

Могилевский технологический институт

УДК 663.479.1

**ЦЕД ЕЛЕНА АЛЕКСЕЕВНА**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КВАСА НА ОСНОВЕ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ДЛЯ КВАСОВАРЕНИЯ МОЛОЧНОКИСЛЫХ  
БАКТЕРИЙ И ДРОЖЖЕЙ**

Специальность: 05.18.07 - Технология алкогольных и безалкогольных пищевых  
продуктов

**Автореферат диссертации**  
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Могилев 1998

Работа выполнена на кафедре «Технология пищевых производств»  
Могилевского технологического института.

Научный руководитель:	кандидат технических наук Г. И. КОСМИНСКИЙ
Научный консультант:	кандидат технических наук В. Л. ПРИБЫЛЬСКИЙ
Официальные оппоненты:	доктор технических наук, профессор ДОМАРЕЦКИЙ В. А.  кандидат технических наук, доцент АБРАМОВИЧ Н. В.
Опонирующая организация:	НПО «Белтехнопрод»

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Одной из важнейших социально-экономических проблем современности является создание новых пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям адекватного питания и совершенствование технологий получения уже существующих пищевых продуктов. Это позволяет значительно интенсифицировать процесс получения того или иного продукта с целенаправленно заданными свойствами

Принимая во внимание то, что современная безалкогольная промышленность предлагает в большинстве своем безалкогольные напитки на основе искусственных ароматизаторов и красителей, необходимы разработка и популяризация таких напитков, технология которых основана на использовании естественного природного сырья. Одним из напитков такого типа является хлебный квас, обладающий значительным потенциалом полезных свойств. Однако, при значительных разработках в области квасоварения существует ряд нерешенных проблем, одной из которых является использование в составе комбинированной закваски молочнокислых бактерий рода *Betabacterium* штаммы  $\beta$ -11 и  $\beta$ -13 и дрожжей расы M, выделенных и изученных еще в 20-х годах нашего века. При этом следует учитывать, что при столь длительном культивировании культур микроорганизмов и их многократных последовательных пересевах на чистые питательные среды (пассажах) свойства микроорганизмов значительно ухудшаются: происходит уменьшение бродительной активности, снижаются способности синтезировать незаменимые аминокислоты и другие биологически активные вещества, замедление процессов размножения и т.д.

Поэтому, актуальной задачей является проведение исследований по разработке и совершенствованию технологии получения хлебного кваса на основе комбинированной закваски, в которой был бы осуществлен целенаправленный подбор новых штаммов молочнокислых бактерий и новых рас дрожжей, обладающих высокими технологическими свойствами и биологической активностью. Применение новых микроорганизмов в квасном производстве способно не только заменить традиционно используемые микроорганизмы, но и значительно улучшить вкусовые и качественные показатели получаемого на их основе кваса.

Кроме того, использование новых микроорганизмов в квасном производстве позволит создать собственную коллекцию чистых культур микроорганизмов пищевого назначения в Республике Беларусь.

Диссертационная работа посвящена исследованию возможности применения в квасном производстве новых для квасоварения ароматообразующих молочнокислых бактерий *Streptococcus diacetilactis* и новой расы квасных дрожжей, которые позволяли бы получать квас с высокими органолептическими и нормативно-техническими показателями.

**Связь работы с крупными научными программами, темами.** Тема исследований вошла в Государственную программу фундаментальных исследований на 1996-2000 годы «Навуковыя асновы новых біятэхналагічных працэсаў: накіраваны сінтэз біялагічна актыўных злучэнняў. Выкарыстанне мікраарганізмаў у прамысловасці, сельскай гаспадарцы, медыцыне і ахове навакольнага асяроддзя» (раздел Біятэхналогія - 16) Академии наук РБ. Программа и план исследований утверждены постановлением 1-ой сессии Совета по координации фундаментальных исследований от 13 февраля 1997 года под №1. Тема диссертации вошла и в план работы НИР

кафедры “Технология пищевых производств” Могилевского технологического института.

**Цель и задачи.** Основной целью работы является совершенствование технологии хлебного кваса на основе применения чистых культур принципиально нового для квасоварения ароматообразующего стрептококка *Str. diacetilactis* и новой расы квасных дрожжей, а также разработка новых видов кваса с повышенной биологической ценностью.

Достижение поставленной цели предусматривает решение следующих задач:

- 1) исследовать возможность применения в квасном производстве принципиально нового для квасоварения - ароматообразующего стрептококка *Str. diacetilactis*;
- 2) выделить новые расы квасных дрожжей, позволяющие получать квас с высокими органолептическими и нормативными физико-химическими показателями;
- 3) разработать технологические параметры приготовления комбинированной закваски и кваса с использованием принципиально нового для квасоварения ароматообразующего стрептококка *Str. diacetilactis*, а также новых рас квасных дрожжей;
- 4) исследовать способность новых молочнокислых бактерий и дрожжей продуцировать летучие ароматические метаболиты, отвечающие за формирование вкуса и аромата кваса;
- 5) разработать рецептуры новых видов кваса с обновленным составом комбинированной закваски;
- 6) разработать нормативно-техническую документацию на новые виды кваса.

**Объект и предмет исследования.** Объектом исследования в данной диссертационной работе является напиток брожения - хлебный квас; предметом исследования выступают новые микроорганизмы, как источники брожения квасного сусле, от использования которых зависят физико-химические и органолептические показатели готового напитка.

**Гипотеза.** Предполагается, что применение новых микроорганизмов в производстве хлебного кваса, позволит улучшить качественные показатели готового кваса и интенсифицировать технологический процесс его получения. В результате проведенных исследований выдвинутая гипотеза полностью подтвердилась, поскольку применение новых микроорганизмов позволило сократить процесс приготовления хлебного кваса с 9 суток до 7, а также улучшить вкусовые и качественные показатели напитка.

**Методология и методы исследования.** При выполнении диссертационной работы были использованы современные методы исследований, в частности, метод газо-жидкостной хроматографии с использованием газового хроматографа, определение содержания карбонильных соединений по методу Токаревой Р.Р. и Кретовича В.Л. и ряд других, которые подробно описаны в главе 2.

**Новизна и значимость полученных результатов.**

1. Изучена и доказана возможность и целесообразность применения принципиально нового для квасоварения ароматообразующего стрептококка *Str. diacetilactis* (Патент РБ № 1473. А.Б., 1996 г, № 4).

2. Изучены физиологические, биохимические, культуральные свойства различных штаммов ароматообразующего стрептококка и определены особенности их культивирования на квасном сусле.

3. Выделена новая раса дрожжей, применение которой позволяет интенсифицировать процесс получения хлебного кваса и улучшить качественные показатели

ли. (Справка о децонировании, выданная институтом микробиологии АН РБ от 24.02.97г.).

4. Исследованы морфологические, культуральные и физиологические признаки новой расы дрожжей, определены параметры роста дрожжевой культуры на квасном сусле.

5. Разработаны технологические параметры приготовления комбинированных заквасок и квасов с использованием наиболее перспективных ассоциаций подобранных штаммов молочнокислых бактерий и дрожжей.

6. Исследован состав летучих ароматических веществ, образующихся в процессе созревания комбинированной закваски и сбраживания квасного суслу и отвечающих за формирование вкуса и аромата кваса.

7. Разработаны рецептуры квасов с применением новых ассоциаций сбраживающих компонентов в комбинированной закваске и расширен ассортимент квасов брожения.

**Практическая (социальная, экономическая) значимость работы.** Значимость работы состоит в том, что промышленности предложены новые высокоактивные штаммы молочнокислых бактерий и дрожжей, позволяющие интенсифицировать технологический процесс получения хлебного кваса за счет сокращения процесса приготовления кваса с 9 суток до 7, а также получать квас с высокими органолептическими и нормативными физико-химическими показателями. Использование новых микроорганизмов в квасном производстве позволяет создать собственную коллекцию чистых культур микроорганизмов пищевого назначения в Республике Беларусь.

Разработаны новые виды кваса с обновленным составом комбинированных заквасок и с повышенной биологической целостностью: «Купальский», «Здоровье», «Оригинальный», «Рубиновый».

Ценность работы состоит в достижении социального эффекта, заключающегося в получении напитков, на основе применения новых возбудителей брожения и обогащенных дополнительным комплексом биологически активных веществ растительного происхождения.

Экономический эффект от внедрения разработанных новых видов кваса, полученный на Могилевском ПО «Могилевхлебпром» цехе № 1, в 1996 году составил для кваса «Купальский» - 244,6 тыс. руб., «Здоровье» - 283,9 тыс. руб., «Рубиновый» - 391,6 тыс. руб., «Оригинальный» - 368,3 тыс. руб.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1) теоретически и экспериментально обоснована возможность и целесообразность использования в квасоварении принципиально нового для квасного производства ароматообразующего стрептококка *Str. diacetylactis*;

2) выделена новая раса квасных дрожжей, позволяющая получать квас с высокими органолептическими и нормативными физико-химическими показателями;

3) разработаны технологические параметры приготовления комбинированной закваски и кваса с использованием штаммов ароматообразующего стрептококка и новой расы квасных дрожжей;

4) экспериментально установлен состав летучих компонентов комбинированной закваски и сброженного кваса, полученный с использованием штаммов ароматообразующего стрептококка и новой расы дрожжей;

5) разработаны научно обоснованные рецептуры новых видов кваса, с оптимально подобранным сочетанием компонентов комбинированной закваски.

Личный вклад соискателя. Автором диссертации самостоятельно выполнены:

- 1) обзор литературы и патентные исследования;
- 2) подобраны методы и методики исследований;
- 3) проведены экспериментальные исследования;
- 4) обработка и анализ экспериментальных данных;
- 5) разработка НТД на новые виды кваса.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы были доложены и обсуждены на Международных научно-технических конференциях “Научно-технический прогресс в пищевой промышленности” (г.Могилев, 1995г.), “Разработка и внедрение прогрессивных технологий в пищевой и перерабатывающей промышленности” (г. Киев, 1995г.), “Холод и пищевые производства” (г Санкт-Петербург, 1996г.), “Разработка и внедрение прогрессивных ресурсосберегающих технологий и оборудования в пищевую и перерабатывающую промышленность” (г. Киев, 1997г.).

Опубликованность результатов. По теме диссертации опубликовано 14 работ, в том числе 3 статьи и получен один патент РБ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, общих выводов, списка использованных источников, приложений. Объем диссертации составляет 196 стр. машинописного текста, в том числе 43 таблицы, 28 рисунков, 70 стр. приложений, 193 наименований использованных источников.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении изложены цель и задачи исследований, обоснована актуальность темы.

В первой главе освещено современное состояние производства напитков брожения в современном мире. Приведены биологические особенности использования микроорганизмов в напитках брожения и хлебном квасе. Рассмотрено современное состояние технологий и производства хлебного кваса.

В результате анализа литературных данных сформулированы основные цели и задачи исследований.

Во второй главе описаны материалы, объекты и методы исследований. Объектами исследований служили чистые культуры молочнокислых бактерий - различные штаммы ароматообразующего стрептококка *Streptococcus diacetilactis*, *Betabacterium* штаммы  $\beta$ -11 и  $\beta$ -13 и монокультуры дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* расы КМ-94, а также производственная раса М. При лабораторных и производственных исследованиях использовали концентрат квасного сусла (ГОСТ 28538-90), сахар-песок (ГОСТ 21-94), питьевую воду (ГОСТ 2874-82). При разработке рецептур новых видов кваса использовали черноплодную рябину (СТБ 739-93), свеклу столовую (ГОСТ 1722-85), облепиху сорта “Витаминная”, выращенные в Могилевской области.

Помимо физико-химических и органолептических показателей сырья, полупродуктов и кваса, нормируемых ОСТ 18-118-94 и ТИ 10-04-06-144-87 определяли: содержание карбонильных соединений - по методу Р.Р. Токаревой и В.Л. Кретовича; содержание четырехуглеродистых соединений (диацетила и ацетона) - весовым методом; содержание летучих кислот - перегонкой испытуемого образца с водяным па-

ром с последующим титрованием дистиллята раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина ; содержание летучих компонентов комбинированной закваски и кваса - на хроматографе Хром-5 (ЧССР); содержание редуцирующих сахаров - методом Бертрана ; пектиновые вещества - весовым кальцеевопектатным методом; содержание витамина С - по методу И.К.Мурри; содержание  $\beta$ -каротина - фотометрическим методом; содержание красящих веществ (антоцианов) - фотоэлектроколориметрическим способом ; количество танино-катехинового комплекса (витамин Р) - перманганатным методом Левентала.

При исследовании культур дрожжей и молочнокислых бактерий определяли морфологические и физиолого-культуральные признаки, зависимость их роста от температуры, рН среды, продолжительности процесса культивирования, условия культивирования применительно к режимам квасоварения, соотношение молочнокислых бактерий и дрожжей в комбинированной закваске, а также способность продуцировать летучие ароматические вещества.

Для объективности суждения о степени достоверности полученных результатов проводили их математическую обработку.

**В третьей главе** проведены подбор, выделение и исследование новых штаммов молочнокислых бактерий и дрожжей для производства кваса. Произведено обоснование выбора в качестве объекта исследования принципиально нового для квасоварения ароматообразующего стрептококка *Str. diacetylactis*.

Изучена культурально-морфологическая и физиолого-биохимическая характеристика *Str. diacetylactis*.

Установлено, что оптимальной температурой развития исследуемых штаммов *Str. diacetylactis* на квасном сусле является -  $30^{\circ}\text{C}$ , т.е. та температура, при которой осуществляется технологический процесс получения кваса.

Исследования сахаролитической активности микроорганизмов показали, что изучаемые штаммы *Str. diacetylactis* утилизируют моно- и дисахара квасного суслу.

Исследовано влияние рН среды на жизнеспособность исследуемых штаммов ароматообразующего стрептококка. Установлено, что штаммы *Str. diacetylactis* способны развиваться при рН квасного суслу (4,5), хотя оно и не является оптимальным для их жизнедеятельности.

Подобраны условия для адаптации и размножения чистых культур *Str. diacetylactis* в лабораторных условиях применительно к режимам квасоварения.

Проведены исследования по выделению и изучению свойств новой расы квасных дрожжей. Предложена новая раса дрожжей, идентифицированная как *Saccharomyces cerevisiae*, Meyen, 1883, БИМ У-190 Д, раса КМ-94. Штамм отобран по признакам высокой генеративной активности и хорошим органолептическим свойствам при сбраживании квасного суслу. Исследованы морфолого-культуральные и физиологические свойства новой расы дрожжей.

Исследовано влияние температуры, рН-среды и продолжительности культивирования на жизнедеятельность дрожжей (рис. 1,2,3).

### Зависимость накопления дрожжевых клеток от температуры и продолжительности культивирования новой расой дрожжей КМ-94

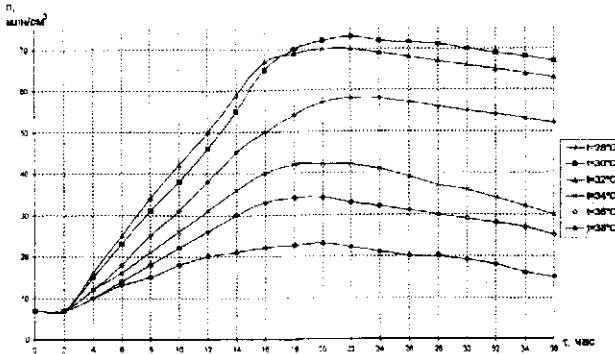


Рис. 1.

Как видно из рис.1, независимо от температуры культивирования дрожжевая популяция в ходе своего развития проходит четыре общеизвестные фазы роста. Установлено, что температурный оптимум для роста дрожжевых клеток новой расы дрожжей КМ-94 лежит в пределах 30 - 32 °С.

Оказывает влияние на жизнедеятельность исследуемой расы дрожжей и реакция среды (рис.2).

### Влияние pH среды на жизнедеятельность дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* КМ-94

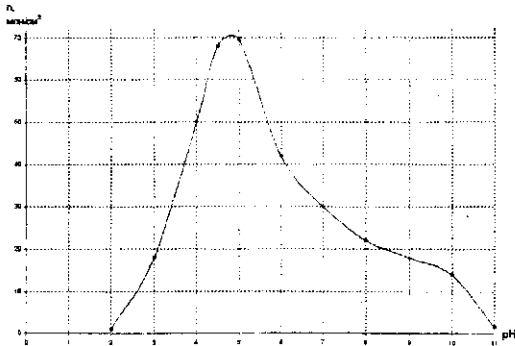


Рис. 2.

Как видно из рис.2, раса дрожжей КМ-94 жизнеспособна в широком диапазоне pH от 2,0 до 11,0. Оптимальное значение pH, при котором дрожжевые клетки проявляют свою максимальную биохимическую активность находится в пределах 4,0 - 5,0. Таким образом, pH квасного сусла (4,5) благоприятно для развития выделенных дрожжей.

Проведены исследования бродильной активности новой расы дрожжей (рис.3).



### Зависимость изменения бродительной активности дрожжей расы КМ-94 от температуры

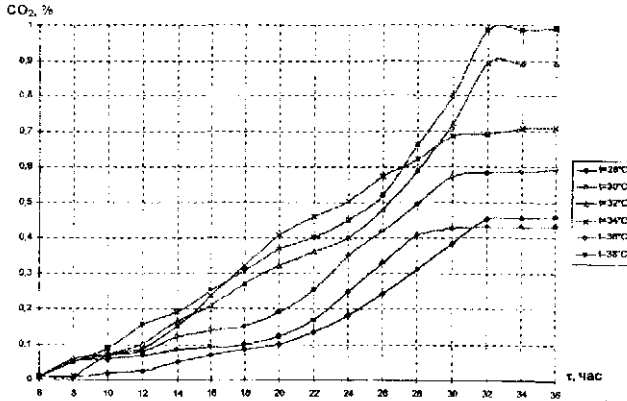


Рис. 3.

Как свидетельствуют данные, представленные на рис.3, дрожжевые клетки начинают активно проявлять свою бродительную активность только по истечении 10-12 часов брожения. Установлено, что при оптимальной температуре культивирования дрожжи накапливают до 0,985% диоксида углерода.

Раса М, которая служила в качестве контроля, значительно уступала по всем изучаемым технологическим свойствам новой выделенной расы дрожжей КМ-94.

**Четвертая глава** посвящена оптимизации технологических параметров процесса брожения квасного сузда с использованием принципиально нового для квасоварения ароматообразующего стрептококка и новой расы дрожжей.

Экспериментальным путем определено оптимальное соотношение микроорганизмов в комбинированной закваске с использованием *Str. diacetylactis*. Установлено, что дрожжевую и молочнокислую суспензии необходимо смешивать в соотношении 1 : 2.

Исследованы физико-химические показатели комбинированных заквасок и квасов, полученных с использованием штаммов *Str. diacetylactis* и дрожжей расы М. Установлено, что исследуемые штаммы ароматообразующего стрептококка *Str. diacetylactis* активно развиваются в составе комбинированной закваски и дают возможность получать хлебный квас с нормативными физико-химическими и органолептическими показателями.

Исследованы физико-химические показатели комбинированных заквасок и квасов с использованием различных комбинаций молочнокислых бактерий и дрожжей расы М. Установлено, что целесообразнее применять многоштабмовые и разнородные сочетания молочнокислых бактерий в комбинированных заквасках с учетом их многостороннего стимулирования при явлении полного симбиоза. Это наблюдается при использовании ассоциаций ароматообразующего стрептококка и штамма  $\beta$ -13.

Изучены физико-химические показатели комбинированных заквасок и квасов, полученных с использованием штаммов *Str. diacetylactis* и дрожжей новой расы КМ-94 (табл. 1,2). Как видно из табл. 1,2 выделенная новая раса дрожжей КМ-94 способна развиваться совместно с молочнокислыми бактериями в комбинированной закваске

и давать возможность получать квас с высокими физико-химическими и органолептическими показателями. Установлено, что дрожжи расы КМ-94 по сравнению с дрожжами расы М способны более интенсивно сбраживать квасное сусло. Это связано с тем, что дрожжи КМ-94 являются микробами-сателлитами, которые значительно активизируют развитие совместно развивающихся с ними молочнокислых бактерий.

Таблица 1

Физико-химические показатели комбинированных заквасок, приготовленных с использованием различных комбинаций молочнокислых бактерий и новой расы дрожжей КМ-94

Наименование микроорганизмов	Содержание сухих веществ, %	Кислотность, см <sup>3</sup> l моль/дм <sup>3</sup> р-ра NaOH на 100 см <sup>3</sup> закваски	Концентрация дрожжевых клеток, млн/см <sup>3</sup>	Содержание			
				углеводородных соединений, мг экв на 100 г СВ	ЛДЖК, мг на 100 см <sup>3</sup> закваски	диастаза, мг на 100 см <sup>3</sup> закваски	ацетона, мг на 100 см <sup>3</sup> закваски
1	2	3	4	5	6	7	8
β-11+β-13+М	7,2	3,4	18,5	10,88	9,5	0,2680	0,0234
β-11+β-13 + КМ-94	7,0	4,0	37,0	12,41	11,4	0,2944	0,0384
β-11+d <sub>1</sub> + КМ-94	6,8	4,7	43,5	23,42	7,8	0,0439	0,0711
β-11+d <sub>1</sub> + КМ-94	6,8	4,2	39,0	12,64	7,2	0,0382	0,0454
β-11+d <sub>5</sub> + КМ-94	7,0	3,4	36,5	11,62	7,1	0,0288	0,0375
β-11+d <sub>6</sub> + КМ-94	6,8	4,6	42,5	26,47	16,8	0,0384	0,0612
β-11+d <sub>10</sub> + КМ-94	6,8	4,7	47,5	16,47	10,6	0,0385	0,0367
β-11+d <sub>11</sub> + КМ-94	6,8	4,8	42,0	14,87	8,4	0,0362	0,0411
β-11+d <sub>12</sub> + КМ-94	7,0	3,9	38,5	12,68	8,5	0,0283	0,0443
β-11+d <sub>13</sub> + КМ-94	6,8	4,4	47,5	12,63	7,2	0,0343	0,0606
β-11+d <sub>14</sub> + КМ-94	7,0	4,0	37,5	12,76	9,6	0,0278	0,0319
β-11+d <sub>15</sub> + КМ-94	7,2	3,8	41,5	21,11	7,8	0,0193	0,0367
β-11+d <sub>17</sub> + КМ-94	6,8	4,2	47,0	16,09	7,2	0,0258	0,0289
d <sub>1</sub> + β-13 + КМ-94	6,8	4,9	52,5	28,89	12,0	0,3910	0,0722
d <sub>1</sub> + β-13 + КМ-94	6,8	4,7	41,5	23,77	13,2	0,2640	0,0591

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
d <sub>5</sub> +β-13 + KM-94	7,0	3,6	38,0	19,43	9,0	0,1870	0,0395
d <sub>6</sub> +β-13 + KM-94	6,8	4,2	38,5	25,50	12,0	0,2935	0,0654
d <sub>10</sub> +β-13 + KM-94	7,0	3,8	40,5	19,23	14,9	0,2343	0,0461
d <sub>11</sub> +β-13 + KM-94	6,8	4,5	49,0	24,00	14,0	0,2710	0,0478
d <sub>12</sub> +β-13 + KM-94	7,0	4,5	36,5	19,04	9,8	0,2689	0,0407
d <sub>13</sub> +β-13 + KM-94	6,8	4,4	41,0	30,0	7,2	0,2731	0,0718
d <sub>14</sub> +β-13 + KM-94	7,0	3,8	37,0	16,81	13,2	0,2590	0,0483
d <sub>15</sub> +β-13 + KM-94	7,0	3,8	38,5	18,56	10,6	0,2211	0,4310
d <sub>17</sub> +β-13 + KM-94	6,8	4,6	46,5	26,87	13,2	0,2901	0,0471

, Таблица 2

Физико-химические показатели сброженных квасов,  
приготовленных с использованием различных комбинаций  
молочнокислых бактерий и новой расы дрожжей KM-94

Наименование микроорганизмов	Содержание сухих веществ, %		Кислотность, см <sup>3</sup> л моль/дм <sup>3</sup> р-ра NaOH на 100 см <sup>3</sup> кваса	Содержание карбонильных соединений, мг экв на 100 г СВ	Содержание ЛДЖК, мг на 100 см <sup>3</sup> кваса	Содержание ди-апетгила, мг на 100 см <sup>3</sup> кваса	Содержание ацетона, мг на 100 см <sup>3</sup> кваса
	нач.	кон.					
1	2	3	4	5	6	7	8
β-11+β-13+M	2,8	2,2	2,0	24,16	7,0	0,2640	0,0215
β-11+β-13 + KM-94	2,8	2,0	2,6	27,72	7,2	0,2971	0,0349
β-11+d <sub>1</sub> + KM-94	2,8	2,0	2,6	43,17	16,4	0,0561	0,0681
β-11+d <sub>4</sub> + KM-94	2,8	2,0	2,3	45,00	12,0	0,0326	0,0466
β-11+d <sub>5</sub> + KM-94	2,8	2,2	2,2	22,20	9,4	0,0170	0,0277
β-11+d <sub>6</sub> + KM-94	2,8	2,0	2,5	54,09	13,2	0,0367	0,0491

1	2	3	4	5	6	7	8
$\beta$ -11+d <sub>10</sub> + KM-94	2,8	2,0	2,4	34,86	13,4	0,0334	0,0647
$\beta$ -11+d <sub>11</sub> + KM-94	2,8	2,0	2,4	41,66	19,4	0,0335	0,0591
$\beta$ -11+d <sub>12</sub> + KM-94	2,8	2,2	2,4	34,98	9,0	0,0298	0,0412
$\beta$ -11+d <sub>13</sub> + KM-94	2,8	2,0	2,5	35,41	17,2	0,0375	0,0566
$\beta$ -11+d <sub>14</sub> + KM-94	2,8	2,2	2,2	30,00	18,6	0,0168	0,0303
$\beta$ -11+d <sub>15</sub> + KM-94	2,8	2,0	2,2	26,90	9,3	0,0196	0,0319
$\beta$ -11+d <sub>17</sub> + KM-94	2,8	2,0	2,6	34,15	9,5	0,0227	0,0287
d <sub>1</sub> + $\beta$ -13 + KM-94	2,8	1,8	3,0	63,18	10,8	0,3570	0,0687
d <sub>4</sub> + $\beta$ -13 + KM-94	2,8	2,0	2,4	31,60	15,3	0,2167	0,0327
d <sub>5</sub> + $\beta$ -13 + KM-94	2,8	2,2	2,3	29,87	14,2	0,1848	0,0298
d <sub>6</sub> + $\beta$ -13 + KM-94	2,8	1,8	2,8	47,77	9,6	0,2864	0,0651
d <sub>10</sub> + $\beta$ -13 + KM-94	2,8	2,0	2,6	40,85	10,5	0,2864	0,0654
d <sub>11</sub> + $\beta$ -13 + KM-94	2,8	2,0	2,7	39,58	10,8	0,2712	0,0582
d <sub>12</sub> + $\beta$ -13 + KM-94	2,8	2,0	2,6	27,38	9,4	0,2362	0,0367
d <sub>13</sub> + $\beta$ -13 + KM-94	2,8	1,8	3,0	60,44	14,4	0,4945	0,0629
d <sub>14</sub> + $\beta$ -13 + KM-94	2,8	2,0	2,4	45,83	9,6	0,1870	0,0336
d <sub>15</sub> + $\beta$ -13 + KM-94	2,8	2,2	2,5	24,12	10,34	0,1403	0,0285
d <sub>17</sub> + $\beta$ -13 + KM-94	2,8	2,0	3,0	54,30	10,8	0,2843	0,0378

На основании проведенных исследований разработана рецептура нового вида кваса "Купальский", в котором была использована отобранная в ходе исследований наиболее перспективная ассоциация микроорганизмов *Str. diacetylactis* штамм d<sub>1</sub> +  $\beta$ -13 + дрожжи расы KM-94. Качество нового вида кваса "Купальский" подтверждено исследованиями Могилевского центра гигиены и эпидемиологии.

В пятой главе было проведено качественное и количественное исследование состава летучих веществ комбинированной закваски и кваса, полученных на основе принципиально новых для квасоварения молочнокислых бактерий и новой расы дрожжей. Хроматографически установлено, что летучие компоненты, обуславливающие вкус и аромат квасов брожения, образуются главным образом в результате жизнедеятельности микроорганизмов и имеют следующую природу: 1 - ацетальдегид; 2 - этилформиат; 3 - ацетон; 4 - этилацетат; 5 - диацетил; 6 - этанол; 7 - пропанол; 8 - изобутанол; 9 - вода; 10 - оптически активный амиловый спирт; 11 - изоамиловый спирт (рис 4,5).

Хроматографическое разделение дистиллята комбинированной закваски с использованием *Str. diacetylactis* штамм  $d_1 + \beta-13$  + дрожжи расы КМ-94

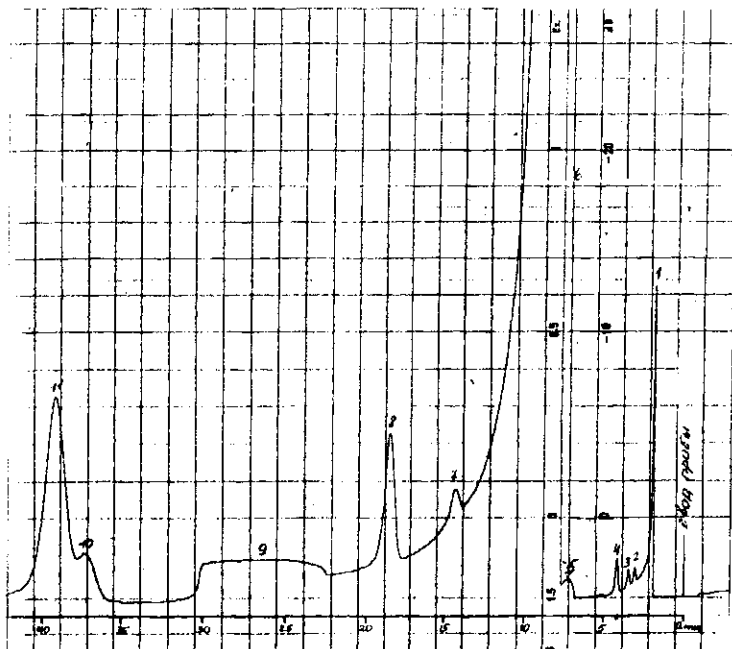


Рис.4

Количественное содержание летучих компонентов комбинированных заквасок и квасов, приготовленных с различным набором сбраживающих компонентов представлены в табл. 3,4.

Хроматографическое разделение дистиллята кваса с использованием *Str. diacetylactis* штамм d<sub>1</sub> + β-13 + дрожжи расы КМ-94

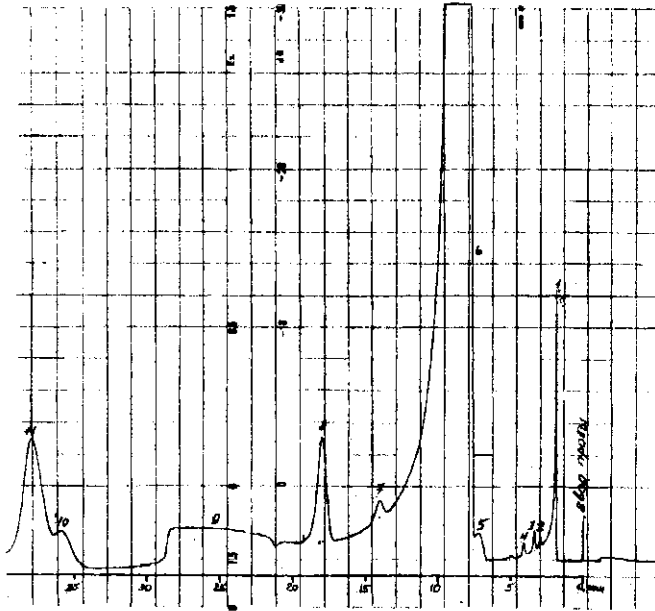


Рис.5

Таблица 3

Содержание летучих компонентов в комбинированной закваске, приготовленной с использованием штаммов *Str. diacetylactis* и новой расы дрожжей КМ-94

Состав комбинированной закваски	Содержание летучих компонентов, мг/100 см <sup>3</sup>							
	Ацетальдегид x 10 <sup>-1</sup>	Этилформиат x 10 <sup>-2</sup>	Ацетон x 10 <sup>-3</sup>	Этил-ацетат x 10 <sup>-2</sup>	Диацетил x 10 <sup>-1</sup>	Пропанол x 10 <sup>-1</sup>	Изобутанол x 10 <sup>-1</sup>	Изоамиловый спирт
β-11+β-13+M контроль	2,284	2,840	3,460	3,100	2,554	1,042	7,213	1,8514
<i>Str. diacetylactis</i> d <sub>1</sub> + КМ-94	4,924	4,980	4,190	6,050	0,450	1,156	9,821	2,955
<i>Str. diacetylactis</i> d <sub>1</sub> + β-11 + КМ-94	4,320	4,650	3,160	7,930	0,259	0,935	8,921	3,248
<i>Str. diacetylactis</i> d <sub>1</sub> + β-13 + КМ-94	3,414	4,723	3,740	7,890	2,786	1,021	6,594	2,404

Таблица 4

Содержание летучих компонентов в сброженных квасах, приготовленных с использованием штаммов *Str. diacetilactis* и новой расы дрожжей КМ-94

Состав комбинированной закваски	Содержание летучих компонентов, мг/100 см <sup>3</sup>							
	Ацетальдегид x 10 <sup>-1</sup>	Этилформат x 10 <sup>-2</sup>	Ацетон x 10 <sup>-3</sup>	Этил-ацетат x 10 <sup>-2</sup>	Диацетил x 10 <sup>-1</sup>	Про-панол x 10 <sup>-1</sup>	Изобу-танол x 10 <sup>-1</sup>	Изоа-милый спирт
β-11+β-13-М контроль	2,899	3,020	3,270	2,430	2,422	0,680	6,103	1,527
<i>Str. diacetilactis</i> d <sub>1</sub> +КМ-94	2,985	3,100	2,900	3,519	0,467	0,816	7,920	1,8514
<i>Str. diacetilactis</i> d <sub>1</sub> + β-11 + КМ-94	2,447	3,182	3,550	3,030	0,778	0,923	6,725	1,8189
<i>Str. diacetilactis</i> d <sub>1</sub> + β-13 + КМ-94	3,018	3,490	3,300	3,640	3,068	0,770	5,771	1,749

Таким образом, показано, что накопление летучих компонентов в значительной степени зависит от вида микроорганизмов, развивающихся в комбинированной закваске (табл.3,4).

Изучена динамика накопления летучих компонентов в процессе сбраживания квасного суслу. Установлено, что накопление летучих веществ в сбраживаемом квасном сусле происходит специфично и зависит от особенностей метаболизма микроорганизмов, входящих в состав комбинированной закваски.

В шестой главе с целью расширения ассортимента кваса брожения были разработаны рецептуры новых видов квасов на основе новых молочнокислых бактерий и дрожжей с добавлением соков, полученных из растительного сырья.

Исследован химический и биохимический состав натуральных соков (черноплоднорябинового, облепихового, свекольного) и определено количественное содержание их в составе купажа. Установлено, что оптимальное содержание черноплоднорябинового сока в купаже кваса составляет 9%, облепихового - 6%. На основании этого разработаны рецептуры новых видов кваса «Здоровье» и «Оригинальный».

Кроме того, установлено, что применение свекольного сока в качестве обогащающего компонента является возможным только при условии внесения его на стадии сбраживания квасного суслу до внесения комбинированной закваски. При этом, использование пастеризованного свекольного сока интенсифицирует процесс сбраживания квасного суслу, за счет обогащения его компонентами, стимулирующими развитие молочнокислых бактерий и дрожжей. На основании этого разработана рецептура нового вида кваса «Рубиновый».

Исследованы физико-химические и биохимические показатели новых видов квасов, которые по сравнению с обычным хлебным квасом заметно обогащены биологически активными и питательными веществами, крайне необходимыми организму человека в условиях повышенного радиационного фона на территории Беларуси (табл.5).

Физико-химические и биохимические показатели качества  
новых видов квасов

Наименование показателей	Квасы			
	хлебный квас (контр.)	"Здоровье"	"Оригинальный"	"Рубиновый"
Массовая доля сухих веществ, %	5,6	5,6	5,8	5,6
Редуцирующие сахара, %	1,10	1,51	1,37	1,92
Кислотность, см <sup>3</sup> 1 н р-ра NaOH на 100 см <sup>3</sup> сока	2,0	2,5	3,2	2,7
Содержание витамина С, мг/100 г продукта	-	6,19	10,04	3,34
Содержание пектиновых веществ, %	0,039	0,081	0,051	0,143
Содержание β-каротина, мг/100 г продукта	-	следы	0,972	следы
Содержание танинно-катехинового комплекса (витамин Р), %	-	0,349	0,049	0,497
Содержание антоцианов, %	0,190	0,436	0,220	2,742

Как следует из табл.5, хлебные квасы "Здоровье", "Рубиновый", "Оригинальный" существенно отличаются от обычного хлебного кваса более высоким содержанием редуцирующих, пектиновых веществ, антоцианов, витаминов С, Р, β-каротином, что придает новым квасам повышенную биологическую ценность. Следует отметить, что по органолептическим показателям напитки выгодно отличаются от традиционного хлебного кваса.

Проведены производственные испытания по выпуску опытно-промышленной партии кваса с использованием принципиально нового для квасоварения ароматообразующего стрептококка *Str. diacetylactis* в ассоциации со штаммом β-13 и дрожжами рас М и КМ-94. Отработан технологический режим приготовления комбинированной закваски и получения кваса.

Подтверждены технологические и экономические преимущества применения указанных микроорганизмов и обогащающих компонентов, заключающиеся в сокращении процесса приготовления комбинированной закваски на 2 суток, ускорении продолжительности брожения в среднем в 1,5 раза, экономии расхода сахара и концентрации кислого суслу, улучшении органолептических показателей.

По результатам заседания заводской и Республиканской дегустационной комиссий квасы "Купальский", "Рубиновый", "Здоровье", "Оригинальный" получили оценки "отлично" и рекомендованы к постановке на производство.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования по подбору, выделению и изучению новых штаммов молочнокислых бактерий и дрожжей, разработке технологии кваса с применением принципиально нового для квасоварения ароматообразующего стрептококка *Str. diacetylactis*, новой расы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* КМ-94, обогащенных до-



полнительным комплексом биологически активных веществ, позволяют сделать следующие выводы:

1. Доказана возможность и целесообразность использования принципиально нового для квасоварения ароматообразующего стрептококка *Str. diacetylactis* в производстве кваса /1,2,3,4,5,6,7/.

2. Выделена и исследована новая раса дрожжей КМ-94 и показана целесообразность ее использования в квасном производстве /8,9,10/.

3. Разработаны технологические параметры приготовления комбинированных заквасок и квасов с использованием наиболее перспективных ассоциаций подобранных штаммов молочнокислых бактерий и дрожжей. Утверждена рецептура нового вида кваса «Купальский» с обновленным составом комбинированной закваски /11,12/.

4. Исследована способность новых молочнокислых бактерий и дрожжей продуцировать летучие ароматические метаболиты, отвечающие за формирование вкуса и аромата кваса. Установлены следующие летучие компоненты сброженного кваса: ацетальдегид, этилформиат, ацетон, этилацетат, диацетил, этанол, пропанол, изобутанол, изоамиловый спирт /13/.

5. Разработаны и утверждены в установленном порядке научно-обоснованные рецептуры новых видов кваса «Здоровье», «Оригинальный», «Рубиновый» с обновленным составом комбинированной закваски, обладающих повышенной биологической ценностью /14/.

6. Ориентировочный годовой экономический эффект от применения новых ассоциаций микроорганизмов в производстве кваса и обогащенных дополнительным комплексом биологически активных веществ в ценах 1996 года, составил : для кваса «Купальский» - 244,6 тыс. руб., «Здоровье» - 283,9 тыс. руб., «Рубиновый» - 391,6 тыс. руб., «Оригинальный» - 368,3 тыс. руб.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Якиревич Л.М., Цед Е.А. Изучение возможности использования различных штаммов ароматообразующего стрептококка в процессе получения хлебного кваса. //Научное обеспечение хранения и переработки растительного сырья в пищевой промышленности: Тез.докл.науч.конф. 17-19 сентября: Москва, 1991 - С.120.

2. Якиревич Л.М., Косминский Г.И., Цед Е.А. Исследование качества кваса от соотношения молочнокислых бактерий в комбинированной закваске. //Научно-техн. прогресс в пищ. пр-ти.: Тез. научно-техн. конф.: 15-16 апреля, Могилев, 1993 - С. 94-95.

3. Косминский Г.И., Цед Е.А., Якиревич Л.М. Использование ароматообразующего стрептококка в производстве хлебного кваса. // Научно-технический прогресс в пищевой промышленности. Тез. Международной науч.-техн.конф.: 22-24 ноября, Могилев, 1995 - С.33.

4. Косминский Г.И., Цед Е.А., Якиревич Л.М. Изучение свойств ароматообразующего стрептококка *Streptococcus diacetylactis* применительно к квасному производству. // Известия ВУЗов, Пищевая технология. - 1996. - №3-4. - С.29-30.

5. Пат. № 1473 РБ, МКИ 6 С 12 G 3/00, А 23 L 2/00. Способ производства кваса. / Якиревич Л.М., Косминский Г.И., Цед Е.А., Шуляк Т.Л., (БУ), Оржекауские Р.И. (Л), МТИ; - №2070; Заявл.21.07.94; Опубл.16.12.96. - Бюл.№4, // А.Б. - 1994. - №4 - С.145.

6. Косминский Г.И., Цед Е.А., Якиревич Л.М. Хлебный квас, полученный с использованием ароматообразующего стрептококка. // Пищевая промышленность - 2000. Тез. Межрегиональной научно-практич. конф.: 5-8 июня, Казань, 1996. - С.124.
7. Косминский Г.И., Цед Е.А., Якиревич Л.М. Принципиально новые молочнокислые бактерии в производстве кваса. // Холод и пищевые производства. Тез. Международной научн.-техн. конф.: 21-24 октября, Санкт-Петербург, 1996. - С.293.
8. Косминский Г.И., Прибыльский В.Л., Цед Е.А. Изучение возможности использования новой расы дрожжей в производстве хлебного кваса. // Научно-технический прогресс в пищевой промышленности. Тез. Международной науч.-техн. конф.: 22-24 ноября, Могилев, 1995 - С.37.
9. Косминский Г.И., Прибыльский В.Л., Цед Е.А., Якиревич Л.М. Использование новой расы дрожжей в квасном производстве. // Совершенствование технологических процессов пищевой промышленности и АПК. Тез. научн.-техн. конф.: Оренбург, 17-21 апреля 1996 - С. 32.
10. Прибыльский В.Л., Косминский Г.И., Цед Е.А., Конопольская К.В. Использование новых штаммов дрожжей и молочнокислых бактерий в производстве кваса. // Разработка прогрессивных технологий в пищ. и перерабатывающей промышленности. Тез. Всеукраинской научн.-техн. конф.: Киев, 1995. - С.86.
11. Косминский Г.И., Цед Е.А., Якиревич Л.М. Получение хлебного кваса с использованием в комбинированной закваске новых молочнокислых бактерий. // Известия ВУЗов, Пищевая технология. - 1996. - №5-6.- С.47-48.
12. Косминский Г.И., Цед Е.А., Якиревич Л.М. Применение принципиально новых молочнокислых бактерий и дрожжей в квасном производстве. // Энергосберегающие технологии переработки с/х сырья. Тез. Международной научно-практич. Конф.: 9-11 октября, Минск, 1996, ч.2.- С.11.
13. Косминский Г.И., Цед Е.А., Якиревич Л.М., Рыдеская Л.И. Квас «Здоровье». // Пиво и напитки. - 1997. - №2. - С.38.
14. Косминский Г.И., Прибыльский В.Л., Цед Е.А., Баранов О.М., Якиревич Л.М. Новая раса дрожжей в квасном производстве. // Разработка и внедрение прогрессивных ресурсо-сберегающих технологий в пищевую и перерабатывающую промышленность. Тез. Международной научно-технической конференции: Киев, 21-24 сентября, 1997. - С.46.

## РЕЗЮМЕ

Цед Елена Алексеевна

Совершенствование технологии кваса на основе использования новых для  
квасоварения молочнокислых бактерий и дрожжей

НАПИТКИ БРОЖЕНИЯ, ХЛЕБНЫЙ КВАС, СБРАЖИВАНИЕ, МОЛОЧНОКИСЛЫЕ БАКТЕРИИ, КВАСНЫЕ ДРОЖЖИ, КОМБИНИРОВАННАЯ ЗАКВАСКА, АРОМАТООБРАЗУЮЩИЙ СТРЕПТОКОКК, КУЛЬТУРАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, ЛЕТУЧИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА, ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ, БУКЕТ НАПИТКА, РЕЦЕПТУРЫ.

Одним из напитков брожения является хлебный квас. Сброженный хлебный квас получается путем сбраживания квасного сусле молочнокислыми бактериями и дрожжами, входящими в состав комбинированной закваски. До настоящего времени в составе комбинированной закваски используются микроорганизмы, свойства которых в результате длительного культивирования значительно ухудшились.

Цель работы - совершенствование технологии кваса на основе использования новых для квасоварения молочнокислых бактерий и дрожжей.

В соответствии с основной целью работы изучена и доказана возможность и целесообразность применения принципиально нового для квасоварения ароматообразующего стрептококка *Streptococcus diacetylactis*. Выделена новая раса квасных дрожжей, применение которой позволяет интенсифицировать процесс получения хлебного кваса и улучшить его качественные показатели. Изучены культурально-морфологические, физиолого-биохимические свойства исследуемых микроорганизмов и определены особенности их культивирования на квасном сусле. Разработаны технологические параметры приготовления комбинированных заквасок и квасов с использованием наиболее перспективных ассоциаций подобранных штаммов молочнокислых бактерий и дрожжей. Хроматографически исследован состав летучих ароматических веществ, отвечающих за формирование букета напитка. Разработаны научно-обоснованные рецептуры новых видов квасов с оптимально подобранным сочетанием компонентов комбинированной закваски и повышенной биологической ценностью.

## РЭЗЮМЭ

Цэд Алены Аляксееўны

Удасканалванне тэхналогіі квасу на аснове выкарыстання новых для  
квасаварэння малочнакіслых бактэрый і дражджэй

НАПОІ БРАДЖЭННЯ, ХЛЕБНЫ КВАС, БРАДЖЭННЕ, МАЛОЧНАКІСЛЯ  
БАКТЭРЫЦ, КВАСНЫЯ ДРОЖДЖЫ, КАМБІНАВАНАЯ ЗАКВАСКА,  
ДУХМЯНАЎТВАРАЛЬНЫ СТРЭПТАКОК, КУЛЬТУРАЛЬНА-МАРФАЛАГІЧНЫЯ  
ЎЛАСЦІВАСЦІ, ФІЗІЕЛАГА-БІЯЛАГІЧНЫЯ ЎЛАСЦІВАСЦІ, ТЭХНАЛАГІЧНЫЯ  
ПАРАМЕТРЫ, ЛЯТУЧЫЯ ДУХМЯНЫЯ РЭЧЫ, ХРАМАТАГРАФІЧНАЕ  
ДАСЛЕДВАННЕ, БУКЕТ НАПОЯ, РЭЦЭПТУРЫ.

Адным з напояў браджэння з'яўляецца хлебны квас. Зброджаны хлебны квас атрымліваецца шляхам збраджвання кваснога сусла малочнакіслымі бактэрыямі і дражджамі, якія ўваходзяць у састаў камбінаванай закваскі. У цяперашні час у саставе камбінаванай закваскі выкарыстоўваюцца мікраарганізмы, якія ў выніку працяглага культывавання значна пагоршыліся.

Мэта работы - удасканалванне тэхналогіі квасу на аснове выкарыстання новых для квасаварэння малочнакіслых бактэрый і дражджэй.

У адпаведнасці з асноўнай мэтай работы вывучана і даказана магчымасць і мэтазгоднасць прымянення прынцыпова новага для квасаварэння духмянаўтваральнага стрэптакока *Streptococcus diacetilactis*.

Вызелена новая раса квасных дражджэй, выкарыстанне якой дазваляе інтэнсіфікаваць працэс атрымання хлебнага квасу і палепшыць яго якасныя паказчыкі. Вывучаны культуральна-марфалагічныя, фізіелага-біяхімічныя якасці даследаваных мікраарганізмаў і вызначаны асаблівасці іх культывавання на квасным сусле. Распрацаваны тэхналагічныя параметры падрыхтоўвання камбінаваных заквасак і квасоў з прымяненнем найбольш перспектыўных асацыяцый падабраных штамаў малочнакіслых бактэрый і дражджэй. Храматаграфічна даследаван састаў лятучых духмяных рэчываў, якія адказваюць за фарміраванне букета напоя. Распрацаваны навукова-абгрунтаваныя рэцэптуры новых відаў квасоў з аптымальна падабраным спалучэннем кампанентаў камбінаванай закваскі і павышанай біялагічнай каштоўнасцю.

## ABSTRACT

Tsed Elena Alexeevna

### Perfection of kvass technology on the basis of use of new for kvass-brewing of lactic-acid bacteria and yeast

DRINKS OF FERMENTATION, BREAD KVAISS, FERMENTATION, A LACTIC-ACID BACTERIUM, KVAISS YEAST, COMBINED LIQUID CULTURE, AROMA-FORMING STREPTOCOCC, CULTURAL-MORPHOLOGICAL PROPERTIES, PHYSIOLOGICAL-BIOCHEMICAL PROPERTIES, TECHNOLOGICAL PARAMETERS, VOLATILE AROMATIC SUBSTANCES, CHROMATOGRAPHY RESEARCH, BOUQUET OF A DRINK, FORMULAS.

One of fermentation drinks is bread kvass. Fermented bread kvasses turns out by a way of fermentation kvass wort by lactic-acid bacterias and yeast which are included in structure of mixed culture. Till now in structure mixed culture the micro-organisms are used, which properties as a result of long cultivation considerably have worsened.

The purpose of work perfection of technology kvass on the basis of use new for kvass-brewing of lactic-acid bacterias and yeast.

According to the basic purpose of work is investigated and the opportunity and expediency of application essentially new for kvass-brewing aroma-forming Streptococci *Streptococcus diacetilactis* is proved. The new race of kvass yeast is allocated, which application allows intensificate process of reception bread kvass and to improve its qualitative parameters. Their cultural-morphological and physiological-biochemical properties are investigated. The features cultivation of researched micro-organisms on kvass wort are determined. The technological parameters of preparation mixed cultural and kvasses with use of the most perspective associations picked up of strains lactic-acid bacterias and yeast are developed. Chromatography the structure of volatile aromatic substances adequate for formation of a bouquet of a drink is investigated. Are developed is scientific - reasonable formulas of new kinds kvasses with the optimum picked up combination components of mixed culture and increased biological value.