

УДК 663.86

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФРУКТОВЫХ ДОБАВОК НА МЕТАБОЛИЗМ РИСОВОГО ГРИБА *ORYZAMYCES INDICI* ПРИ ПОЛУЧЕНИИ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ БРОЖЕНИЯ

Е.А. Цед, З.В. Василенко, Л.М. Королева

Исследовано влияние фруктовой добавки ... сока черной смородины на метаболизм рисового гриба *Oryzomyces indicī*. Определена оптимальная дозировка сока, вносимого в питательный субстрат, используемый для культивирования биокультуры. Разработана технология нового ферментированного безалкогольного напитка «Смородинка» с использованием в качестве сбраживающего компонента биокультуры рисового гриба *Oryzomyces indicī* РГЦ и обогащенного соком черной смородины. Новый сброженный безалкогольный напиток «Смородинка» характеризуется повышенной биологической ценностью и не содержит пищевых добавок в виде лимонной кислоты и консерванта бензоата натрия.

Введение

Современный рынок безалкогольных напитков динамично развивается и растет по всем направлениям. Однако хотя на безалкогольные напитки и сохраняется весьма существенный спрос, но в то же время существует определенный барьер, ограничивающий его увеличение. Это связано с тем, что в настоящее время имеется определенная группа населения, высказывающая мнение о том, что выпускаемые безалкогольные напитки неблагоприятны для здоровья человека. При этом часть потребителей, предпочитающих здоровый образ жизни, либо полностью исключают безалкогольные напитки из рациона питания, либо ограничивают их в употреблении [1].

Это, по-видимому, связано с тем, что предлагаемые промышленностью безалкогольные напитки готовятся в основном на основе искусственных или идентичных натуральным пищевых добавок – ароматизаторов, красителей, подсластителей, консервантов. Такие напитки имеют упрощенную технологию и повышенные сроки хранения, однако биологическая и пищевая ценность их весьма сомнительна.

В литературе последних лет приводятся сведения о том, что такие, наиболее широко распространенные в безалкогольной отрасли, пищевые добавки как бензойная кислота и ее соли, лимонная кислота, цикламная кислота и ее соли по степени воздействия на организм человека относятся к «ракообразующим» веществам и представляют серьезную угрозу для здоровья потребителя [2].

Исходя из этого, следует, что длительное употребление таких напитков не может не оказывать негативного влияния на здоровье человека и в особенности детей, являющихся основными потребителями такого рода пищевых продуктов.

В связи с этим в Постановлении Совета Министров Республики Беларусь №573 от 17 мая 2004 «Об утверждении основных направлений обеспечения населения качественными и безопасными пищевыми продуктами питания» сформулированы и приняты приоритетные направления в области создания новых, экологически безопасных продуктов питания. Поэтому разработка и внедрение технологий получения новых пищевых продуктов, в частности, напитков функционального назначения (с направленным изменением химического состава, соответствующим потребностям человека), является самым эффективным и экономически доступным в общегосударственном масштабе способом улучшения обеспеченности нашего населения продуктами питания повышенной пищевой и биологической ценности.

Следует отметить, что особенностью функциональных продуктов является наличие в их составе ингредиентов, обладающих высокой биологической активностью – каротиноидов, витаминов группы В, С, D, Е, пищевых волокон, минеральных веществ, протеиновых гидролизатов растительного и животного происхождения, бифидобактерий,

благодаря чему ежедневное употребление таких продуктов способствует сохранению и улучшению здоровья.

Диапазон функциональных продуктов очень широк. Это, как правило, зерновые завтраки, кисломолочные продукты, хлебобулочные и кондитерские изделия и т.д. Натуральные безалкогольные напитки занимают особое положение в группе функциональных продуктов, так как представляют собой наиболее удобную и естественную форму обогащения организма человека ценными биологически активными веществами. Таким образом, научные изыскания, касающиеся совершенствования технологии получения новых функциональных продуктов питания, расширения ассортимента продуктов, имеющих высокую биологическую и питательную ценность и обладающих лечебно-профилактическим эффектом, являются, несомненно, актуальными и значимыми.

В связи с этим весьма перспективными являются научно-исследовательские работы, направленные на создание новых натуральных безалкогольных напитков, не содержащих в своем составе каких-либо искусственных пищевых добавок и обогащенных биологически активными веществами эндогенного происхождения.

Наиболее полно вышеперечисленным требованиям удовлетворяют сброженные (ферментированные) безалкогольные напитки, технология получения которых основана на применении естественного растительного сырья и определенных микроорганизмов, вызывающих процесс брожения. Используемые при этом микроорганизмы в ходе своей жизнедеятельности продуцируют целый комплекс ценных и полезных для организма человека веществ, таких как витамины, аминокислоты, органические кислоты и т.д., что и придает ферментированным напиткам повышенную биологическую ценность и функциональные свойства.

В Могилевском государственном университете продовольствия на кафедре «Технология пищевых производств» проводятся исследования по изысканию новых сбраживающих компонентов, позволяющих совершенствовать технологию ферментированных безалкогольных напитков и создавать новые виды напитков брожения с целенаправленно заданными свойствами.

Объектом наших исследований является естественная, сформировавшаяся в ходе эволюции, симбиотическая биокультура микроорганизмов *Oryzomyces indicī* РГЦ под тривиальным названием рисовый гриб (индийский морской рис, японский рис).

Нами проведена идентификация микробного состава поликультуры *Oryzomyces indicī* РГЦ в ходе которой установлено, что рисовый гриб – это ассоциативный консорциум микроорганизмов различных таксономических групп: дрожжей (*Zygosaccharomyces fermentati* Naganishi, *Pichia membranaefaciens* Hansen), молочнокислых бактерий (*Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum*), уксуснокислых бактерий (*Acetobacter aceti*). При изучении физиологических признаков установлено, что микроорганизмы симбиотического сообщества поликультуры *Oryzomyces indicī* РГЦ, утилизируют значительное количество углеводов, входящих в состав растительных субстратов. Показана возможность использования биокультуры рисового гриба *Oryzomyces indicī* РГЦ как перспективного источника брожения при производстве ферментированных безалкогольных напитков [3].

Экспериментальная часть

Естественной питательной средой для развития рисового гриба является водный раствор сахарозы с добавлением определенного количества изюма. С целью выявления возможности интенсификации сбраживания субстрата рисовым грибом и изучение его особенностей обмена веществ в зависимости от состава питательной среды, были проведены исследования по определению влияния различных фруктовых добавок на метаболизм *Oryzomyces indicī* РГЦ. Это связано с тем, что любая экзогенная добавка, в том числе и растительного происхождения, может оказывать различный эффект на метаболизм

развивающихся микроорганизмов и определяет направленность биохимических процессов при сбраживании субстратов, обуславливающих формирование органолептических и физико-химических свойств получаемых продуктов брожения.

Кроме того, использование натуральных фруктовых добавок при получении безалкогольных напитков брожения позволяет не только обогатить продукт дополнительным количеством ценных биологически активных веществ, содержащихся в используемом фруктовом сырье, но и дает возможность получать напитки с определенными «благородными» органолептическими свойствами и внешним видом.

В качестве фруктовой добавки был использован сок черной смородины. Выбор черной смородины как натуральной фруктовой добавки обусловлен тем, что ягоды данного растения содержат значительное количество биологически активных веществ, таких как углеводы (5,5–12,5%), азотистые вещества (0,5–1,5%), органические кислоты (1,9–3,8%), пектиновые вещества (0,4–0,9%), полифенолы (0,4–0,9%), витамин Р (1,0–3,8%), каротин (0,7–1,2 мг/100 г), фолиевая кислота (0,1–0,6 мг/100 г) и др. Особенно богата черная смородина витамином С (аскорбиновой кислотой), содержание которого может составлять от 98 до 400 мг/100 г [4].

Ягоды черной смородины рекомендуют при заболеваниях кроветворной системы, кровоизлияниях, язвах, отеках. Употребление их усиливает комплексное лечение легочных, носовых и других кровотечений. Ягоды показаны при заболеваниях почек, мочевого пузыря, печени, желчных путей и органов дыхания. Их используют также как источник витаминов при гиповитаминозах С, В₁, В₂, при геморрагическом диатезе, анемии, истощении. В народной медицине свежие ягоды черной смородины используют при повышенном давлении крови, заболеваниях сердца, печени, склерозе, нервных расстройствах [5].

Следует отметить, что в популярной литературе имеются данные о хорошем терапевтическом эффекте сочетания настоя, полученного на основе рисового гриба и сока черной смородины. Данная смесь весьма эффективна при лечении мигреней, головных болей и других заболеваний [6].

Эксперимент осуществляли следующим образом. В приготовленные субстраты с оптимально подобранной концентрацией сахарозы и изюма вносили различное количество сока черной смородины (1%, 3%, 6% от объема среды), который получали путем измельчения ягод черной смородины с последующим прессованием измельченного материала на лабораторной установке. Затем добавляли расчетное количество рисового гриба *Oryzomyces indicis* РГЦ и проводили сбраживание в течение 5 суток при температуре 30°C. По истечении каждых суток брожения определяли активность обмена веществ рисового гриба по следующим показателям: изменению концентрации сухих веществ, титруемой кислотности, содержанию редуцирующих сахаров, аминного азота, этилового спирта, диоксида углерода и активности фермента β-фруктофуранозидазы. В качестве контроля служил субстрат без добавления сока. Динамика изменения содержания некоторых показателей представлена на рисунках 1–5.

В ходе проведенных исследований было установлено, что на развитие рисового гриба существенное влияние оказывает доза сока, вносимого в питательный субстрат, и время культивирования поликультуры при получении напитков брожения. Учитывая то, что питательной средой для культивирования рисового гриба является сахарозосодержащий субстрат, было естественно предположить наличие в рисовом грибе *Oryzomyces indicis* ферментов, обладающих сахаролитической активностью. В частности, это касается фермента β-фруктофуранозидазы, осуществляющего инверсию сахарозы до простых моносахаридов – глюкозы и фруктозы.

Так, активность β-фруктофуранозидазы в период сбраживания увеличивалась в течение первых двух суток брожения, достигая своей максимальной величины к 48-ми часам ферментации. Наивысшая ферментативная активность β-фруктофуранозидазы в

рисовом грибе наблюдалась при культивировании рисового гриба в образце с добавлением 6% сока черной смородины, минимальная – в контрольном образце, не содержащем сока (рис.1). С увеличением концентрации сока в среде происходило возрастание содержания редуцирующих веществ (рис.2). Это является следствием активации β -фруктофуранозидазы, которая, являясь индуцибельным (адаптивным) ферментом, биосинтезируется пропорционально содержанию в субстрате вещества индуктора – сахарозы.

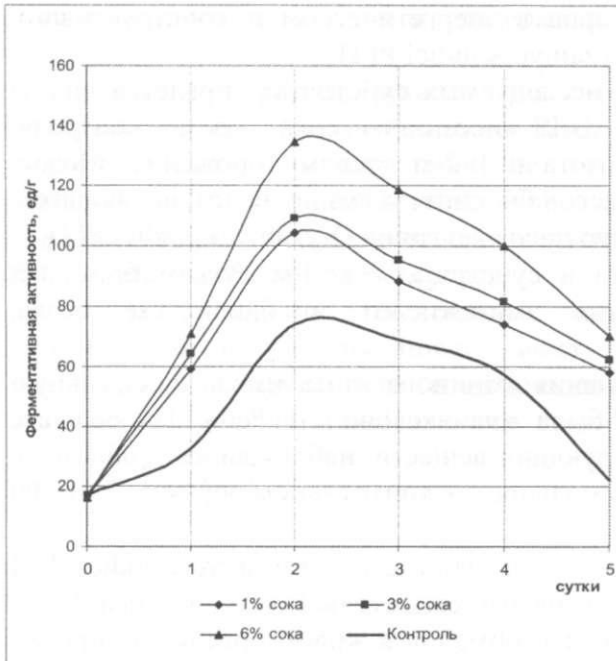


Рисунок 1 – Динамика ферментативной активности рисового гриба в зависимости от дозы внесенного в субстрат сока черной смородины

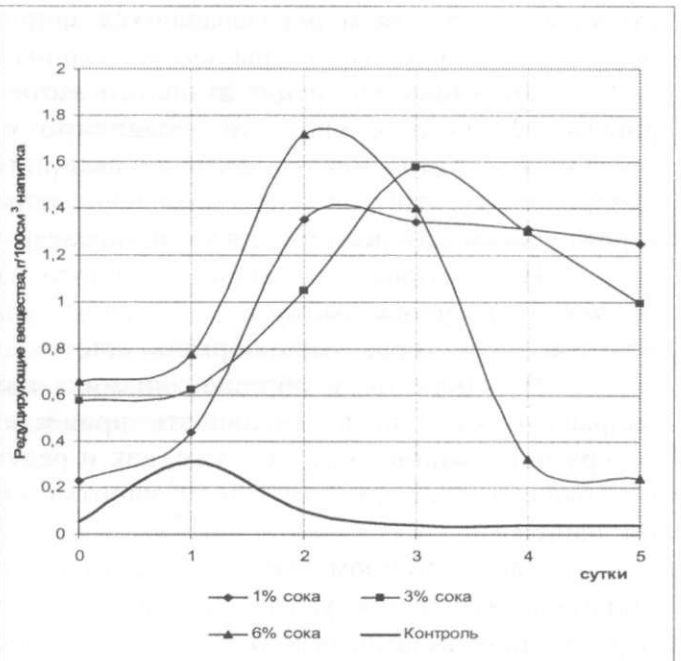


Рисунок 2 – Динамика редуцирующих веществ в зависимости от дозы внесенного в субстрат сока черной смородины

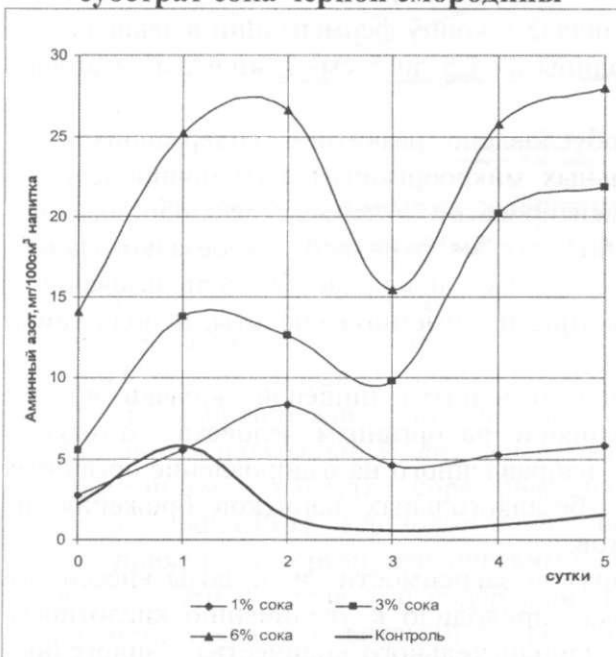


Рисунок 3 – Динамика аминного азота в зависимости от дозы внесенного в субстрат сока черной смородины

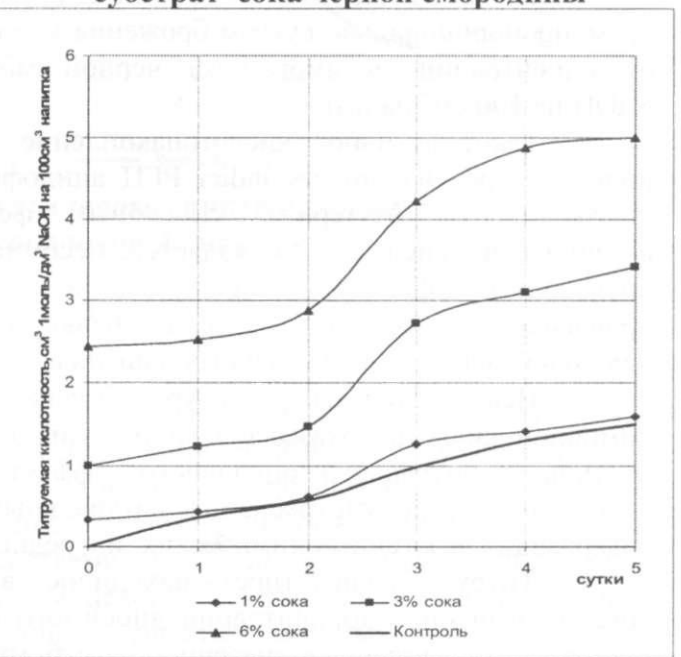


Рисунок 4 – Динамика титруемой кислотности в зависимости от дозы внесенного в субстрат сока черной смородины

Это вполне коррелирует с динамикой изменения содержания редуцирующих веществ в течение всего периода ферментации. Их количество увеличивается в первый период ферментации (1 – 3 суток) независимо от времени культивирования биокультуры. Однако с увеличением концентрации вносимого сока происходило более существенное возрастание содержания редуцирующих веществ.

Данный факт можно объяснить, с одной стороны, – снижением синтеза β -фруктофуранозидазы в связи с уменьшением в среде вещества - индуктора и, с другой стороны, – участием образовавшихся моносахаров в энергетическом и конструктивном обмене веществ поликультуры рисового гриба *Oryzomyces indicis* РГЦ.

Динамика изменения аминного азота в исследуемых субстратах представлена на рисунке 3. Установлено, что независимо от дозы внесенного сока (кроме контроля) происходит увеличение содержания аминного азота к 1–2-м суткам брожения. Можно предположить, что это связано с усилением процессов биосинтеза аминокислот, являющихся строительным материалом для клеточных структур рисового гриба *Oryzomyces indicis* РГЦ.

Последующее снижение аминного азота в субстратах к 3-м суткам брожения происходит, по-видимому, за счет участия аминокислот в биосинтезе белка, обеспечивающим рост микроорганизмов.

В контрольном образце динамика изменения аминного азота имела аналогичную направленность, но интенсивность процесса была значительно снижена. Наибольшее содержание аминного азота также, как и редуцирующих веществ, наблюдалось в образце с 6% сока и составляло 27 мг/100 см³ напитка, минимальное – в контрольном образце (2 мг/100 см³ напитка).

Таким образом, наблюдаемая при ферментации субстратов *Oryzomyces indicis* РГЦ динамика изменения углеводов и азотистых веществ свидетельствует о тесной и неразрывной взаимосвязи углеводного и белкового обменов в живом организме, причем добавление сока черной смородины приводит к усилению метаболической активности поликультуры.

Динамика изменения титруемой кислотности в период ферментации исследуемых субстратов *Oryzomyces indicis* РГЦ представлена на рисунке 4.

Установлено, что с течением времени титруемая кислотность увеличивалась прямопропорционально суткам брожения и составляла к концу ферментации в зависимости от концентрации вносимого сока черной смородины от 1,5 до 5 см³ 1 моль/дм³ раствора NaOH на 100 см³ напитка.

Такое активное кислотонакопление обусловлено развитием содержащихся в поликультуре *Oryzomyces indicis* РГЦ ацидофильных микроорганизмов (молочнокислых и уксуснокислых бактерий), способных ферментировать углеводы с образованием органических кислот. Это является, несомненно, весьма ценным для безалкогольного производства фактором, поскольку в данном случае исключается использование в производстве экзогенной пищевой добавки, в частности, лимонной кислоты, используемой для подкисления безалкогольных напитков.

Исключение из рецептуры безалкогольного напитка пищевой добавки в виде лимонной кислоты, оказывающей негативное влияние на организм человека, позволяет достичь значительного социального эффекта, направленного на оздоровление организма человека за счет употребления натуральных безалкогольных напитков брожения, не содержащих экзогенных химических ингредиентов.

Титруемая кислотность находилась в прямой зависимости и от дозы внесенного сока: повышение концентрации вносимого сока приводило к увеличению кислотности напитка. Это связано с внесением в субстрат дополнительного количества эндогенных органических кислот, присутствующих в исходном соке черной смородины; наиболее высокий показатель титруемой кислотности наблюдался в образце с 6% сока черной смородины.

Динамика накопления этилового спирта в исследуемых образцах носила параболический характер (рис.5). В начале первого периода брожения содержание его увеличивалось, достигая своего максимума к 3 суткам брожения. Наблюдаемое в последующие четвертые и пятые сутки брожения снижение этилового спирта, связано, вероятно, как с химическим участием его в процессах этерификации, так и с биохимическим окислением образовавшегося этанола уксуснокислыми бактериями *Acetobacter aceti*, входящим в состав *Oryzomyces indicis* РГЦ. Максимальное спиртонакопление наблюдалось в образце с 6%-м содержанием сока клюквы, минимальное – в контрольном образце.

Таким образом, установлено, что внесение в субстрат, используемый для культивирования *Oryzomyces indicis* РГЦ, натуральной добавки в виде сока черной смородины оказывает благоприятное стимулирующее влияние на развитие поликультуры рисового гриба, о чем свидетельствует характер его обмена веществ. Оптимальной дозой вносимого сока, обеспечивающей усиление метаболических процессов *Oryzomyces indicis* РГЦ, является 6% от объема суслу.

На основании полученных экспериментальных данных была разработана и запатентована технология нового вида ферментированного безалкогольного напитка «Смородинка», полученного с использованием нетрадиционного источника брожения *Oryzomyces indicis* РГЦ и добавлением сока черной смородины.

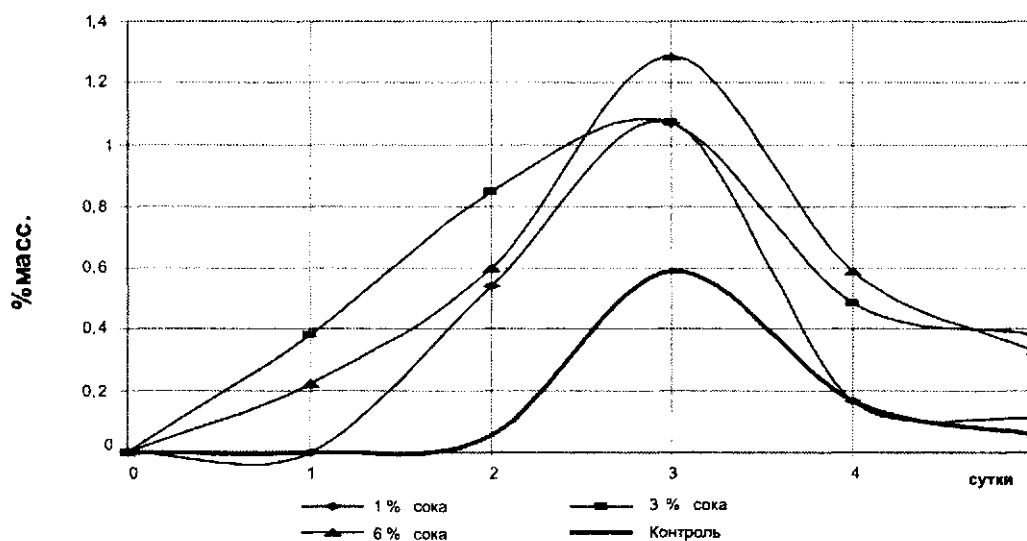


Рисунок 5 – Динамика содержания этилового спирта в зависимости от дозы внесенного в субстрат сока черной смородины

В полученном напитке были определены органолептические и физико-химические показатели, а также исследовано содержание биологически активных веществ, таких как витамин С (аскорбиновая кислота) и витамин Р (рутин) (табл. 1–2).

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод о том, что разработанный натуральный ферментированный безалкогольный напиток «Смородинка» с использованием в качестве сбраживающего компонента поликультуры рисового гриба *Oryzomyces indicis* РГЦ и дополнительно внесенным соком черной смородины обладает не только приятными органолептическими свойствами, но и повышенной биологической ценностью. Это обусловлено содержанием в нем целого спектра биологически активных соединений, таких как витамин С, редуцирующие вещества, аминный азот, витамин Р, принимающих участие в обменных реакциях организма человека.

В частности, редуцирующие вещества участвуют в энергетическом обмене клеток; аминный азот – в синтезе белков клеточных структур; витамин С активирует углеводно-белковый обмен, повышает свертываемость крови, усиливает регенерацию тканей и синтез

стероидных гормонов, коллагена и проколлагена, способствует улучшению адсорбции железа, повышает адаптационные возможности организма и усиливает его сопротивляемость к инфекциям. Витамин Р уменьшает проницаемость капилляров, оказывая сосудодукрепляющий эффект, и усиливает биологический эффект витамина С.

Таблица 1 – Органолептическая характеристика напитка «Смородинка»

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Непрозрачная жидкость, без посторонних включений, не свойственных продукту. Допускается наличие небольшого количества естественного осадка
Цвет	Розовый
Вкус	Кисло – сладкий
Аромат	С ароматом черной смородины

Таблица 2 – Физико-химические показатели напитка «Смородинка»

Наименование показателей	Значение
Массовая доля сухих веществ, %	9,20
Кислотность, см ³ раствора гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм ³ на 100 см ³ напитка	1,4
Содержание редуцирующих сахаров, г/100см ³ напитка	1,7
Содержание спирта, %	0,6
Содержание аминного азота, мг/100см ³ напитка	26,3
Содержание витамина Р, мг %	1,15
Содержание витамина С, мг %	28,5
Пищевая ценность: углеводов, г/100 см ³	8,9
Энергетическая ценность, ккал/100 см ³	35,7

На полученный напиток разработана и утверждена в установленном порядке нормативная документация РЦ РБ 700036606.035-2006 и ТИ 700036606.021-2006. Центральная дегустационная комиссия по пиво-безалкогольной отрасли дала высокую оценку новым видам напитков и рекомендовала их к постановке на производство.

Заключение

Производство и популяризация натуральных ферментированных безалкогольных напитков позволит расширить ассортимент функциональных продуктов брожения с повышенной биологической ценностью, позиционированного на потребителя, заботящегося о своем здоровье. Это, несомненно, будет способствовать повышению иммунитета организма человека в наших экологически неблагоприятных условиях и оздоровлению населения в целом.

Литература

1. Гросс, И.В. Современные тенденции развития рынка безалкогольных газированных напитков. // Пиво и напитки. – 2006. – №4. – С.66.
2. Чепурной, И.П. Идентификация и фальсификация продовольственных товаров. / И.П. Чепурной. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2005. – 460 с.
3. Цед, Е.А., Прибыльский, В.Л., Якиревич, Л.М., Рыдевская, Л.И., Каминская, Н.А. Рисовый гриб – основа безалкогольных напитков.// Пиво и напитки. – 2001. – №5. – С.38.
4. Чекман, И.С., Липкан, Г.Н. Растительные лекарственные средства. / И.С. Чекман. - Киев, «Колос», «ИТЭМ», 1993. – 384 с.
5. Мишенина, И.Д. Лекарственные растения и их применение./ И.Д. Мишенина. – Минск, «Наука и техника», 1975. – 590 с.
6. Полевая, М.А. Индийский рис - целебный рис. Здоровье сердца и сосудов, восстановление после инфаркта./ М.А. Полевая – СПб.: ИД «Весь», 2005. - 128 с.

Поступила в редакцию 23.03.2007