

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)



**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ
ЗАПИСКА**
к выпускной квалификационной работе

студента технологического факультета
Ф.И.О. Олиной Марии Викторовны

Кемерово 2016 г.

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Кемеровский технологический институт пищевой промышленности



Факультет технологический

Кафедра «Технология броидильных производств и виноделие»

Направление (специальность) 19.03.02 «Продукты питания из
растительного

(индекс, название)

сырья» профиль «Технология броидильных производств и виноделие»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации бакалавр

Обозначение документа ВКР

Тема «Использование органических и неорганических добавок для активации
пивных дрожжей»

Специальная часть _____

Студент Олина Мария Викторовна

Фамилия, имя, отчество, подпись

Руководитель квалификационной работы Л. В. Пермякова

Подпись, дата, инициалы, фамилия

Консультанты по разделам:

Литературный обзор

краткое наименование раздела

Л. В. Пермякова

Подпись, дата, инициалы, фамилия

Экспериментальная часть

краткое наименование раздела

Л. В. Пермякова

Подпись, дата, инициалы, фамилия

Технологическая часть

краткое наименование раздела

Л. В. Пермякова

Подпись, дата, инициалы, фамилия

краткое наименование раздела

Подпись, дата, инициалы, фамилия

краткое наименование раздела

Подпись, дата, инициалы, фамилия

краткое наименование раздела

Подпись, дата, инициалы, фамилия

Нормоконтролёр

Е.А.Вечтомова

Подпись, дата, инициалы, фамилия

Допустить к защите
Заведующий кафедрой

В.А.Помозова

Подпись, дата, инициалы, фамилия

Кемерово, 2016 г.

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Кемеровский технологический институт пищевой промышленности



Кафедра «Технология бродильных производств и консервирования»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Помозова В.А.

16.05.16

дата

подпись, фамилия, инициалы,

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Студенту группы РС – 221 Олиной Марии Викторовне

номер группы, фамилия, имя, отчество

1.Тема «Использование органических и неорганических добавок для активации пивных дрожжей»

утверждена приказом по институту № 429 от 04.04.2016

дата

2.Срок представления работы к защите 21.06.2016 г.

дата

3.Исходные данные к выполнению работы: анализ источников литературы, предварительные экспериментальные исследования

4.Содержание текстового документа:

Введение: отобразить актуальность выбранной темы

краткое содержание

4.1 Литературный обзор: проработать литературу по теме исследований

наименование раздела

краткое содержание

и составить обзор

4.2 Экспериментальная часть: изучить влияние добавок разного происхождения на технологические и физиологические показатели дрожжей и процесс сбраживания суслу

4.3 Технологическая часть: разработать аппаратурно – технологическую
наименование раздела краткое содержание
схему производства пива с внедрением результатов исследования

5. Перечень графического материала с точным указанием чертежей:

5.1 Иллюстрационный материал в виде презентации слайдов

6. Консультанты по разделам:

Литературный обзор	16.05.2016	Л.В. Пермякова
<small>краткое наименование раздела</small>	<small>подпись, дата, инициалы, фамилия</small>	
Экспериментальная часть	21.05.2016	Л.В. Пермякова
<small>краткое наименование раздела</small>	<small>подпись, дата, инициалы, фамилия</small>	
Технологическая часть	06.06.2016	Л.В. Пермякова
<small>краткое наименование раздела</small>	<small>подпись, дата, инициалы, фамилия</small>	
<small>краткое наименование раздела</small>	<small>подпись, дата, инициалы, фамилия</small>	
<small>краткое наименование раздела</small>	<small>подпись, дата, инициалы, фамилия</small>	
<small>краткое наименование раздела</small>	<small>подпись, дата, инициалы, фамилия</small>	
<small>краткое наименование раздела</small>	<small>подпись, дата, инициалы, фамилия</small>	

7. Руководитель квалификационной работы

16.05.2016 Л.В. Пермякова

подпись, дата, инициалы, фамилия

8. Дата выдачи задания 16.05.2016

Задание принял к исполнению: 16.05.2016 М. В.

Олина

подпись, дата, инициалы, фамилия

Настоящая работа посвящена исследованиям, связанным с применением добавок органического и неорганического происхождения, способствующие активации жизнедеятельности дрожжей и интенсификации технологического процесса брожения. Определены оптимальные параметры соотношения длительности обработки и дозировки активатора.

Разработана аппаратурно-технологическая схема производства пивных напитков с использованием отдельного способа брожения сахарной и пивной основы.

Содержание

Введение.....	6
1 Обзор литературы.....	7
1.1 Характеристика дрожжей.....	7
1.2 Химический состав дрожжевой клетки.....	10
1.3 Особенности метаболизма дрожжевой клетки.....	11
1.4 Факторы, влияющие на жизнедеятельность дрожжей.....	17
1.5 Стрессовые факторы, влияющие на жизнедеятельность дрожжей.....	20
1.6 Способы активации жизнедеятельности дрожжевых клеток.....	23
2 Экспериментальная часть.....	35
2.1 Объекты исследования.....	35
2.2 Постановка эксперимента.....	35
2.3 Методы исследования.....	36
2.4 Результаты и их обсуждения.....	38
2.4.1 Исследование влияния природной минеральной добавки на жизнедеятельность дрожжей.....	38
2.4.1.1 Определение оптимальных параметров активации дрожжей минеральной неорганической добавкой.....	38
2.4.1.2 Изучение процесса сбраживания сахарного сусле с использованием активированных дрожжей.....	47
2.4.2 Исследование влияния добавок органического происхождения на жизнедеятельность дрожжей.....	53
2.4.2.1 Определение оптимальных параметров активации дрожжей органическими добавками.....	53
2.4.2.2 Изучение процесса сбраживания сахарного сусле с использованием дрожжей, активированных органическими добавками.....	63
2.4.3 Сравнительная характеристика процесса сбраживания сусле	

различными добавками	69
3 Технологическая часть.....	76
Выводы.....	79
Библиографический список используемых источников.....	81
Приложение А «Определение оптимальных параметров активации дрожжей песком».....	87
Приложение Б «Характеристика процесса брожения сахарного суслу дрожжами, активированными минеральной добавкой»	88
Приложение В «Оптимальные параметры активации дрожжей органическими добавками».....	89
Приложение Г «Влияние длительности обработки на активацию дрожжей»	90
Приложение Д «Характеристика процесса брожения сахарного суслу дрожжами, активированными органическими добавками».....	91
Приложение Е «Сравнительная характеристика брожения сахарного суслу дрожжами после активации песком и органической смесью в виде отсева».....	92

Введение

За последнее время произошло много перемен в бродильной промышленности. Все большее применение получили технологические способы и приемы, ускоряющие процесс брожения путем использования различных физических факторов, использование стимуляторов роста и активных штаммов дрожжей.

В практике бродильной промышленности уделяют большое внимание ряду дрожжевых добавок, в состав которых входят необходимые вещества, участвующие в метаболизме дрожжей. Исследования в этой области проводили следующие ученые: Л.В. Римарева, В.А. Домарецкий, М.В. Гернет, В.А. Поляков, Г.А. Ермалаева и др.

Исследования, связанные с изучением закономерностей развития роста и размножения дрожжей, позволяет качественно управлять их жизнедеятельностью, а следовательно активизировать эти процессы, что приводит к интенсификации ряда других важных технологических процессов, как брожение и дображивание.

Настоящая работа посвящена исследованиям, связанным с применением добавок органического и неорганического происхождения, способствующим активации жизнедеятельности дрожжей и, тем самым, интенсификации процесса брожения и повышению качества готовой продукции. Предлагается использовать в качестве органических добавок смесь ржаного солода с сушеными яблоками, неорганического происхождения - кварцевый песок.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Характеристика дрожжей

В пивоваренной, спиртовой, винодельческой, хлебопекарной и дрожжевой промышленности дрожжи играют важную роль.

Основным процессом при производстве пива является сбраживание содержащихся в сусле сахаров в спирт и двуокись углерода. Для этого в пивоварении применяют дрожжевые грибы вида *Saccharomyces cerevisiae*. Выбранные штаммы этих дрожжей систематически разводятся в виде чистой культуры и выращиваются как пивные дрожжи. Другие штаммы этих дрожжей используются как пекарские, спиртовые или винные. Так как дрожжи не только осуществляют спиртовое брожение, но своим обменом веществ оказывают и большое влияние на вкус и характер пива, то знание компонентов дрожжей, их метаболизма и размножения имеет большое значение в бродильном производстве. [3].

Многообразие штаммов пивных дрожжей составляет две группы – дрожжи низового и верхового брожения [2]. Большинство винных и пивных дрожжей относится к дрожжам низового брожения, а дрожжи верхового брожения – спиртовые, хлебопекарные и некоторые расы пивных.

Дрожжи низового и верхового брожения имеют технологические, биологические и физиологические различия. К технологическим различиям относится разный температурный оптимум. Оптимальная температура дрожжей низового брожения составляет 6-10 °С и ниже, верховое брожение протекает при температуре 14-25 °С. В конце брожения дрожжи низового брожения оседают на дно, образуя плотный осадок, а верховые дрожжи всплывают на поверхность среды и образуют «шапку».

Биологические различия заключаются в способности дрожжей сбраживать раффинозу.

Дрожжи низового брожения полностью сбраживают рафиназу, так как обладают ферментом мелибиазой. В свою очередь низовые дрожжи не имеют этого фермента и сбраживают 14аффинозу на одну треть. Кроме того, отличием является то, что дрожжи верхового брожения образуют фермент пируватоксидазу, благодаря которой, могут использовать глюкозу для дыхания [3]. Низовые дрожжи обладают более низкой бродильной активностью, образуют в пиве меньше диацетила и высших спиртов, чем верховые [4].

Известно, что дрожжи верхового и низового брожения отличаются по, способности к хлопьеобразованию, скорости сбраживания, ассимиляции азотосодержащих веществ и другим признакам [3]. Низовые дрожжи в основном используют обмен веществ путем брожения, верховые дрожжи отличаются выраженным обменом веществ путем дыхания. Из этого вытекает, что после брожения прирост биомассы у верховых дрожжей больше, чем низовых. У низовых дрожжей ограничена способность образовывать аскоспоры – по сравнению с верховыми они образуют споры реже, а спорообразование продолжается дольше. Другим отличительным признаком является способность к хлопьеобразованию. Пивные дрожжи низового брожения подразделяются на хлопьевидные и пылевидные. Хлопьевидные в конце брожения собираются в большие хлопья и оседают на дно, пылевидные распределены в бродящем сусле тонким слоем и медленно оседают на дно. Дрожжи верхового брожения хлопья не образуют [5].

Дрожжи отличаются по отношению к факторам роста, т.е. к веществам, которые входят в состав клеток, но не могут при этом ими синтезироваться. Факторами роста для всех штаммов дрожжей являются биотин, пантотеновая кислота и мезоинозит. Некоторые штаммы дрожжей низового брожения испытывают потребность также и в пиридоксине [2].

В настоящее время широкое применение в первичном, вторичном виноделии за рубежом получило использование активных сухих дрожжей.

К их преимуществам относятся: простота приготовления, сокращение времени и затрат труда, получение в короткие сроки нужное количество дрожжевой массы, проведение брожения на чистых культурах, обеспечение стандартных органолептических показателей. Но в тоже время сухие дрожжи обладают рядом существенных недостатков. В процессе регидротации некоторые клеточные структуры повреждаются [6]. Процесс размножения высушенных и реактивированных дрожжей задерживается из-за продолжительной лаг-фазы роста культуры [7]. В процессе высушивания дрожжей повышается проницаемость клеточной стенки. И в процессе регидратации теряется до 20 % аминокислот, важные витамины: никотиновая кислота, пиродоксин, тиамин, а так же минеральные вещества. Исходя из этого, важно реактивировать сухие дрожжи на полноценном субстрате. Одновременно с препаратами сухих дрожжей производятся сбалансированные субстраты для реактивации дрожжей, которые содержат витамины группы В, аммиачные соли, дрожжевые автолизаты и набор аминокислот и пептидов. [6].

Пивные дрожжи обладают рядом недостатков и чтобы их исключить дрожжи селекционируют и в результате выводят новые штаммы дрожжей с оптимальными свойствами для пивоварения. Дрожжи подвергают генетической мутации, целью которой является повысить ферментативную активность дрожжей, обеспечить более интенсивное размножение дрожжей и как следствие интенсифицировать процесс приготовления пива.

В результате ряда опытов были получены дрожжи со способностью, сбраживать более широкий спектр углеводов, дрожжи с антиконтаминантными свойствами, дрожжи быстро сбраживающие мальтозу и многие другие. Но в настоящий момент модификация дрожжей не нашла широкого применения, так как население настороженно относится к модифицированным продуктам и производители пищевых продуктов перестали их производить [8].

1.2 Химический состав дрожжевой клетки

Химический состав дрожжей зависит от расы, состава питательной среды и физиологического состояния дрожжей [4].

Прессованные дрожжи содержат 65-75 % воды, из которой около 60 %, представляет внутриклеточную влагу [2]. Внеклеточная вода распределена между клетками, обладает электростатическим зарядом и за счет этого прессованные дрожжи эластичны.

Высокое содержание влаги необходимо для нормального обмена веществ в клетке. Вода поддерживает клеточные белки и структурные элементы клетки в гидротированном состоянии [9].

В сухом веществе дрожжей содержится: 40-60 % соединений азота, 25-35 % углеводов, 4-7 % жиров, ферменты, витамины. [2]. Дрожжи содержат около 5 % гуминовых веществ. Неорганические вещества составляют 5-10 % от массы клетки и содержат около 50 % фосфорной кислоты и 30 % калия.

Азотсодержащие вещества дрожжей представляют собой белковые вещества в количестве 63,8 %, нуклеиновые кислоты-26,1 %, амиды и пептоны- 10,1 % [10]. Чем выше содержание белка в дрожжах, тем выше их ферментативная и метаболическая активность. [9].

Основной функцией аминокислот является их участие в синтезе белка, но некоторые из них помимо этого активно включаются и в другие важные сферы метаболизма [8].

В пивоваренных дрожжах содержится глутатион – азотсодержащий компонент дрожжей в количестве 0,6-1 % от СВ. Глутатион служит для поддержания окислительно-восстановительного потенциала дрожжевой клетки [9].

В дрожжах содержатся следующие полисахариды: гликоген, маннан и глюкозан.

Маннан составляет 30 % от общего числа углеводов, он входит в состав клеточной стенки и не является запасным энергетическим веществом [10]. В пивоваренных дрожжах больше гликогена, чем в пекарских. Снижение содержания гликогена в дрожжевой клетке при хранении свидетельствует о дефиците питательных веществ [9].

Дрожжевые клетки богаты витаминами группы В и эргостерином – провитамином D. Соотношение определенных витаминов в различных дрожжевых клетках неодинаково. Содержание витаминов зависит от штамма дрожжей и от условий их культивирования.

Жиры представлены смесью истинных жиров с фосфолипидами и стеролами. Жир дрожжей состоит, главным образом, из насыщенных кислот жирного ряда: олеиновой, линоленовой, пальмитиновой и стеариновой [10].

Способность дрожжей к размножению играет очень большую роль в пивоварении, так как брожение начинается после образования определенной концентрации дрожжей. От интенсивности размножения зависят свойства растущей популяции дрожжей, в особенности их бродильная активность.

Общее число накопившихся клеток дрожжей зависит от наличия питательных веществ в среде: витаминов и факторов роста, температуры, доступа кислорода, величины ведения и других условий [1], необходимых для размножения.

1.3 Особенности метаболизма дрожжевой клетки

Для осуществления жизненно необходимых процессов обмена веществ и для образования новой клеточной субстанции дрожжи нуждаются в энергии и питательных веществах [5].

Дрожжи являются факультативными анаэробами и способны существовать как при доступе воздуха, так и в его отсутствие.

Необходимую энергию дрожжи могут получать двумя путями: в аэробных условиях – за счет окисления органических веществ среды, то есть дыхания, в анаэробных условиях – за счет бескислородного дыхания – брожения. Для осуществления дыхания и брожения необходимо большое количество ферментов.

Органические вещества, необходимые для процесса дыхания и для сбраживания, поглощаются интегрированными протеинами клеточной мембраны и транспортируются через нее [3]. Для анаэробного роста более двух поколений среда должна содержать длинноцепочечные ненасыщенные жирные кислоты и эргостерин [8].

Поэтому дрожжевой клеткой могут быть поглощены лишь такие вещества, для которых имеются соответствующие транспортные механизмы. Это, в свою очередь, зависит от количества и типов ферментов дрожжевой клетки [3].

Спиртовое брожение – основной биохимический процесс в бродильной промышленности, в частности в производстве пива [5].

Расщепление глюкозы до спирта или – при дыхании – до CO_2 и воды проводится путем большого числа последовательных реакций. При этом каждая из них осуществляется с помощью специального фермента-катализатора. В дрожжевой клетке эти ферменты связаны с определенными клеточными структурами.

Ферменты для глюкозы и спиртового брожения находятся в цитоплазме, тогда как дыхание осуществляется благодаря ферментам, локализованным в митохондриях [3].

В анаэробных условиях дрожжи превращают глюкозу в пирувиноградную кислоту по гликолитическому пути, получая 2 моля АТФ на 1 моль глюкозы.

В аэробных условиях при низком содержании глюкозы в среде дрожжи получают энергию в виде АТФ за счет процессов дыхания.

Полное окисление у дрожжей до воды и углекислого газа может протекать по трем различным механизмам: в цикле трикарбоновых кислот, в глиоксилатном цикле и в пентозофосфатном цикле. При функционировании этих циклов в клетке протекает образование восстановленных пиридиннуклеотидов. Они могут быть использованы как для процессов восстановления в ходе биосинтеза, так и для получения АТФ путем окислительного фосфорилирования. В бескислородной среде дрожжи лучше сбраживают пентозы.

Кроме основных продуктов в сброженном сусле постоянно находится незначительное количество побочных продуктов.

Обязательные побочные продукты метаболизма дрожжей – высшие спирты (сивушные масла). Чаще встречаются следующие спирты: пропиловый, изоамиловый, бутиловый, изобутиловый. Летучие жирные кислоты, такие как пропионовая, уксусная, масляная, изомасляная, изовалериановая являются обычными минорными продуктами жизнедеятельности дрожжей.

Большое значение в бродильной промышленности имеют выделяемые дрожжами альдегиды и кетоны, в особенности ацетоин и диацетил [11]. Особую роль в пивоварении играет такой побочный продукт брожения, как диацетил. Диацетил образуется из предшественника – α -ацетолактата, который является продуктом валинового синтеза. Предшественник диацетила образуется из пировиноградной кислоты.

Диацетил придает пиву медовый, сладкий вкус и запах, а в больших концентрациях – неприятный, маслянистый.

На первых стадиях брожения активно накапливается, когда идет интенсивное размножение дрожжей. В дальнейшем диацетил восстанавливается дрожжами до ацетоина и 2,3-бутандиола.

Благодаря этому процессу вкус пива облагораживается [4]. Брожение прекращается или ослабевает, если те или иные побочные продукты отсутствуют [3].

Клетка осуществляет комплексный обмен веществ, а именно:

- углеводный;
- белковый;
- жировой;
- обмен минеральных веществ.

Углеводный обмен веществ служит, прежде всего, для получения энергии путем дыхания и брожения, при этом лишь небольшая часть содержащихся в сусле сахаров откладывается в качестве резерва в виде гликогена и трегалозы .

Для нормального хода брожения большое значение имеет углеводородный состав сусла и содержание сбраживаемых к несбраживаемых сахаров. Наиболее важны сахара мальтозного происхождения [5]. Дрожжи в хорошем физиологическом состоянии имеют полный набор ферментов. Для активного обмена веществ и быстрого брожения большое значение имеет отношение сбраживаемых сахаров к ассимилируемым азотистым соединениям.

Из углеводов образуются главные продукты обмена и ароматические вещества [12].

Пивные дрожжи различные сахара сбраживают с различной скоростью, это связано с их структурой. Отмечено, что на стадии брожения сначала исчезает сахароза, которая гидролизуется инвертазой, далее глюкоза и фруктоза и остальные сахара.

Пивные дрожжи сбраживают мальтозу при достижении определенной концентрации глюкозы. Установлено, что к концу брожения дрожжи теряют способность к сбраживанию мальтозы [5].

В процессе брожения в дрожжевых клетках накапливается гликоген. Гликоген – важнейший источник энергии для дрожжей в последней стадии

брожения. Считается, что дрожжи с большим содержанием гликогена способны быстро и энергично сбраживать сусло.

Синтез гликогена идет параллельно активности брожения. Количество гликогена в дрожжах обратно пропорционально содержанию белка.

Для регулирования содержания в клетках гликогена и для получения пива высокого качества необходимо контролировать содержание в сусле углеводов, аминокислот, фосфатов и следить за процессом размножения дрожжей [3]. Максимальное образование гликогена достигается при высоких концентрациях сахара, низких температурах брожения, в результате подавления размножения дрожжей [9].

Белковый обмен веществ так же, как обмен жировых и минеральных веществ, служит, в первую очередь, для построения новых клеточных субстанций, причем здесь существенную роль играют как процессы их построения, так и процессы распада. Эти очень сложные процессы обмена веществ, оказывающие решающее влияние на качество пива [5]. Дрожжи нуждаются в ассимилируемом азоте для синтеза компонентов, обеспечивающих рост. Наиболее ценным источником азота являются аминокислоты. Дрожжи ассимилируют 70 % азота в виде аминокислот, остальные в виде аммония, амидного азота и пептидов.

Установлено, что смесь аминокислот в среде обеспечивает более быстрый рост дрожжей, чем в среде с ограниченным числом аминокислот. При отсутствии в среде некоторых аминокислот часть из них дезаминируется и аммоний используется для синтеза недостающих аминокислот. В таких условиях рост дрожжей задерживается [5].

При размножении дрожжей среда значительно обедняется азотистыми веществами.

Дополнительное введение аммиака интенсифицирует биосинтетические процессы. Установлено, что дрожжи усваивают основную часть аминокислот, присутствующих в среде [6].

Физиологическое состояние дрожжей играет большую роль в производстве пива. Физиологически активные дрожжи могут быть получены только при достаточном содержании питательных компонентов. При дефиците снижается интенсивность размножения дрожжей, падает скорость брожения, увеличивается его длительность, снижается конечная степень сбраживания сусла.

Для предотвращения снижения бродильной активности и интенсивности размножения дрожжей в сусло желательно вносить недостающие питательные вещества. При выборе препаратов, в состав которых входят питательные вещества для дрожжей важно учитывать потребность дрожжей в факторах роста и минеральных компонентах и их влияние на процесс брожения.

К основным минеральным компонентам, необходимым для роста и размножения дрожжей, относятся фосфор, азот, калий, сера и магний. Калий содержится в дрожжах в количестве до 4,3 % от сухих веществ. В отличие от многих ионов калий играет роль не только кофермента, но также входит в некоторые структуры клетки. Калий активирует около сорока различных ферментов, стимулирует сбраживание мальтозы и мальтотриозы. Он тесно связан с размножением дрожжей и скоростью сбраживания. Магний имеет большое значение в энергетическом обмене дрожжей, связанном с ростом и размножением клеток [1]

Цинк входит в состав около 70 ферментов. При разведении чистой культуры очень важно обеспечить дрожжи цинком, так как в чистом виде в солодовом сусле его мало [9].

Для размножения дрожжей необходима сера, она участвует в синтезе цистеина и метионина.

Небольшое количество серы требуется для образования сульфогрупп в некоторых коферментах: биотин, липоевая кислота, кофермент А, тиамин и перидоксин.

Дрожжам необходимы и микроэлементы, которые необходимы для роста. К ним относятся: кальций, железо, марганец, медь, кобальт, цинк.

Недостаток железа может компенсироваться ионами магния, концентрация которых в несколько раз превышает потребности дрожжей, в то время как лимит ионов цинка, пантотеновой кислоты и аминного азота может быть восполнен внесением этих компонентов в пивное сусло.

В этом случае с целью обогащения среды факторами роста и микроэлементами при получении пива применяются различные препараты и «подкормки» для дрожжей.

Применение препаратов направлено на улучшение физиологического состояния чистой культуры и семенных дрожжей, увеличение коэффициента их прироста, интенсификацию процесса главного брожения и улучшение органолептических свойств пива за счет увеличения стойкости дрожжей к автолизу и высокой степени сбраживания [1].

1.4 Факторы, влияющие на жизнедеятельность дрожжей

От правильно выбранной культуры дрожжей, ее физиологических и биохимических особенностей зависит качество напитка. Поэтому селекция наиболее эффективных рас дрожжей и рациональное регулирование их жизнедеятельности по ходу технологического процесса играют главную роль в создании продукта высокого качества [6].

На дрожжи и как на любой другой живой организм влияют различные внешние факторы, такие как температура, наличие кислорода, рН среды, концентрация питательных веществ.

Температура

Дрожжи относятся к мезофильным микроорганизмам и оптимальная температура их жизнедеятельности 20-30 °С.

Установлено, что удельная скорость роста дрожжей прямо пропорциональна повышению температуры. Минимальная температура для развития дрожжей составляет 5 °С.

Низкие температуры приостанавливают жизнедеятельность дрожжей и они погружаются в состояние анабиоза с последующим восстановлением нормальных функций при благоприятных условиях. Дрожжи могут долгое время храниться в замороженном виде.

Аэрация дрожжей

В присутствии кислорода дрожжевая клетка усиленно дышит, используя для этого углеводы среды. В процессе дыхания происходит быстрый синтез белка и его распад, превращение углеводов. Таким образом, скорость роста дрожжей связана с интенсивностью дыхания [10]. При интенсивном размножении в условиях сильной аэрации дрожжи не успевают синтезировать гликоген [9].

Кислотность среды

Дрожжи жизнеспособны в широких пределах рН – от 2,5 до 6,5 ед. рН. Оптимальная величина активной кислотности питательной среды для размножения дрожжей составляет от 4,5 до 5,5 ед. От величины активной кислотности среды зависит скорость поступления питательных веществ в дрожжевую клетку, образование витаминов, активность ферментов в синтезе белка, а следовательно, и скорость роста дрожжей [10].

Концентрация питательных веществ

Выше было описано, что для питания дрожжам необходимы: углерод, азот, фосфор, калий, магний, микроэлементы и ростовые вещества. Питательная среда для дрожжей представляет с собой многокомпонентную смесь.

Среда должна иметь оптимальную концентрацию для обеспечения нормального транспорта в дрожжевую клетку необходимых веществ.

В рамках изучения влияния внешних факторов на метаболизм дрожжей была проведена исследовательская работа [13].

В работе исследовано влияние кислорода, количества посевного материала, сахарозы на развитие и рост дрожжевой клетки.

Известно, что с увеличением концентрации растворенного в среде кислорода увеличивается выход биомассы (эффект Пастера).

Влияние диффузии кислорода воздуха в питательную среду при размножении дрожжей изучали путем изменения площади контакта фаз за счет различного коэффициента заполнения емкостей с гидрозатворами.

В качестве питательной среды использовали солодовое сусло. Установлено, что увеличение количества кислорода в газовой среде и увеличение площади диффузии обеспечивает интенсивный процесс размножения дрожжей. Так же рассмотрен вопрос о зависимости скорости размножения дрожжей от количества посевного материала. Установлено, что увеличение количества засеваемого материала от 2 до 18 млн.клеток/см³ приводит к снижению удельной скорости размножения дрожжей.

Сахароза является основным углеводным субстратом при получении некоторых продуктов брожения. Были проведены исследования о влиянии сахарозы на метаболизм дрожжей, в качестве базовой питательной среды был использован раствор мелассы, в который вносили сахарозу в различных количествах. Установлено, что концентрация сахарозы, а, следовательно, осмоляльность среды, влияет на длительность лаг-фазы – фазы активации ферментов дрожжей, не сопровождающейся их размножением.

Установлено, что в среде с сахарозой эффект Кребтри в большей степени проявляется при культивировании спиртовых и пивных дрожжей, а в среде с мальтозой - пивных дрожжей.

При культивировании хлебопекарных дрожжей эффект Кребтри выражен в наименьшей степени как в среде с сахарозой, так и в среде с мальтозой.

1.5 Стрессовые факторы, влияющие на жизнедеятельность дрожжей

В ходе любого технологического процесса возникают факторы, негативно влияющие на ход процесса. Основными причинами являются: поздний сьем дрожжей после их осаждения на дно ЦКТ, увеличение сроков хранения дрожжей, недостаточное перемешивание дрожжей, нарушение температурного режима при хранении, неправильное ведение дрожжей при хранении, выбор среды, хранение под небольшим давлением углекислого газа [1].

Хранение дрожжей под слоем пива или воды более 24 ч приводит к потере факторов роста и питательных веществ в клетке, утрачивается способность к началу утилизации мальтозы при повторном внесении. Высокое противодавление приводит к старению популяции дрожжей. Продолжительное созревание пива вредит дрожжам из-за дефицита резервных углеводов.

Развитие в сусле бактерий, которые являются ядовитыми для дрожжей, приводит к негативным последствиям. Бактерии способствуют реакции восстановления нитратов до нитритов, и тем самым увеличивается количество мертвых клеток.

Обобщая вышесказанное, можно сказать, что такие факторы как недостаток питательных веществ, повышение или понижение температуры, наличие токсичных веществ вызывают внутриклеточные реакции, которые можно охарактеризовать как ответ клетки на стрессовые факторы.

Это проявляется в изменении химического состава дрожжевой клетки и в изменении физиологических свойств [9].

Осмотический стресс

Проблема осмотического стресса по большей части касается высокоплотного пивоварения.

А также осмотический стресс может возникнуть в ходе неправильного хранения дрожжей под слоем пива или воды, неверное ведение процесса брожения и многое другое.

В связи с тем, что цитоплазматическая мембрана дрожжевых клеток характеризуется полупроницаемостью относительно воды и гидрофильных соединений с высокой молекулярной массой, то при низкой концентрации в питательной среде сухих веществ в дрожжевых клетках наблюдается гипоосмотический стресс, при котором в клетках увеличивается содержание воды. В более концентрированной среде в клетках отмечается гиперосмотический стресс, что приводит к утечке воды из клеток.

Реакция клеток на осмотический стресс зависит от плотности сусле и его углеводного состава, физиологического состояния дрожжей и стадии роста клеток. Размножающиеся клетки более чувствительны к стрессу, чем клетки, находящиеся в стационарной фазе роста. Это объясняется разным химическим составом дрожжей, в частности, содержанием в них резервных углеводов гликогена и трегалозы.

Для предотвращения этого явления в сбраживаемом сусле повышают содержание металлов или обогащают сусло факторами роста.

Этанольный стресс

Выделяемые клетками продукты метаболизма, накапливаясь в культуральной жидкости неблагоприятно сказывается на рост дрожжей, оказывая ингибирующее действие, вследствие чего скорость роста снижается [3]. Спирт, образовавшийся в процессе брожения, и влияет на дрожжи и определяется как этанольный стресс.

В результате увеличения этанола в среде увеличивается проницаемость и пористость клеточной мембраны, что приводит к проблемам транспорта питательных веществ, а так же наблюдается недостаток воды в цитоплазме. Образующийся спирт угнетает как скорость размножения дрожжей, так и процесс брожения [1].

Стресс, вызванный углекислым газом

Установлено, что при концентрациях, эквивалентных давлению газа свыше 2,02 МПа, углекислый газ стимулирует рост клеток [3]. Но при повышенном давлении рост клеток прекращается, дрожжи не почкуются и в результате имеют двойной набор ДНК и очень большими размерами [1]. Для каждого вида дрожжей при определенных условиях выращивания существует оптимальная концентрация диоксида углерода в среде [14]. В настоящий момент плохо изучен биохимический механизм действия двуокиси углерода.

Температурный стресс

В определенных производственных условиях клетки могут испытывать температурный стресс. Установлено, что клетки, пережившие воздействие высоких температур, приобретают не только термоустойчивость, но также и спирто- и осмоустойчивость [1].

Окислительный стресс

Известно, что кислород в сусле необходим для нормального брожения [3], но в тоже время кислород может негативно сказаться на жизнедеятельности дрожжей.

Как субстрат кислород очень важен для биосинтеза ненасыщенных жирных кислот и эргостерина, необходимых для роста клеток [1]. От содержания кислорода в сусле зависит потребление азота дрожжами.

Чтобы дрожжи полноценно использовали ассимилируемый азот сусле необходима определенное количество кислорода, растворенного в сусле [3].

Чистая культура дрожжей подвергается окислительному стрессу, который приводит к переокислению липидов клеточных мембран, в результате она повреждается [9].

На жизнедеятельность дрожжей так же сказываются: резкие колебания величины рН, гидростатический стресс, механический стресс в результате воздействия больших касательных напряжений.

Гидростатический стресс наблюдается при сбраживании сусле в высоких бродильных аппаратах. При этом происходит изменение проницаемости клеточных мембран и ферментной активности клеток.

Механический стресс возникает в результате действия больших касательных напряжений во время перемешивания дрожжей, перекачивания их из одной емкости в другую с помощью насосов.

Такие механические операции могут «обдирать» поверхностный слой клеточной оболочки дрожжей, что снижает флокуляционные свойства клеток. В свою очередь это ведет к нарушениям процессов брожения и дображивания, в частности, не происходит естественного осветления пива [1].

Чтобы исключить рассмотренные выше стрессы необходимо регулярно заменять старые дрожжи на новые. Для поддержания активности дрожжей на нужном уровне важно избегать стрессовые факторы и постоянно «омолаживать» дрожжи [9].

1.6 Способы активации жизнедеятельности дрожжевых клеток

На разных стадиях технологического процесса дрожжи играют различную роль.

Физиологическое состояние дрожжей определяет флокуляционную способность дрожжей; бродильную активность; жизнеспособность, жизненность.

Флокуляция – это обратимая агрегация дрожжевых клеток. Это свойство связано с такими показателями, как степень сбраживания сусле, органолептические свойства, а также биологическая и коллоидная стойкость пива.

В связи с тем, что многие метаболические процессы проходят на поверхности клеток, у дрожжей с высокой степенью флокуляции цикл главного брожения сокращается, что приводит к получению пива с высоким остаточным экстрактом. Такое пиво имеет низкую биологическую стойкость и характеризуется как недоброженное. При медленном оседании дрожжей пиво плохо осветляется, а избыточное содержание дрожжевых клеток при дображивании приводит к появлению привкуса автолизных дрожжей и запаха.

На интенсивность флокуляции влияют следующие факторы: состав суслу, температура, рН среды, количество и качество семенных дрожжей. Несбалансированный состав суслу способствует ранней флокуляции. Известно, чем выше степень флокуляции, тем позже достигается конечная степень сбраживания пива. При повышенных температурах происходит дефлокуляция дрожжей. Интенсивность флокуляции возрастает с уменьшением рН с 5,6 до 4,0. Флокуляция ускоряется при увеличении нормы введения семенных дрожжей.

Бродильная активность определяет длительность главного брожения, биологическую, коллоидную стойкость, а так же органолептический профиль пива.

Скорость и степень сбраживания суслу зависит от состава питательной среды. При увеличении концентрации глюкозы наблюдается снижение скорости сбраживания суслу. Бродильная активность дрожжей связана со скоростью размножения. Скорость размножения зависит от состава среды и наличия в нем растворимого кислорода. Так же с увеличением величины засева дрожжей скорость сбраживания сахаров суслу возрастает, в результате сокращается процесс главного брожения.

Метаболическая активность дрожжей оценивается следующими параметрами: жизнеспособность и жизненность.

Жизнеспособность – способность клеток расти и размножаться. Показатель жизнеспособность является критерием измерения количества живых клеток.

Жизненность или жизненная сила – это мера интенсивности метаболических процессов или физиологического состояния живых клеток. Жизнеспособные клетки могут обладать различной степенью жизнестойкости, влияющей на их жизнеспособность [1].

С целью повышения жизнедеятельности дрожжей применяют различные способы их активации. В этом ключе было проведено множество исследований.

В настоящее время известно ряд способов активации дрожжей, которые подразделяются на физические и химические.

Физические способы активации биологических объектов не нашли широкого применения в связи с необходимостью габаритного оборудования. Такие способы активации в большинстве своем доступны [15]. Их применение оправдано с экологической точки зрения, так как отпадает необходимость утилизации использованных для обработки растворов биологически-активных веществ и химических соединений.

В литературе описано применение для этих целей давления, в том числе акустического (звук), температуры, электрического тока, электромагнитных полей, света и радиации [16].

Отдельное внимание в бродильном производстве уделено химическим способам активации дрожжей. Химическая активация дрожжей осуществляется посредством различных органических и неорганических добавок, вносимых на разных стадиях производства.

Известно, что чем лучше питательная среда (сусло) подготовлено к сбраживанию, тем быстрее и интенсивнее пройдет процесс брожения и соответственно повысится качество готового продукта. Если применить дополнительную подготовку сусла к сбраживанию, то можно получить оптимальные результаты брожения [17].

Различные добавки могут вноситься на стадии приготовления чистой культуры дрожжей, непосредственно при брожении, на стадии активации дрожжей, в зависимости от их механизма действия и от желаемого результата.

Были проведены исследования, целью которых была разработка способа активации пивоваренных дрожжей с использованием в качестве активатора водоросли хлореллы белорусской селекции и интенсификация процессов брожения и созревания пива. В работе научно обоснована возможность использования водоросли хлореллы в качестве активатора пивоваренных дрожжей на стадии разведения чистой культуры.

Выявлено, что при внесении водорослей хлореллы на среды при продолжительности культивирования повышается дрожжевая активность. Установлено, что при внесении водоросли непосредственно в чистую культуру дрожжей позволяет сократить длительность процесса сбраживания на 1 сутки. Выявлено, что при данном способе внесения добавки увеличивается содержание спирта на 14-20 %, видимой степени сбраживания на 12-18% и бродильной активности на 9-38 % за счет глубокого усвоения дрожжами редуцирующих сахаров и аминного азота.

Экспериментально доказано, что водоросли хлореллы обеспечивают увеличению концентрации всех аминокислот и микроэлементов в сусле в начальный момент брожения, что способствует интенсивному росту и размножению дрожжевых клеток, стимулируя дрожжевой метаболизм и, как следствие, интенсифицируя процесс сбраживания [18].

В работе Калужниной [19] в качестве активатора брожения использовали экстракт одуванчика. В результате исследований установлено, что на первоначальном этапе брожения прирост биомассы незначителен, что можно объяснить явлением адаптации к новым условиям окружающей среды, затем скорость роста популяции резко увеличивается.

Согласно другим исследованиям было изучено влияние препарата пантов на процесс брожения.

В данной работе активации подвергались сухие дрожжи, так как они обладают рядом недостатков, которые описаны выше. И в связи с этим сухие дрожжи нуждаются в предварительной активации.

Сухие пивные дрожжи смешивали с сушлом, перед брожением предварительно реактивировали в течение часа при температуре 25 °С. Выявлено, что при добавлении предварительно активированных дрожжей, пантосодержащим сырьем, на стадии брожения ускоряется убыль видимого экстракта, что напрямую зависит от интенсификации процесса размножения, увеличения активности ферментов.

Это связано с тем, что в состав пантосодержащего сырья входят стерины и свободные жирные кислоты, которые служат лимитирующими факторами роста дрожжей и их содержание определяет физиологическое состояние дрожжевых клеток [20].

В работе [21] разработаны способы приготовления теста с введением растительных препаратов на стадии активации дрожжей. В качестве растительных добавок применялись отходы винодельческой, пивоваренной, консервной промышленности.

Добавки представляли с собой порошки из семян томатов, арбуза, винограда, солода ячменя и чечевицы. Добавки вносили в питательную среду для дрожжей, выдерживали в течение 20-30 минут при температуре 30-32°С.

Было установлено, что при внесении активированных дрожжей ускоряется процесс брожения при приготовлении теста, а также увеличивается подъемная сила, что свидетельствует о интенсификации процесса. Это связано с тем, что в порошке из различных семян содержится много углеводов, минеральных веществ, органических кислот, витаминов, а также комплекса ферментов гидролаз и оксидаз в доступной для микроорганизмов форме необходимых для питания дрожжей.

В других исследованиях в питательную среду для дрожжей вносили экстракт расторопши.

Известно, что особенностью дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* является то, что в анаэробных условиях они не способны синтезировать ненасыщенные жирные кислоты, поэтому их необходимо вносить в среду [22]. Источником этих кислот является расторопша. Питательную среду готовили следующим путем: вносили в выдержанную смесь из воды, пшеничной муки и измельченных прессованных дрожжей экстракт расторопши. Дрожжи активировали в течении часа. В ходе исследований, установлено, что данный способ позволяет улучшить биотехнологические свойства хлебопекарных дрожжей и повысить их бродильную активность.

Это связано с тем, что при кипячении расторопши, при приготовлении экстракта, экстрагируется много биологически активных веществ, в то числе сахаров, азотистых соединений, минеральных веществ, ненасыщенных поликислот, являющихся дополнительным источником питания для дрожжей. Проникновение питательных веществ в дрожжевую клетку регулируется липидным составом клеточной мембраны.

Экстрагируемые из расторопши ненасыщенные жирные кислоты способны встраиваться в клеточные мембраны, изменяя их проницаемость и увеличивая проникновения многих веществ в дрожжевую клетку.[23].

Грачевой были проведены исследования о влиянии яблочного порошка на активность дрожжей.

Анализ результатов показал, что порошок, добавленный в количестве 0,35 % от массы муки, повышает бродильную активность хлебопекарных дрожжей в 1,5-1,8 раза [24]. Это связано с тем, что в яблочном порошке много натрия, калия и магния, которые обеспечивают дрожжам необходимое питание.[25].

В другой работе [26] посвященной разработке технологии мучных продуктов функционального назначения с добавлением белково-нуклеотидных гидролизатов из сырья морского происхождения, было выявлено, что разные концентрации гидролизатов влияют на рост и активность дрожжевых клеток.

В качестве питательной среды использовали смесь из муки, воды и сахара. В смесь вносили в течении 120 мин. разные концентрации препаратов и выдерживали при 30-35 °С. Введение добавок обеспечило сокращение время активации процесса брожения тестовой заготовки с 120 до 40 мин, это связано с тем, что гидролизаты из морского сырья содержат полный набор протеиногенных аминокислот, а также большое количество минорных компонентов, которые являются отличным питанием для дрожжей.

В работе [27] изучено влияние экстракта хвои сосны на процесс брожения квасного сусла. В ходе эксперимента, перед брожением в сусло добавили хвойный экстракт. Брожение проводили в течение 20 ч при 20°С.

На основании проведенных исследований закономерностей развития дрожжей при сбраживании квасного сусла пришли к выводу о том, что внесение экстракта оказывает положительное влияние на размножение и жизнедеятельность дрожжевых клеток в процессе брожения сусла. Это связано с тем, что в состав хвои входит много биологически активных веществ, влияющие положительно как на человека, так и на микроорганизмы в виде дрожжей [28].

Гернет [29] исследовала влияние настоя зеленого и черного чая, ячменного и тритикалиевого солодового сусла, а также сахарозы на динамику брожения комбинированной закваской пивоваренных дрожжей *S. cerevisiae* и молочнокислых бактерий *Betabacterium breve*. Отмечено, что наилучший эффект на брожения оказал зеленый чай и солодовое сусло. В настоящий момент исследования продолжаются.

Известно, что углеводы являются основным источником питания для дрожжей. В хлебопечении используется большое количество сахара, но при хранении сахара и его предварительной подготовки возникают некоторые трудности.

В связи с тем, что существует много различных подслащивающих веществ, то их применение в качестве альтернативы сахару вполне

целесообразно. Все чаще хлебзаводы нуждаются не в сахаре-песке, а в патоках, глюкозно-фруктозных сиропах.

Наличие и соотношение различных видов углеводов позволяет получать продукцию высокого качества с улучшенными вкусовыми свойствами [30]. В связи с этим были проведены исследования о влиянии различных форм подслащивающих продуктов на бродильную активность хлебопекарных дрожжей. В качестве источника питания дрожжей использовали сахарозу, инвертный сахар и модельные смеси глюкозы и фруктозы.

При проведении опыта тесто замешивали с добавлением углеводной добавки в количестве 5 % к массе муки. Известно, что практически все штаммы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* за некоторым исключением, обладают наибольшей скоростью усвоения глюкозы из среды, по сравнению с другими углеводами [31]. Следовательно, в работе использовали подслащивающие продукты с глюкозой. В ходе опытов установлено, что при увеличении содержания фруктозы в добавке продолжительность подъема теста увеличилась. Различием в скорости усвоения глюкозы и фруктозы может быть связано с разным родством к ним транспортирующих и фосфорилирующих ферментов дрожжей [3].

Также различная скорость усвоения глюкозы обосновывается тем, что в растворе находятся две формы глюкозы – пиранозная и фуранозная, а дрожжами может усваиваться только пиранозная [3].

Установлено, что наиболее приемлемой для хлебопечения формой подслащивающего вещества, с точки зрения обеспечения высокой интенсивности брожения теста, является глюкозно-фруктозный сироп с содержанием фруктозы в количестве 42 %.

Яковлевым [32] были проведены исследования о влиянии побочных продуктов, накопленных в процессе брожения бражки на сам ход брожения. В работе изучено влияние pH на накопление побочных продуктов. И в свою очередь было выявлено, что при подкислении суслу до pH 4,5 создаются

благоприятные условия для метаболизма дрожжей и следовательно для их жизнедеятельности. Установлено, что сокращается процесс брожения, увеличивается выход спирта, снижается вероятность инфицирования бражки.

Были проведены исследования о влиянии различных неорганических веществ на жизнедеятельность дрожжевых клеток в различных бродильных производствах. В качестве неорганических добавок использовались минералы различной породы, неорганические кислоты и другие добавки.

Большой интерес представляет работа по изучению влияния концентрации янтарной кислоты на метаболизм дрожжей вида *Saccharomyces cerevisiae*.

Исследование было проведено на модельных опытах. Дрожжи использовали в виде чистой культуры. При проведении опытов в солодовое сусло вносили раствор янтарной кислоты в разных концентрациях и выдерживали при температуре 28-30 °С в течении 24 ч. Выявлено, что внесение янтарной кислоты в концентрациях от 0,01 до 0,2 % приводит к снижению количества выделившегося в процессе брожения CO₂, понижению сухих веществ, концентрации дрожжевых клеток в среде, а так же увеличению почкующихся и с гликогеном клеток.

Внесение в сусло на стадии культивирования дрожжей янтарной кислоты приводит к изменению метаболизма дрожжей и как следствие, к повышению буферности технологических сред.

Установлено, что у дрожжей под влиянием янтарной кислоты стадия затухания роста притормаживается и продлевается стационарная фаза. Это связано с тем, что при брожении накапливаются кислые соединения, количество которых увеличивается при добавлении янтарной кислоты. В свою очередь, активная кислотность среды влияет на жизнедеятельность дрожжевой клетки, влияет на ассимиляцию питательных веществ среды, образование витаминов и активность ферментов клетки [33].

Неровных Л.П. было изучено влияние минералов различной природы и месторождений на динамику изменения аминокислотного и катионного состава кюве в процессе вторичного брожения тиражной смеси. Известно, что изменение аминокислот в процессе брожения тиражной смеси зависит от многих факторов, таких как накопление биомассы дрожжей, скорость потребления сахара, кислорода и питательных веществ тиражной смеси, на которые, в свою очередь, могут оказать влияние использованные в тиражной смеси минералы. Минералы с одной стороны, являются средством иммобилизации микроорганизмов, с другой, положительно влияют на структуру осадков, образующихся в процессе вторичного брожения, и облегчают осветление вина [34].

В ходе исследований минералы вводили в тиражную смесь и проводили процесс вторичного брожения, контролируя аминокислотный и катионный состав. В тиражную смесь вводились следующие минералы: палыгорскит, бентонит различного происхождения и клиноптилолит. Результаты исследований говорят о том, что закрепление дрожжей на частицах минералов способствует активному наращиванию их биомассы, следовательно, ускоряется процесс вторичного брожения и последующего автолиза.

Это связано с тем, что на поверхности частиц минералов помимо дрожжей абсорбируются аминокислоты, которые являются источником питания дрожжей. Выявлено, что сорбенты могут влиять на катионный состав кюве. Установлено, что при добавлении минералов повышается содержание железа, которое является необходимым фактором роста дрожжевых клеток о котором написано выше [1].

Важным этапом технологии бродильных производств является разведение ЧКД и предотвращение ее заражения.

Для предотвращения инфицирования дрожжей при культивировании в среду иногда добавляют вещества, угнетающе действующие на постороннюю микрофлору. В последнее время активно развивается

бионанотехнология и на ее основании проводят различные исследования в пищевой промышленности.

В одной из работ [35] изучена возможность регулирования микробиологических процессов, проходящих при культивировании дрожжевых клеток с применением коллоидных растворов наночастиц серебра различной концентрации. В солодовое сусло вносили наночастицы в различных концентрациях и дрожжевую суспензию.

В результате установлено, что наночастицы подавляют развитие инфекций в биомассе. Выявлено, что при внесении частиц в концентрации 0,001-0,005 г/дм³ повышают скорость накопления биомассы, то есть сокращается лаг-фаза и экспоненциальной.

Это связано с тем, что в процессе культивирования дрожжей в присутствии наночастиц, пространственная организация дрожжевых клеток меняется. Известно, что процессы агглютинации и флокуляции дрожжей зависят от изменения заряда клеточной стенки. В работе предполагают, что наночастицы, адсорбируясь на поверхности клеток, оказывают влияние на их заряд, что отражается на динамике процесса агглютинации.

В другой работе содержатся исследования о воздействии нанопрепарата оксида цинка на развитие популяции пивных дрожжей низового брожения. Культивирование проводили на модельной питательной среде, представлявшей собой 5-%-ный раствор сахарозы.

Вносили препарат в различных концентрациях и культивировали дрожжи в течение 3 суток. Установлено, что данный нанопрепарат оказывает разнонаправленное влияние на прирост числа дрожжевых клеток и убыль питательных веществ. Характер этого влияния зависит от концентрации нанопрепарата, а также от параметров культивирования дрожжевой популяции [36].

В исследованиях [37] изучено влияние минеральных и органических веществ геотермальных вод нефенольного класса в процессе получения сушеных и прессованных дрожжей. В качестве питательной среды для

дрожжей использовали геотермальную воду, а также при приготовлении хлеба обычную воду заменяли из термальных источников.

В ходе работы было установлено, что биохимические свойства прессованных хлебопекарных дрожжей в процессе брожения усилились. Геотермальные воды способствуют увеличению биомассы дрожжей, активности ферментов, синтезу запасных углеводов и других компонентов.

Это обуславливается тем, что воды содержат большое количество калия, магния, аммония, железа, цинка, брома, а также гумусовые вещества и других соединения, которые благоприятны для роста и развития дрожжей. Установлено, что меласная питательная среда с геотермальными водами при культивировании дрожжей вида *S. oviformis* способствует возникновению биомассы устойчивой к посторонней микрофлоре.

Были проведены исследования о влиянии питательной среды на сушеные дрожжи. Ученые пришли к выводу, что геотермальная вода положительно влияет и на сушеные дрожжи, повышая зимазную, мальтазную активность и подъемную силу. Также выявлено, что геотермальная вода, входящая в состав питательной среды способствует интенсификации синтеза этанола в меласной среде на 25 % [37].

Таким образом, обзор литературы показал, что в качестве дрожжевых добавок используют вещества различной природы, которые можно вносить на разных стадиях технологического процесса.

Использование добавок в бродильной промышленности позволяет интенсифицировать процесс брожения и дображивания, оказывать бактерицидное действие на сусло и, как следствие, способствовать длительному хранению готового продукта, обеспечивать на стадии разведения ЧКД быстрый прирост биомассы.

Задача данной работы - поиск новых препаратов органического и неорганического происхождения для повышения жизненной активности дрожжей с целью интенсификации процесса сбраживания среды и повышения качества готовой продукции.

3 Технологическая часть

Описание аппаратурно-технологической схемы

Железнодорожные вагоны с сырьем (1) при поступлении на завод взвешиваются на вагонных весах (2). После взвешивания зерновое сырье ссыпается в приемный бункер (3), откуда с помощью ленточного конвейера (4) подается на норию (5). Норией оно поднимается вверх и шнеком (6) распределяется по силосам (7).

При поступлении солода на подработку он с помощью ленточного конвейера (4) и нории (8) подается на автоматические весы (9). После взвешивания солод поступает в бункер светлого солода (10). Далее солод поступает на полировочную машину (11). После подработки светлый солод направляется в бункер очищенного солода (12). Отходы направляются в бункер отходов (13).

Светлый солод из бункера (12) направляется на автоматические весы (14) и далее дробится на четырехвальцовой дробилке (15). Дробленый солод отправляется в бункер (16).

Из бункера (16) дробленый солод поступает в заторные котлы (17). После затирания затор насосом (18) перекачивается в фильтрационный чан (19) на грубую фильтрацию. Пивная дробина сгружается в бункер солодовой дробины (21) и отправляется на реализацию. Далее сусло насосом (22) отправляется в сусловарочный котел (23). После кипячения сусло насосом (24) поступает на охлаждение в односекционный теплообменник (25).

Автомобильным транспортом на завод поступает сахар в мешках, после взвешивания на автоматических весах (26) его засыпают в сироповарочный котел (27) для приготовления сиропа. После кипячения сироп насосом (28) поступает на охлаждение в односекционный теплообменник (29).

Далее сусло и сироп перекачиваются в отдельные ЦКБА (30, 32), где подвергаются брожению. Необходимые для брожения дрожжи поступают в ЦКБА из пропатора (45).

ЧКД выращивается непосредственно в пропаторе (45) на стерильном охмеленном сусле. Стерилизация сусли осуществляется в стерилизаторе (46).

Для активации жизнедеятельности семенных дрожжей предусмотрено в сборник для их хранения внесение стимулирующих добавок органического/неорганического происхождения.

После брожения пивная и сахарная основы насосами (31, 33) перекачиваются в сепаратор (34). Далее основы в нужном количестве поступают в купажный аппарат, куда в случае необходимости добавляются ароматизаторы. После этого готовый напиток для более тонкого фильтрования поступает в диатомитовый фильтр (39).

Далее пиво передается на теплообменник (40), насыщается диоксидом углерода в карбонизаторе (41) и направляется в форфас (42). Затем через обеспложивающий фильтр (44) пиво из форфасов перекачивается в отделение розлива.

Для розлива пива в ПЭТ преформы из бункера (48) поступают в выдувную машину (49). С помощью пневмотранспорта ПЭТ-бутылки подаются на ополаскиватель (51), далее на фасовочно-укупорочную машину (52), к которой подаются пробки с помощью автомата, далее на этикетировочный автомат (54), в термоусадочную машину (55), на пакетосборочную машину (56). Розлив пива в кеги осуществляется на установке (57).

Из аппарата ЦКБА CO_2 поступает в пеноловушку (58), откуда в газгольдер (59). Затем газ проходит в водяной скруббер (60), заполненный кольцами Рашига, где его отмывают водой, очищают от органических примесей и охлаждают.

Из скруббера через водоотделитель (61) CO_2 подается в первую ступень трехступенчатого компрессора (62), где компримируется до 0,5 МПа и направляется в холодильник (63). Для очистки CO_2 до и после холодильника установлены маслоотделители (64). Далее газ очищают в адсорбере активированным углем (65), откуда он поступает во вторую ступень компрессора и компримируется до 2,4-2,5 МПа, а затем через холодильник (63) и маслоотделитель (64) поступает в третью ступень компрессора. Газ, сжатый примерно до 7 МПа, проходит холодильник (63) и маслоотделитель (64) и окончательно очищается и осушается в адсорберах с силикагелем (66) и цеолитом (67). В конденсаторе (68) газ, отдавая тепло, конденсируется и таким образом сжижается. Жидкая углекислота заполняет ресиверы высокого давления (69), откуда насосом (70) подается в ЦКБА (30, 32).

Для мойки и дезинфекции оборудования предусмотрена станция СІР мойки (71).

Выводы

Проведены исследования по изучению влияния добавок различного происхождения на метаболическую активность дрожжевой культуры.

Показано, что предварительная обработка дрожжей с внесением добавки неорганического происхождения в виде кварцевого песка положительно влияет на технологические показатели и физиологическую активность культуры. Оптимальным вариантом обработки является использование кварцевого песка крупной фракции (0,02-0,05 мм) в дозировке 0,2-0,4 % от объема суспензии при длительности воздействия 30-60 мин.

Природная минеральная добавка, введенная в среду суспендирования на стадии подготовки инокулята, способствует ускорению процессов сбраживания сахарного сусла высокой плотности.

Изучены оптимальные параметры обработки дрожжевой культуры смесью ржаного солода и сушеных яблок в виде гранул, порошка, отсева.

Большую эффективность на физиолого-биохимические показатели дрожжей проявила добавка в виде порошкообразной смеси. Оптимальные условия воздействия следующие: длительность активации 30-90 мин, дозировка 0,5-2,5 г/ 100 см³ дрожжевой суспензии.

Интенсификация процесса ферментации высокоплотного сахарного сусла наблюдается при использовании активированных дрожжей добавками органического происхождения различной степени измельчения (гранул после предварительного растворения и порошка).

Таким образом, полученные результаты позволяют говорить о целесообразности использования добавок органического и неорганического происхождения для стимулирования метаболической активности дрожжей с целью ускорения ферментации сахарного сусла высокой плотности при получении пивных напитков.

Разработана аппаратурно-технологическая схема производства пивных напитков на основе сброженного сахарного сусле с применением активации дрожжей на стадии инокулята органическими и неорганическими добавками.

Библиографический список используемых источников

1. Меледина, Т. В. Физиологическое состояние дрожжей [Текст] : учеб. пособие / Л.М. Васильева, С.Г. Давыденко, Т. В. Меледина. – М. : НИУ ИТМО : СПб, 2013. – 48 с.
2. Федоренко, Б.Н. Пивоваренная инженерия / Б.Н. Федоренко. – СПб : Профессия, 2009. – с. 1001.
3. Жвирблянская А.Ю. Дрожжи в пивоварении [Текст] / А.Ю.Жвирблянская, В.С. Исаева. – Москва: Пищевая промышленность, 1979.
4. Борисенко, Т.Н. Технология отрасли. Технология пива [Текст]: учеб. пособие / Т.Н. Борисенко. – М.: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности : Кемерово, 2007. - 136 с.
5. Кунце В. Технология солода и пива. / В. Кунце. – СПб.: Профессия, 2001. – 912 с.
6. Сарисвили, Н.Г. Микробиологические основы технологии шампанизации вина [Текст] / Н. Г. Сарисвили, Б.Б. Рейтблат – Москва : Пищепромиздат, 2000. – 320 с.
7. Беккер, М.Е. Анабиоз микроорганизмов [Текст] / М. Е. Беккер, Б. Э. Дамберг, А. П. Раппорт – Рига : Зинатне,1981. – 253 с.
8. Микробиология пива / Под ред. Ф.Дж. Прист, Й. Кэмпбелл; Пер. с англ., под общ. ред. Т. В. Мелединой и Тыну Сойдла. – СПб.: Профессия, 2005. – 368 с.
9. Аннемюллер, Г. Дрожжи в пивоварении [Текст] / Г. Аннемюллер, П. Литц, Г.- Й. Магнер. – Санкт-Петербург: Профессия, 2015. – 427 с.

10. Скиба Е.А. Технология производства дрожжей [Текст] : учеб. пособие / Е.А.Скиба. – М. : Алт. гос. техн. ун-та : Бийск, 2010 – 123 с.

11. Бабьева, И В. Биология дрожжей [Текст] : учеб. пособие / И.В. Бабьев, И. Ю. Чернов. – М: Московский Государственный Университет им. М.В.Ломоносова: Москва, 2004. – 239 с.

12. Коновалов С.А. Биохимия дрожжей [Текст] : учеб. пособие / С.А.Коновалов. – М.: Пищевая промышленность : СПб, 1962. – 269 с.

13. Борисова, Е.В. Биотехнологические основы получения чистой культуры дрожжей для предприятий малой мощности, выпускающих напитки брожения.: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Борисова Екатерина Валеовна. – Санкт-Петербург, 2015. – 16с.

14. Голомзик, А.И., Михайлова Т.Л. Окислительная способность *Thiobacillus ferrooxidans* в связи с содержанием О и СО / А.И. Голомзик, Т.Л. Михайлова // Прикладная биохимия и микробиология. – 1972. № 1. – С. 38-41.

15. Данильчук, Т.Н. Создание инновационных процессов биотрансформации пищевого сырья с применением низкоинтенсивного электроконтактного и акустического воздействия. [Текст] : дис. ...канд. ист. наук : 05.18.07 : защищена 11.12.15 : утв. 17.11.15 / Данильчук Татьяна Николаевна. М., 2014. – 424 с. – Библиогр.: с. 355-400.

16. Гривицкая Г.В. Интенсификация технологических режимов проращивания замоченного зерна для солода за счет использования вихревого эффекта. Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук / Г.В. Гривицкая. – М.: ВНИИПБ, 1992. – 24 с.

17. Яровенко, Л.В. Технология спирта [Текст] : учеб. пособие / В.А.Маринченко, В.А. Смирнов. – М. : Колос, «Колос-Пресс» : Москва, 2002 г. – 452 с.

18. Назарова, Ю.С. Технология производства пива с использованием водоросли *CHLORELLA PYRENOIDOSA* для активации пивоваренных дрожжей . Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук [Текст] / Назарова Юлия Станиславовна. – Могилев, 2015. – 31 с.

19. Калужнина, О.Ю. Активация спиртовых дрожжей // Материалы международной научно-практической конференции «Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития АПК». Сборник материалов/ О.Ю. Калужнина, С.М. Алдыгареев. – М.: Уфа, 2013. – С.46.

20. Карпенко, Д.В. Влияние наночастиц цинка на пивные дрожжи / Д.В. Карпенко, Е.О.Райнина, Н.А. Химачева // Пиво и напитки. – 2015. – №6. – С.22-24.

21. Павлов, А.А. Исследование процесса сбраживания пивного сусле с использованием активированных дрожжей // Материалы четырнадцатой международной научно-практической конференции «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств». Сборник материалов / А.А. Павлов, Л.В. Пермякова, В.А. Помозова. – М.: Барнаул, 2013. – С.177-179.

22. Першакова Т.В. Формирование потребительских свойств хлебобулочных изделий с использованием препаратов микробного и растительного происхождения. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук [Текст] / Першакова Татьяна Викторовна. – Москва, 2012. – 47 с.

23. Борисов, С.В. Использование дрожжей в промышленности [Текст] / С.В.Борисов, О.А.Решетник, З.Ш. Мингалеева. – СПб : ГИОРД, 2008. – С..47.

24. Пат. 2486754 Российская Федерация, МПК С 12 N1/16, А 21 D 8/02. Способ предварительной активации прессованных дрожжей для приготовления теста [Текст] / Швец Д. В., Хмелевская А.В.; заявитель и

патентообладатель Северо-Кавказский горно-металлургический институт. – №2486754/04; заявл. 12.12.11; опубл. 10.07.13, Бюл. № 12. – 2 с.

25. Грачева, О.А. Использование яблочного порошка для активации дрожжей // Материалы шестой всероссийской научно-практической конференции «Специалисты АПК нового поколения». Сборник материалов / О.А.Грачева, Е.А. Фауст. – М.: Саратов, 2012. – С.194-196.

26. Сенюкова М.Н. Технология производства дрожжей [Текст]: учеб. пособие / М.Н. Сенюкова. – Из-во Алт. гос. техн. ун-та, Бийск, 2010 – 121 с.

27. Пивненко Т.П. Разработка рецептур функциональных мучных изделий с добавлением белково-нуклеотидных гидролизатов из сырья морского происхождения // Материалы международной научно-технической конференции «Инновационные и современные технологии пищевых производств». Сборник материалов / Т.П. Пивненко, М.В. Рогатовских. – М.: Владивосток, 2013. – С.220-223.

28. Гужель Ю.А. Разработка технологии и товароведная оценка напитков брожения, полученных с добавлением экстракта хвои сосны обыкновенной. [Текст]: дис. канд. техн. наук : 05.18.12 :защищена 11.05.14 : утв. 24.04.14 / Гужель Юлия Александровна. – М., 2014. – 170 с.

29. Матвеева И.В. Биотехнологические основы приготовления хлеба/ И.В.Матвеева, И.Г.Белявская- М.Дели ПРинт,2001.-150 с.

30. Гернет, М.В. Разработка технологии функциональных напитков брожения с использованием чая / М.В. Гернет, И.Н. Грибкова, К.В. Кобелев, И.В Лазарева, Б.Р. Хашукаева // Пиво и напитки. – 2016. – № 1. – С. 30-34.

31. Хузин, Ф.К. Влияние различных подслащающих веществ на бродильную активность дрожжей / Ф.К. Хузин, З.А. Канарская, А.В. Канарский, О.А.Решетник, Т.А. Ямашев // Хлебопродукты. – 2013. – № 8. – С. 36-38.

32. Berthels, N.J. Discrepancy in glucose and fructose utilization during fermentation by *Sac. cerevisai* wine yeast strains/ N.J. Berthels, R.R.

Cordero Otero, F.F.Bauer, J.M. Nhevelein, I.S. Pretorius // FEMS Yeast Reseach.- 2004. - Vol .4 - № 7. – P. 683-689.

33. Яковлев, А.Н. Накопление побочных продуктов в процессе спиртового брожения / А.Н. Яковлев, Т.С. Ковалева, А.А. Пешков, С.Ф. Яковлева // Вестник. Воронеж. гос. университета инж. технол. – 2013. – №3. – С. 183-185.

34. Ковалев Н.Н. Усовершенствование технологии игристых вин с использованием дисперсных минералов. [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук/ Н.Н. Ковалев. – Киев, 2002. – 20с.

35. Неровных Л.П. Влияния минералов различной природы на динамику изменения аминокислотного и катионного состава кюве в процессе вторичного брожения / Л.П. Неровных // Виноделие и виноградарство. – 2014. - № 2 - С. 32-34.

36. Баландин, Г.В. Применение наночастиц серебра для обеспечения безопасности дрожжей рода *Saccharomyces*. [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.18.07: защищена 18.12.15: утв. 01.10.15 / Баландин Глеб Владленович. – М., 2015. – 162 с.

37. Карпенко, Д.В. Влияние наночастиц цинка на пивные дрожжи / Д.В. Карпенко, Е.О.Райнина, Н.А. Химачева // Пиво и напитки. – 2015. – №6. – С. 22-24.

38. Абрамов, Ш.А. Новые технологии пищевых производств на основе использования геотермальных вод юга России / Ш.А. Абрамов // Юг России. – 2008. – № 2. – С. 6-10.

39. Мальцев, П.М. Химико-технологический контроль производства солода и пива / П.М. Мальцев, Е.И. Великая, М.В. Зазирная. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 447 с.

40. Давыденко, С.Г. Создание и применение нового экспресс-метода оценки качества семенных дрожжей / С.Г. Давыденко // Пиво и напитки. – 2012. – № 5. – С. 20 24.

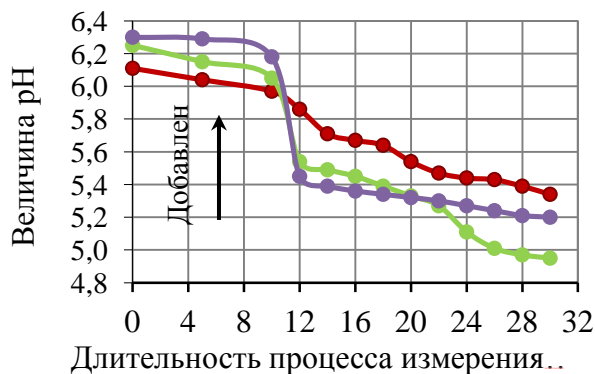
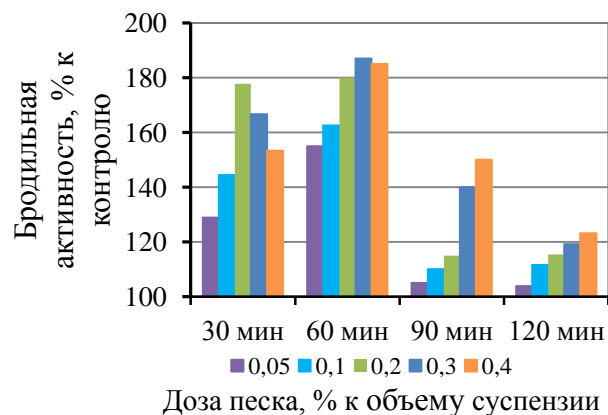
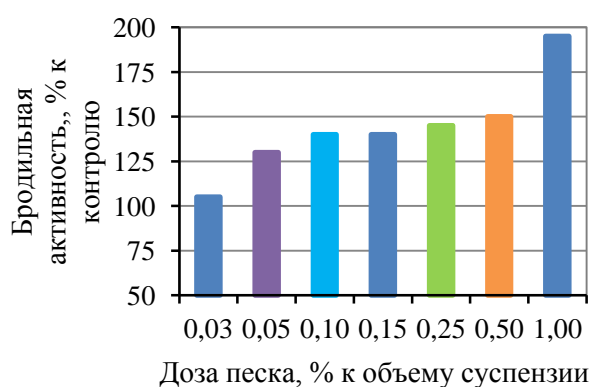
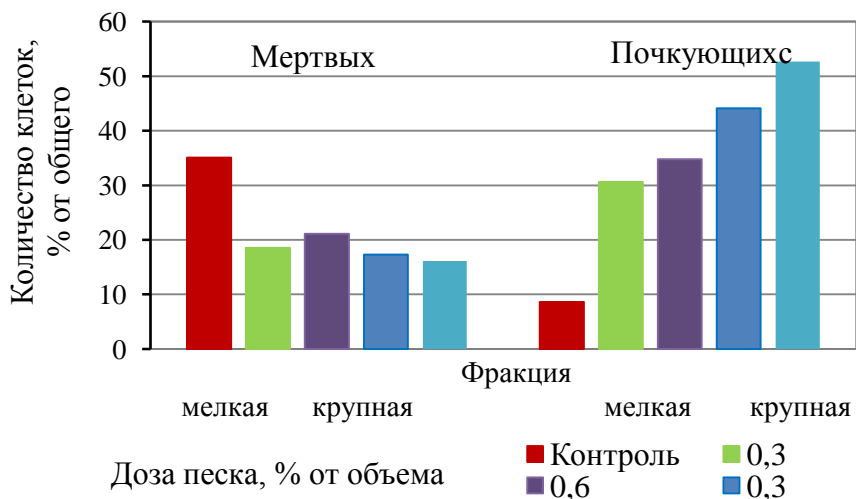
41. Меледина, Т.В. Тест силы подкисления / Т.В. Меледина, Л.П. Васильева, Т.Н. Петрова, // Индустрия напитков. – 2014. – № 1. – С. 44-46 с.

42. ГОСТ Р 55292-2012. Пивные напитки. Общие технические условия. – Введ. – 2014-01-01 М.: «Национальный стандарт Российской Федерации». – 8 с.

Приложение А

(обязательное)

Определение оптимальных параметров активации дрожжей песком

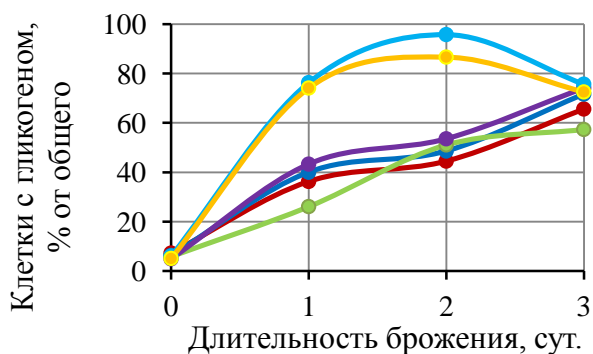
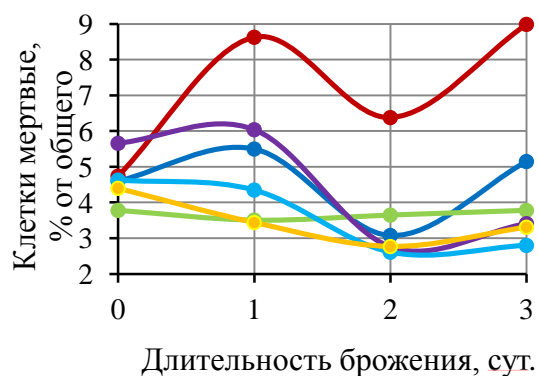
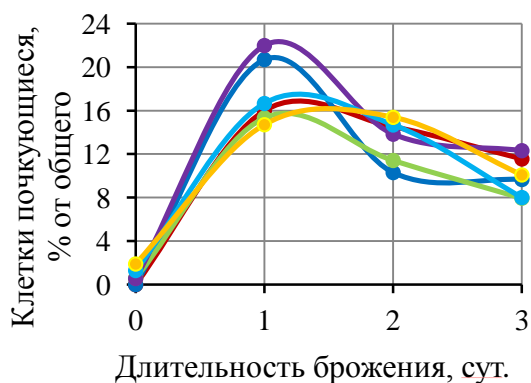
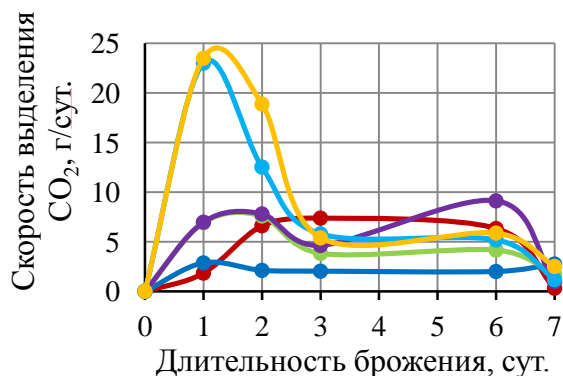
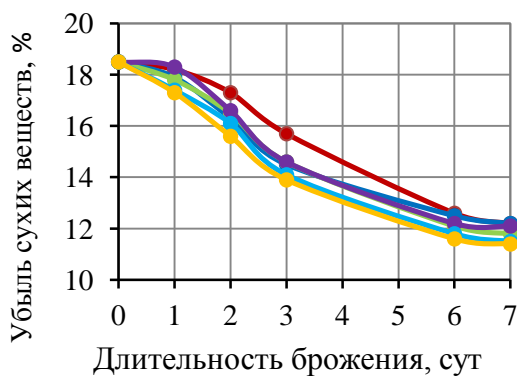


					ВТЗ 00.00.000 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Олина				Определение оптимальных параметров активации дрожжей песком	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Пермякова							
Т.контр.						КемТИПП гр. РС-221		
Н.контр.	Вечтомова							
Утв.	Помозова							

Приложение Б

(обязательное)

Характеристика процесса брожения сахарного сусле дрожжами,
активированными минеральной добавкой

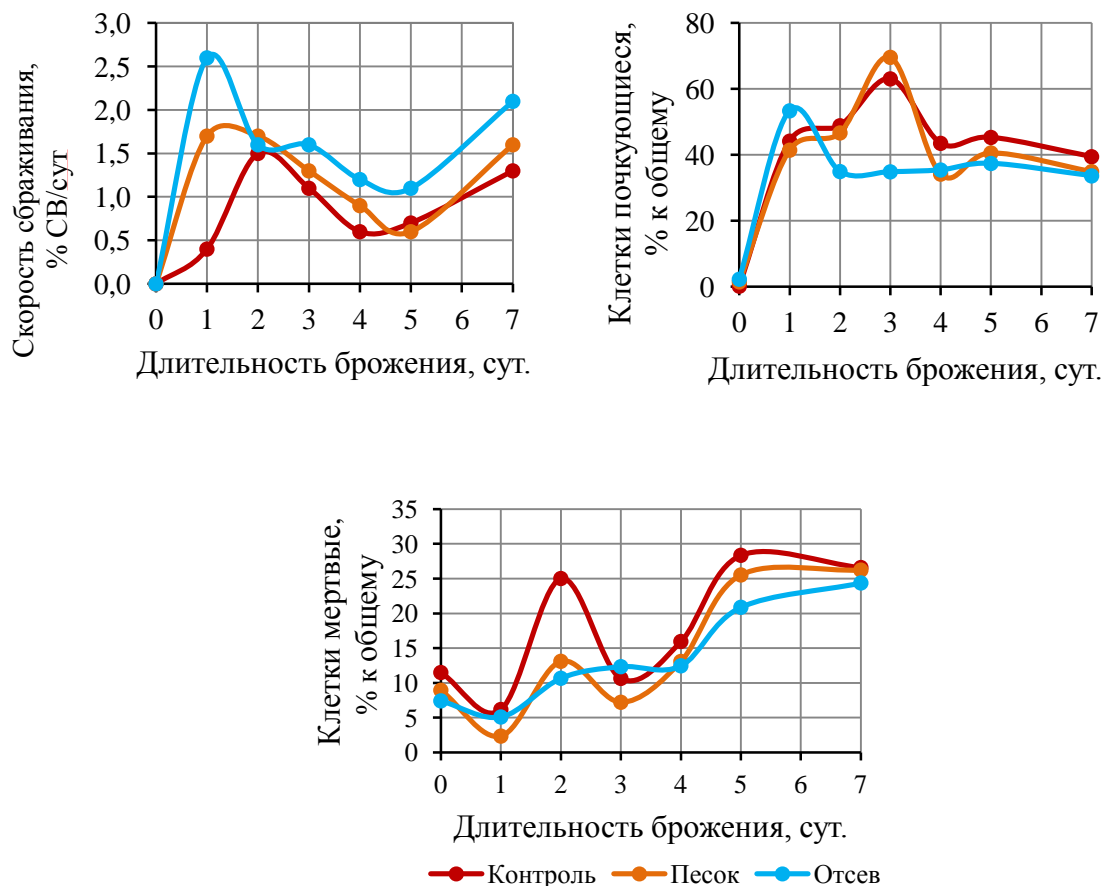


					ВТЗ 00.00.000 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изменение в динамике брожения физиологических и технологических показателей					
Разраб.	Олина							Лит.	Лист	Листов
Провер.	Пермякова									1
Т.контр.								КемТИПП гр. РС-221		
Н.контр.	Вечтомова									
Утв.	Помозова									

Приложение Е

(обязательное)

Сравнительная характеристика брожения сахарного сусла дрожжами после активации песком и органической смесью в виде отсева

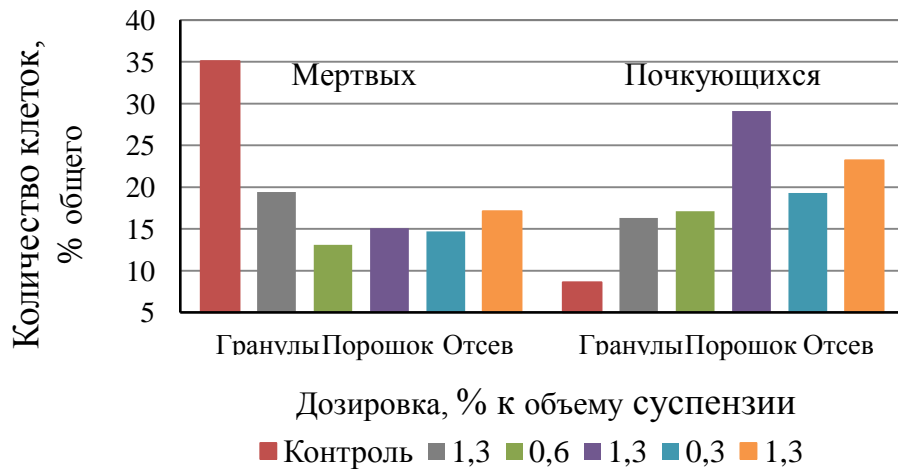
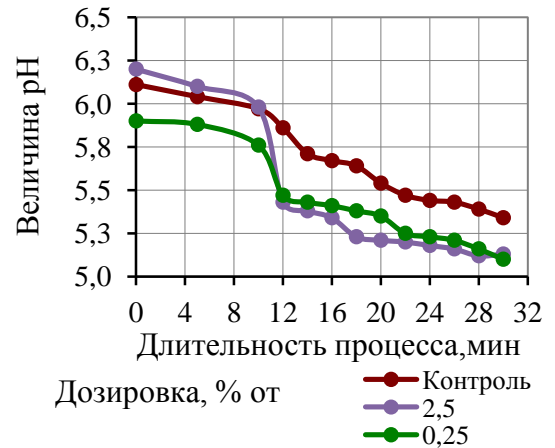
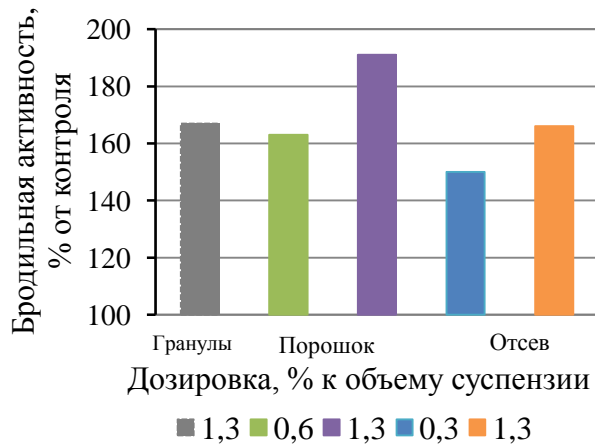


Показатели	Образец		
	контроль	песок	отсев
Объемная доля спирта, %	7,1	8,8	10,1
Видимый экстракт, %	7,9	4,1	0,7
Видимая степень сбраживания, %	49,2	64,3	78,6
Действительная степень сбраживания, %	61,2	79,4	96,2
Кислотность, к. ед.	1,8	2,4	3,3

ВТЗ 00.00.000 ПЗ				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>
<i>Разраб.</i>	Олина			
<i>Провер.</i>	Пермякова			
<i>Т.контр.</i>				
<i>Н.контр.</i>	Вечтомова			
<i>Утв.</i>	Помозова			
Сравнительная характеристика брожения сахарного сусла, дрожжами активированными различными добавками			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>
			КемТИПП гр. РС-221	

Приложение В
(обязательное)

Оптимальные параметры активации дрожжей органическими добавками



и

Образец	Доза песка, % к объему суспензии	Скорость падения pH, мин ⁻¹		Жизненность
		V ₁	V ₂	pH ₀ -pH ₃₀
Контроль	-	0,002318	0,007475	0,77
1	2,50	0,003613	0,013784	1,07
2	0,25	0,002401	0,007384	0,80

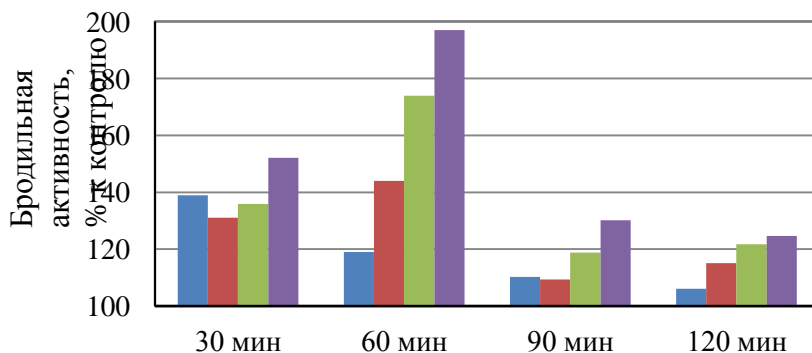
					ВТЗ 00.00.000 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Олина				Выявление оптимальных параметров активации дрожжей органическими добавками	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Пермякова							
Т.контр.								
Н.контр.	Вечтомова					КемТИПП гр. РС-221		
Утв.	Помозова							

Приложение Г

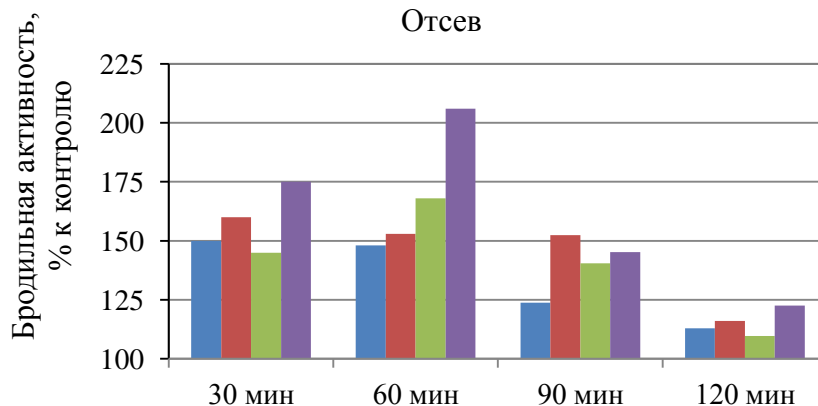
(обязательное)

Влияние длительности обработки на активацию дрожжей

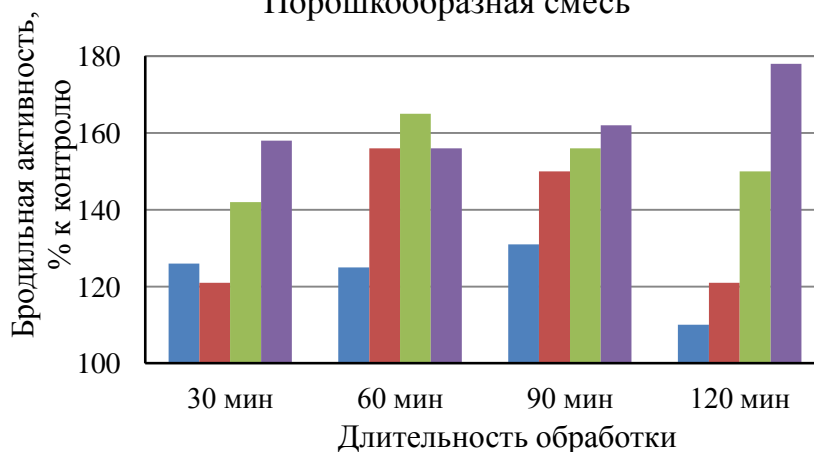
Гранулированная смесь



Отсев



Порошкообразная смесь



Дозировка, % к объему суспензии

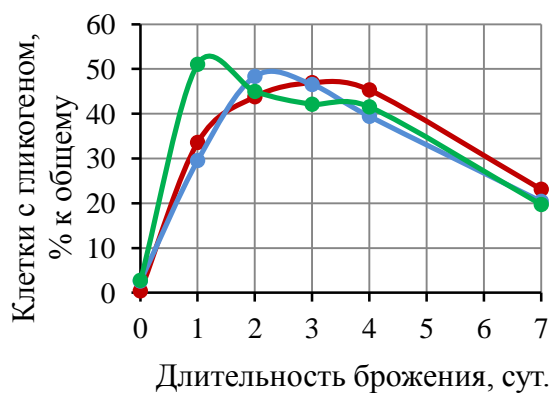
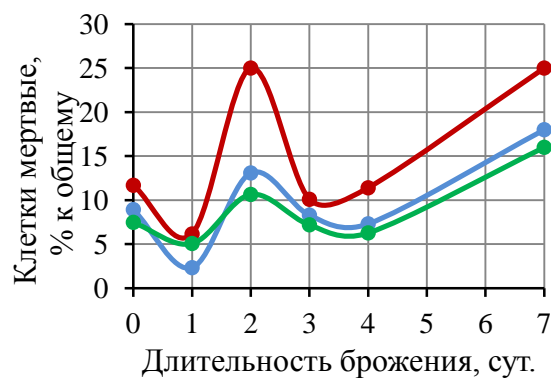
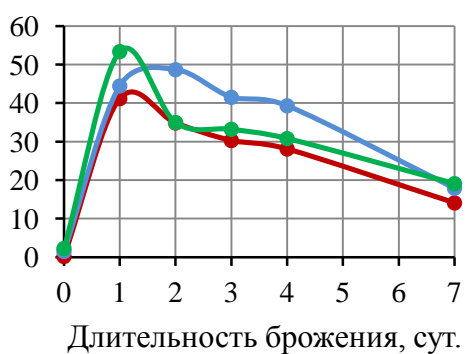
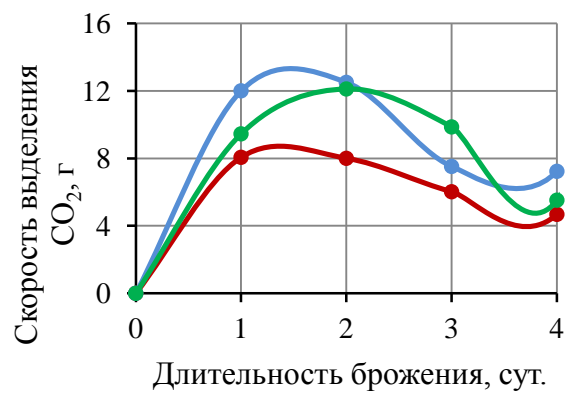
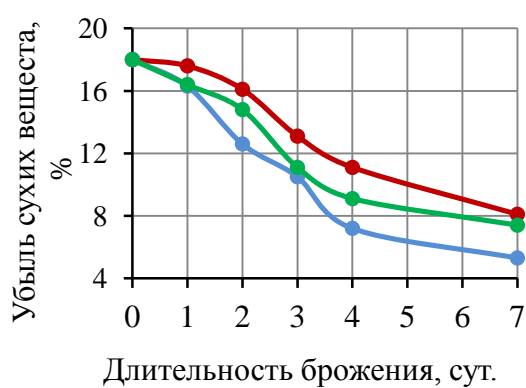
■ 0,25
 ■ 0,5
 ■ 1,5
 ■ 2,5

					ВТЗ 00.00.000 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Влияние длительности обработки на активацию дрожжей			Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Олина									
Провер.	Пермякова									
Т.контр.										
Н.контр.	Вечтомова									
Утв.	Помозова				КемТИПП гр. РС-221					

Приложение Д

(обязательное)

Характеристика процесса брожения сахарного суслу дрожжами,
активированными органическими добавками



—●— Контроль —●— Опыт 1 —●— Опыт 2

ВТЗ 00.00.000 ПЗ								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Характеристика процесса брожения сахарного суслу дрожжами, активированными	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Олина							
Провер.	Пермякова							
Т.контр.						КемТИПП гр. РС-221		
Н.контр.	Вечтомова							
Утв.	Помозова							