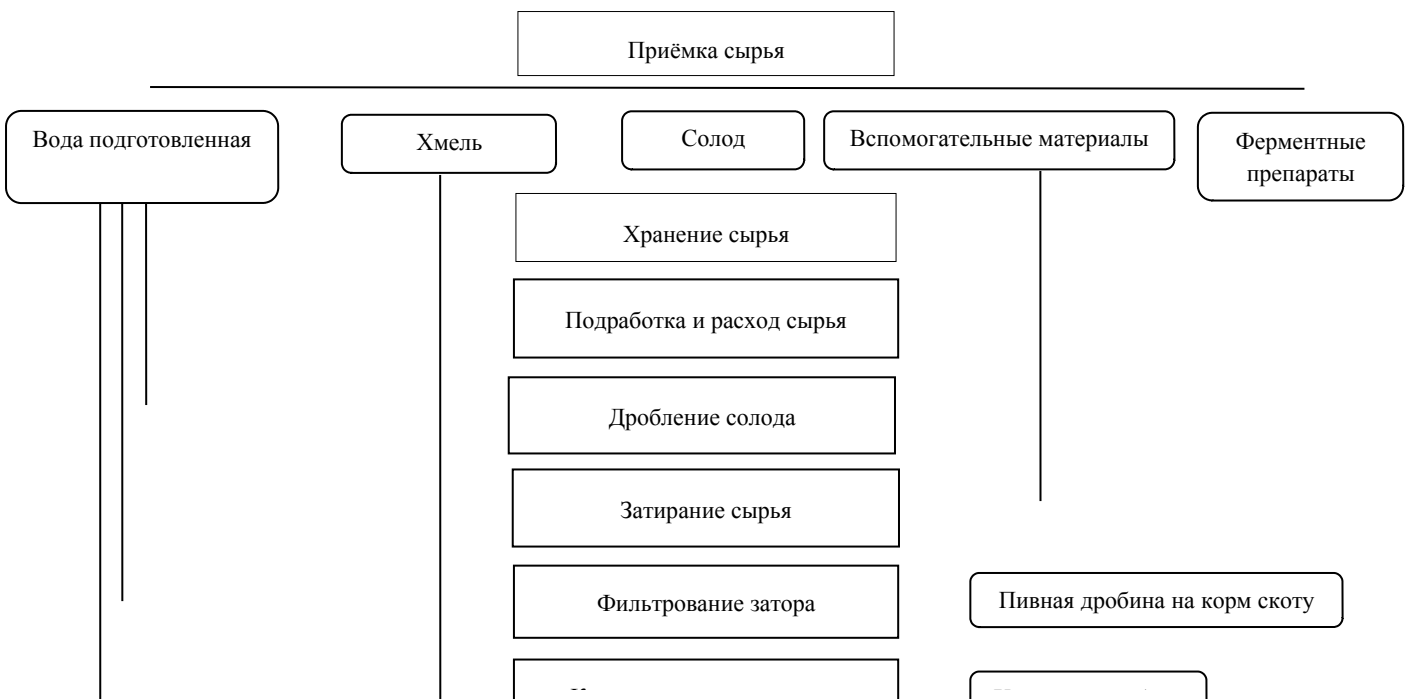
По окончании процесса брожения производили съём дрожжей и фильтрацию пива. Далее проводили сравнительную дегустацию образцов, оценку полученного безалкогольного пива проводили по следующим показателям: аромат, вкус, цвет. Данные о проведенной дегустации представлены в таблице 2.16.

Таблица 2.16 – Результаты дегустации полученного безалкогольного пива

Наименование показателя/образца	Прозрачность	Вкус	Аромат
1	2	3	4
Светлое безалкогольное пиво	Прозрачная пенящаяся жидкость без осадка и посторонних включений, не свойственных пиву	Полный солодовый лёгким привкусом карамельного и хмелевой горечью, без посторонних привкусов	Чистый, сброженный, солодовый, хмелевым ароматом, без посторонних привкусов.
1	2	3	4
Пшеничное безалкогольное пиво	Наблюдается небольшая опалесценция, свойственная пшеничному пиву	Присутствуют пряно-ароматичные тона во вкусе и аромате	Сброженный солодовый, хмелевым ароматом, пряными тонами

Далее образцы безалкогольного пива поместили в термостат при температуре 20°C, выдерживали в течение месяца и оценивали внешний вид безалкогольного пива. По истечении срока выдержки в термостате исследуемое пиво не поменяло свои органолептические показатели. В связи с этим, можно сделать вывод, что использование данных ферментных препаратов целесообразно при дальнейшем внедрении разработанных сортов безалкогольного пива в производство.

Далее представлена блок-схема производства безалкогольного пива на предприятии ООО «Пивоварня Кожевниково»



ГЛАВ

КАЯ ЧАСТЬ

3.1. Описание аппарата и схемы производства солода

Светлый солод [] с помощью автоматического транспорта, взвешива [] автомобильных весах для статического взвешивания (1) и разгружается в приёмную станцию (2), [] лос [] ори [] дит воздушно-ситовой сепар [] бункер сыпучих продуктов (9) или суточный бункер. [] димое количество солода для одного цикла варки в бункер сыпучих продуктов (7) через весы-дозатор (13).

Из бункера сыпучих продуктов солод поступает на дробилку мягкого кондиционирования (14), после процесса дробления заторная масса поступает в заторный отварочный аппарат (16). После процесса затирания заторная масса поступает в фильтрационный аппарат (20). Мутное сусло в начале фильтрации поступает в ёмкость мутного сусла (22) и возвращается насосом в фильтрационный аппарат. Сусло поступает в сборник первого сусла (25). Прозрачное сусло из фильтрационного аппарата перекачивается насосом в суловарочный аппарат (24). Хмель и вспомогательные материалы задаются во время процесса кипячения с помощью ёмкостей для задачи хмеля (30-32). После процесса кипячения охмеленное сусло перекачивается в гидроциклонный аппарат (29) для осветления. По истечении паузы в гидроциклоне сусло поступает в пластинчатый теплообменник (35), где происходит охлаждение до заданной температуры брожения. Охлажденное и осветленное сусло поступает в цилиндрико-конический танк (39).

Дрожжи для брожения поступают в ЦКТ из пропагатора (143), где выращиваются на стерильном охмеленном сусле. Стерилизация проходит в стерилизаторе (142). По окончании процесса главного брожения дрожжи снимают в отведенный ЦКТ (41), после чего их утилизируют. После процесса

дображивания пиво поступает на сепаратор (81) для предварительного осветления пива. После сепаратора пиво через пластинчатый теплообменник (106) поступает в буфер сепарированного пива (86). Дальше пиво подают на панель управления, откуда выбирают дальнейшую процедуру. Пиво подают на кизельгуровый фильтр (83), откуда через панель управления подают на фильтр-картон (84) для обеспложивания. После фильтрации пиво поступает в буфер фильтрованного пива (87). Далее пиво поступает на карбоблендер (90) для доведения до необходимого содержания сухих веществ и дополнительной карбонизации. Вода в карбоблендер подаётся из буфера деаэрированной воды (88). После процесса приготовления пиво поступает в форфас (92), выдерживается и подаётся на розлив.

Готовое пиво подаётся в цех розлива через автоматический пастеризатор (109), и поступает в буфер (113). Розлив пива в кеги осуществляется а автоматических линиях (117). Розлив продукта в ПЭТ-бутылку осуществляется на автоматизированной машине (128). Сначала из бункера преформа поступает в автомат для производства ПЭТ-бутылок (127). Далее бутылки через вентилятор подаются в карусельный ополаскиватель (128), далее поступает на розлив. После наполнения и укупорки бутылки проходят через этикетировочную машину (129), где наносится этикетка. Готовая продукция поступает на машину для укладки и обондероливания продукции (131). Далее упакованная продукция, помещается на паллет и с помощью паллетера (132) упаковывается.

ГЛАВА 4 БЕЗОПАСНОСТЬ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

4.1 Правила техники безопасности в лаборатории

1. Все лабораторные измерения должны проводиться на исправном электрооборудовании с заземлением.
2. Производственные лаборатории должны быть оснащены огнетушителем и аптечкой первой помощи.
3. На всех электрических должны быть разработаны инструкции по технике безопасности. Инструкции по технике безопасности должны быть доступны сотрудникам лаборатории и находиться вблизи электроприборов.
4. В производственных лабораториях запрещен прием пищи (за исключением дегустационного зала) и курение.
5. Запрещено использование лабораторной посуды в личных целях и хранение в одном холодильнике продуктов питания и химических реактивов.
6. Все химические реактивы необходимо хранить в отдельных шкафах без доступа света.
7. Со внутренней стороны двери шкафа с реактивами необходимо прикреплять реестр данных реактивов с указанием: названия, срока годности, даты окончания срока годности и даты изготовления.
8. Работы с концентрированными реактивами должны проводиться в вытяжном шкафу.
9. По завершении рабочего дня каждый работник производственной лаборатории отключает или проверяет отключение всех электроприборов, закрывает емкости с реактивами, закрывает воду, а уходящий последним закрывает водяные или газовые краны, отключает свет и вентиляцию.
10. Все выключатели, имеющиеся в производственной лаборатории, должны иметь четкие указатели положения «включено» или «выключено», розетки должны иметь указания величины подведенного напряжения.

11. Каждый работник производственной лаборатории должен знать место нахождения общего рубильника, которым можно отключить все устройства от питания в случае аварии [26].

В производственной лаборатории запрещается:

- нарушать требования техники безопасности;
- нарушать требования пожарной безопасности;
- использовать не исправное электрооборудование;
- использовать удлинители, провода которых не защищены от повреждения, обрыва;
- переносить включенные электроприборы;
- вскрывать защитные кожухи электрических приборов;
- преграждать подходы к электрооборудованию и распределительным щитам.

В случае возникновения загорания в производственной лаборатории необходимо постараться ликвидировать очаг возгорания собственными силами, используя огнетушитель. При этом требуется выключить подачу электроэнергии в производственную лабораторию. Если ликвидировать очаг возгорания не представляется возможным, необходимо срочно эвакуировать людей и вызвать пожарную часть [26].

4.2 Меры безопасности при оказании первой помощи

Меры первой помощи при отравлениях неорганическими веществами:

При отравлении азотной кислотой нужно обеспечить пострадавшему доступ к потоку свежего воздуха, покой, тепло. Вдыхание кислорода. Сульфадимезин или иной сульфаниламидный препарат (2 г), аскорбиновая кислота (0,5 г), кодеин (0,015 г). Необходимо сделать искусственное дыхание. Консультация врача [25].

При отравлении серной кислотой: доступ свежего воздуха. Промыть верхние дыхательные пути 2%-ым раствором питьевой соды. В нос – 2-3

капли 2% раствора эфедрина. Теплое молоко с содой, кодеин (0,015 г) или дионин (0,01 г). При попадании серной кислоты в органы пищеварения необходимо смазать слизистую рта 2% раствором дикаина. Промывание желудка большим количеством воды. Принять внутрь: столовую ложку оксида магния на стакан воды каждые 5 минут, яичный белок, молоко, крахмальный клейстер, кусочки сливочного несоленого масла, кусочки льда. Не рекомендуется вызывать рвоту и применять карбонаты. Необходимо проконсультироваться с врачом.

Отравление щелочами. Вдыхание теплого водяного пара (в воду добавить немного лимонной кислоты). Принять внутрь – теплое молоко с медом, кодеин (0,015 г) или дионин (0,01 г). Горчичники. Если щелочь попала в органы пищеварения, то необходимо смазать слизистые оболочки рта и горла 1% раствором новокаина. Внутрь принимать по столовой ложке 1% раствора лимонной кислоты каждые 3-5 минут, крахмальный клейстер с добавлением лимонной или уксусной кислоты, 2-3 столовые ложки растительного масла, кусочки льда. Проконсультироваться с врачом [25].

Меры первой помощи при отравлениях органическими веществами:

При отравлении эфиром, хлороформом, спиртом требуется обеспечить пострадавшему свежий поток воздуха, прием внутрь 0,03 г фенамина или 0,1 г коразола, или 30 капель кордиамина, или 0,5 г камфоры. Сделать пострадавшему искусственное дыхание и обеспечить вдыхание кислорода [25].

Заключение

1. Анализ ситуации рынка слабоалкогольных напитков характеризуется ростом. По проведенным исследованиям видно, что основными потребителями пива и пивных напитков являются молодые люди в возрасте от 20 до 39 лет. Рынок безалкогольного пива имеет тенденцию к развитию, в связи с этим население готово рассматривать безалкогольное пиво в качестве альтернативы слабоалкогольным напиткам.

2. На основании проведенных исследований сырья для производства безалкогольного пива обоснована его целесообразность в использовании. Определены параметры, режимы и рецептурный состав двух образцов безалкогольного пива с применением ферментных препаратов.

3. Разработана рецептура светлого безалкогольного пива и пшеничного безалкогольного пива, также построена блок-схема производства данных сортов и аппаратурно-технологическая схема.

4. Установлен подтвержденный срок хранения данной продукции. Выявлено благоприятное воздействие на организм человека и рекомендации к употреблению.

5. Разработана аппаратурно-технологическая схема производства пшеничного и соевого солода с учетом проведенных исследований.

6. В главе «Безопасность в производственных условиях» рассмотрены правила техники безопасности в производственных лабораториях и меры безопасности при оказании первой помощи.

Список используемых источников

1. Современные аспекты технологии солода. [Интернет ресурс]. – URL : <https://www.kazedu.kz/referat/137922> (Дата доступа 01-05-2020).
1. Психологические проблемы алкоголизма [Интернет ресурс]. – URL : <http://bekhterev.ru/clinika/narkologiya/bolee-podrobno-ob-alkogolizme.php> (Дата доступа 29.06.2020).
2. Алкоголь и его воздействие на человека. [Интернет ресурс]. – URL : <https://www.12stom.by/polezno-znat/stati/210-alkogol-i-ego-vozdjeystvie-na-cheloveka.html> (Дата доступа 23.06.2020).
3. Алкоголизм социальная проблема. [Интернет ресурс]. – URL : <http://bekhterev.ru/clinika/narkologiya/bolee-podrobno-ob-alkogolizme.php> (Дата доступа 01.07.2020).
4. Безалкогольные и слабоалкогольные аналоги. [Интернет ресурс]. – URL : <https://vino-lub.ru/2019/10/22/lowno> (Дата доступа 28.06.2020).
5. Profibeer портал пивного рынка - Не вредно ли безалкогольное пиво. [Интернет ресурс]. – URL : <https://profibeer.ru/temperance/ne-vredno-li-bezalkogolnoe-pivo/> (Дата доступа 28.06.2020).
6. Бак В., Практическое руководство по технологии пивоварения – пер. с нем. яз. - изд. «Medien Transfer», 430 стр.
7. Развитие российского рынка пива. [Интернет ресурс]. – URL : <https://novainfo.ru/article/4007> (Дата доступа 20.05.2020)
8. Сухова, Я.Ю. Актуальные проблемы развития рынка пива в России на примере ООО «Пивоваренная компания Наше пиво»// Студенческая наука и XXI век. - 2014. - № 11. – С. 171-174.
9. Обзор рынка пивоварения [Интернет ресурс]. - URL : <https://www.openbusiness.ru/biz/business/obzor-rynka-pivovareniya/> (Дата доступа 15.05.2020)

10. Международный аналитический журнал «Пивное дело». [Интернет ресурс]. – URL : <http://www.pivnoe-delo.info/2017/09/01/10-1-tendencij-pivnogo-rynka-rossii-2015-2017/> (Дата доступа 20.05.2020)
11. Коновалов, Д.В. Стратегическое поведение предприятия на рынке пива// Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. - 2013. - № 3. - С. 55-58.
12. Солодовни растут как на дрожжах / Газета «Коммерсантъ». [Интернет ресурс]. – URL : <https://www.kommersant.ru/doc/442383> (Дата доступа 28-04-2020)
13. Международный аналитический журнал «Пивное дело». [Интернет ресурс]. – URL : <http://www.pivnoe-delo.info/proizvodstvo-i-rynok-soloda> (Дата доступа 03-05-2020)
14. Кунце, В. Технология солода и пива. – 3-е изд., перераб. и доп. – Пер. с нем. 9-го изд. – СПб.: Профессия, 2009. – 1064 с., ил., табл.
15. Беер.рф – солод Каракхель. [Интернет ресурс]. – URL : https://xn--90aia8b.xn--plai/ingredients/grain/special_malt/karakhel/10-1-0-60 (Дата доступа 02.07.2020)
16. Novocontact – Ультрафло Мах. [Интернет ресурс]. – URL : <http://novocontact.com.ua/products/pherments/fermentnye-preparaty-dlya-piva/ultraflo-mah> (Дата доступа 30.06.2020)
17. Novocontact – Термамил SC. [Интернет ресурс]. – URL : <http://novocontact.com.ua/products/pherments/fermentnye-preparaty-dlya-piva/termamil-sc> (Дата доступа 30.06.2020)
18. Novocontact – Финизим 250L. [Интернет ресурс]. – URL : <http://novocontact.com.ua/products/pherments/fermentnye-preparaty-dlya-piva/finizim-250-l> (Дата доступа 30.06.2020)
19. Novocontact – Матурекс 2000L. [Интернет ресурс]. – URL : <http://novocontact.com.ua/products/pherments/fermentnye-preparaty-dlya-piva/matureks-2000-l> (Дата доступа 30.06.2020)

20. Дрожжевая лаборатория [Интернет ресурс]. – URL : <http://yeastlab.ru/kulturyi> (Дата доступа 30.06.2020)
21. ГОСТ 29294-14. Солод пивоваренный. Технические условия. – Введ. 01.01.2016. – М.: Издательство стандартов, 2016. –
22. ГОСТ 31711-2012. Пиво. Общие технические условия. – Введ. 01.07.2013 – М.: Издательство стандартов, 2012. –
23. ГОСТ 10967-90. Зерно. Методы определения запаха и цвета. . – Введ. 01.07.1991. – М.: Издательство стандартов, 1991 – 4с.
24. Киселева, Т.Ф. Технохимический контроль производства солода: лабораторный практикум / Т.Ф. Киселева, Е.А. Вечтомова; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2015. – 123 с.
25. Правила техники безопасности в лаборатории. [Интернет ресурс]. – URL : <http://bio-x.ru/articles/pravila-tehniki-bezopasnosti-v-laboratorii> (Дата доступа 10.06.2020)
26. Основные требования по технике безопасности в производственной лаборатории. [Интернет ресурс] – URL : <http://prodkonslab.ru/o-laboratorii/tehnika-bezopasnosti.html> (Дата доступа 15.06.2020)
27. Ермолаева, Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия/ Г. А. Ермолаева. – СПб.: Профессия, 2004. -536 с.
28. Хорунжина, С.И. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива/ С.И. Хорунжина. – М.: Колос, 1999. – 312 с.
29. Калунянц, К.А. Химия солода и пива : [Учеб. пособие для вузов по спец. «Технология бродильных производств и виноделие»] / К.А. Калунянц. – М. : Агропромиздат, 1990. – 175 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Иллюстрационный материал

Сравнительный анализ физико-химических показателей солодов

Наименование показателя/сорт	Светлый солод	Carahell	Cara 20	Cara 100	Пшеничный солод
Массовая доля экстрактивных веществ, % с.в.	76	77	79	78	79
Массовая доля влаги, %	4,8	5,3	5,2	2,7	6,2
Массовая доля белка, %	11,4	11,2	11,1	10,9	11,9
Кислотность, к.ед.	1,0	1,2	1,0	0,9	0,9
рН	6,1	5,3	5,5	5,4	6,1
Цвет, ЕВС	2,8	19	20	98	4,1
Продолжительность осахаривания, мин	19	20	19	20	24

Продолжение приложения А

Органолептические и физико-химические показатели полученного
безалкогольного пива с помощью штаммов дрожжей W34/70 и WSL-17

Наименование показателя	Б/а пиво, полученное с помощью W34/70	Б/а пиво, полученное с помощью WSL-17
Прозрачность	Прозрачная пенящаяся жидкость без осадка и посторонних включений, не свойственных пиву	
Аромат	Чистый, сброженный солодовый, с хмелевым ароматом, присутствует аромат молодого пива	
Вкус	Чистый, сброженный, солодовый, с хмелевой горечью, с привкусом молодого пива	
Экстрактивность начального сусла, %	8,5±0,1	
Объёмная доля спирта, % об.	0,48±0,1	0,5±0,1
Кислотность, к.ед.	1,6±0,1	1,8±0,1
pH	4,3±0,1	4,2±0,1
Кажущийся экстракт, %	7,7±0,1	7,5±0,1
Действительный экстракт, %	7,9±0,1	7,7±0,1
RDF (реальная степень ферментации)	6,4±0,1	6,6±0,1

Продолжение приложения А



График брожения светлого пива на дрожжах W34/70

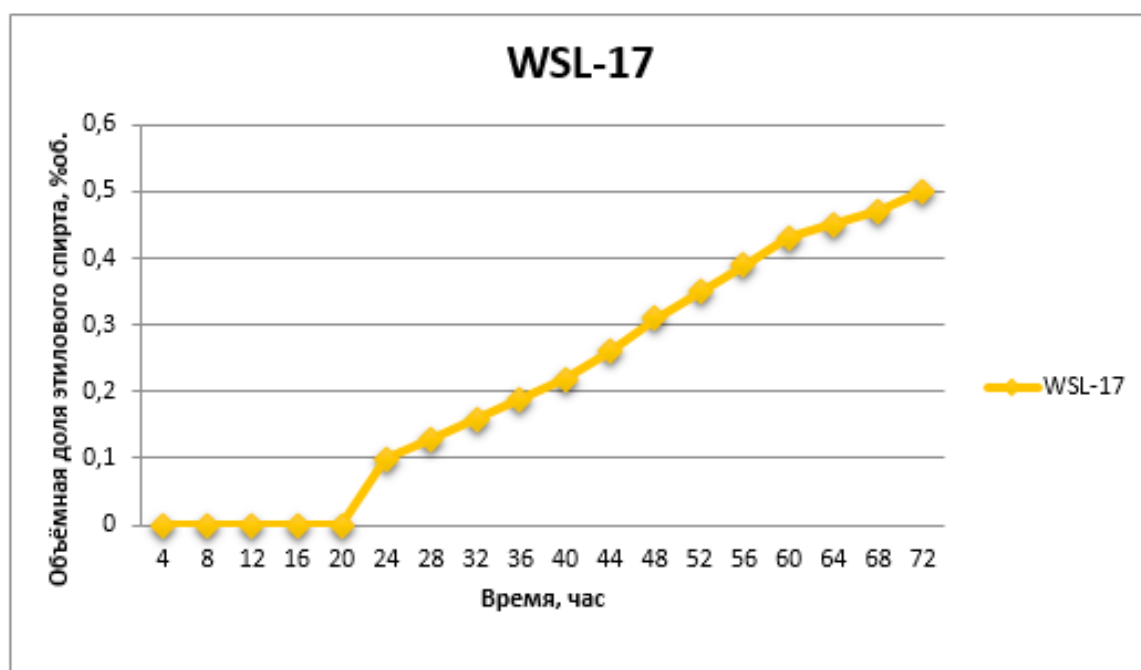


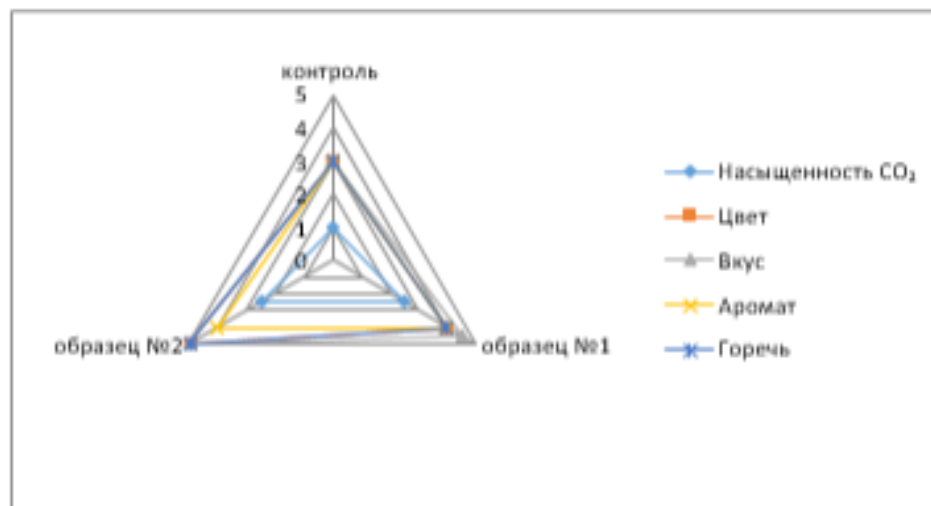
График брожения светлого пива на дрожжах WSL-17

Продолжение приложения А

**Физико-химические показатели образцов безалкогольного пива с
использованием специальных солодов**

Наименование показателя	контроль	1 образец	2 образец
Экстрактивность начального сусла, %	8,5±0,2	8,5±0,2	8,5±0,2
Объёмная доля этилового спирта, % об.	0,51±0,1	0,49±0,1	0,5±0,1
Кислотность, к.ед.	1,6±0,1	1,6±0,1	1,6±0,1
pH	4,3±0,1	4,4±0,1	4,3±0,1
Кажущийся экстракт, %	7,7±0,1	7,8±0,1	7,75±0,1
Действительный экстракт, %	7,9±0,1	8,0±0,1	7,93±0,1
RDF (реальная степень ферментации)	6,4±0,1	6,3±0,1	6,36±0,1

Суммарная балловая оценка органолептических свойств образцов б/а пива



Продолжение приложения А

Блок-схема производства безалкогольного пива на предприятии ООО
«Пивоварня Кожевниково»

