

УДК 663. 479.1

Доцент Е.А. Коротких, доцент И.В. Новикова,
профессор Г.В. Агафонов,

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии бродильных производств и виноделия, тел. 255-37-32

доцент В.В. Хрипушин

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра органической химии, тел. 255-36-11

Квас специального назначения

Исследованы основные технологические параметры сбраживания квасного сусла на основе порошкообразного солодового экстракта, приготовленного из свежепросоженного солода гречихи, с применением различных штаммов микроорганизмов.

The basic technological parameters of the grain mash fermentation, on the basis of the powdery malt extract prepared from green malt of buckwheat, with application of various types of microorganisms are investigated.

Ключевые слова: квас; концентрат квасного сусла; порошкообразный гречишный солодовый экстракт; хлебопекарные дрожжи.

Русский квас издавна считается напитком, богатым биологически активными веществами – витаминами, особенно группы В, аминокислотами, антиоксидантами. Комплекс данных соединений с углеводами, микро- и макроэлементами, а также с ингредиентами микробиологического происхождения определяет ценность напитка: стимулирует обмен веществ, способствует правильной работе желудочно-кишечного тракта, повышает работоспособность.

Известно, что для производства хлебного кваса основными источниками сырья являются зернопродукты – рожь, ячмень, кукуруза и др. Данное сырьё имеет в своём химическом составе глютен, который противопоказан группе потребителей страдающих глютеновой непереносимостью – целиакией. К ее симптомам, которые могут развиваться в любом возрасте, относят ощущение дискомфорта в области желудка и кишечника, потерю массы тела, слабость, анемию. Глютен – общее обозначение белковой фракции, в которой для больных целиакией токсичен спирторастворимый белок – проламин. Рожь и ячмень содержат в своём химическом составе проламины – секалин и гордеин соответственно, которые токсичны для больных целиакией. Поэтому в рационе питания данной группы потребителей не должно быть пищевых продуктов, приготовленных с применением глютенсодержащего сырья [1, 2].

В лаборатории кафедры технологии бродильных производств и виноделия ФГБОУ ВПО «ВГУИТ» были проведены исследования по получению кваса, на основе безглютенового сырья – гречихи, который может быть рекомендован для всех групп потребителей, в том числе, страдающих целиакией.

Гречиха издавна считается диетическим продуктом, богатым эссенциальными нутриентами, представленными достаточным количеством незаменимых аминокислот. Из проведенных нами ранее исследований выявлено, что содержание антиоксидантов в гречихе выше, чем в ячмене, кукурузе, горохе более чем в 2 раза, причем при солодоращении данный показатель возрастает [3].

Для получения кваса по традиционной технологии вместо концентрата квасного сусла применяли порошкообразный гречишный солодовый экстракт (ПГрСЭ), приготовленный нами ранее из свежепросоженного солода гречихи. Основными стадиями получения ПГрСЭ являлись: получение свежепросоженного солода гречихи; подготовка солода к затиранию с водой; затирание декокционным способом; фильтрация осахаренного сусла; упаривание на вакуум выпарной установке до содержания сухих веществ (СВ) 35-40%; сушка на распылительной сушилке до содержания СВ 97,0-97,5 %; упаковка в герметичную тару [4]. Солодоращение гречихи осуществляли по технологическим режимам, подобранным нами ранее. Рекомендуемая продолжительность замачивания 30-35 ч, оптимальная степень замачивания 42-44 %, общая

продолжительность солодоращения 6-7 суток при температуре 15-16 °С [5].

Физико-химические показатели и аминокислотный состав ПГрСЭ представлены в таблице 1.

Из таблицы видно, что ПГрСЭ обладает пищевой и биологической ценностью за счёт

достаточного количества углеводов, аминокислот, в том числе незаменимых, витаминов, микро- и макроэлементов. Следует подчеркнуть, что аминокислотный состав белков ПГрСЭ содержит полный набор незаменимых аминокислот, что указывает на их полноценность.

Т а б л и ц а 1

Физико-химические показатели и аминокислотный состав ПГрСЭ

Показатели	Значение показателей	Показатели	Значение показателей
Массовая доля СВ, %	97,0	Содержание аминокислот, мг%	
Кислотность, к.ед.	30,0	Аргинин	620,00
Цветность, ед. опт. плотности	0,49	Серин	540,00
Массовая доля водорастворимых углеводов, %	79,1	Тирозин	340,00
Белковые вещества, %	11,73	Аспарагиновая кислота	820,00
Зола, %	1,26	Гистидин	220,00
Массовая доля макроэлементов, мг %		Аланин	500,00
кальция	900,0	Глицин	570,00
фосфора	250,0	Цистин	130,00
натрия	240,0	Глутаминовая кислота	1780,00
калия	340,0	Пролин	470,00
магния	270,0	Незаменимые аминокислоты:	
Содержание микроэлементов, мг %		Треонин	520,00
цинка	0,039	Лейцин	780,00
меди	0,004	Изолейцин	420,00
железа	0,029	Метионин	270,00
Содержание витаминов, мг %		Валин	510,00
В ₁ (тиамин)	0,91	Триптофан	110,00
В ₂ (рибофлавин)	0,76	Лизин	380,00
В ₄ (холин)	9,50	Фенилаланин	610,00

Целью исследования являлось проведение сравнительной оценки процесса брожения квасного суслу на основе ПГрСЭ по основным технологическим параметрам сбраживания с применением различных штаммов микроорганизмов.

Применяли штаммы сухих дрожжей, которые обладали стабильными качественными показателями и имели длительный срок хранения: хлебопекарные дрожжи марки «Саф-Момент» – образец №1, пивные дрожжи низового брожения Saflager W 34/70 – образец №2, винные дрожжи шампанской расы ЮС 18-2007 – образец №3 и комбинированную закваску (КЗ) – образец №4, состоящую из вышеуказанных хлебопекарных дрожжей и культур молочнокислых бактерий (МКБ) штаммов *Lactobacillus plantarum* 8P-A3, *L. plantarum* 38, *L. fermentum* 90T-C4, *L. fermentum* 39.

Для приготовления КЗ был выбран способ, где культуры дрожжей и МКБ размножали отдельно в оптимальных для них условиях

и смешивали их на стадии брожения квасного суслу, тем самым сбалансировав активность дрожжей и МКБ. Дрожжевую разводку получали предварительным разбраживанием сухих дрожжей на стерильном квасном сусле. Для разводки МКБ использовали бактериальный препарат «Лактобактерин сухой» выпускаемый ФГУП «НПО «Микроген», который представляет собой микробную массу живых, антагонистически активных лактобактерий вышеуказанных штаммов.

Определение физико-химических показателей сырья, полупродуктов и готовой продукции проводили согласно методикам, принятым в пивобезалкогольной промышленности [6].

При сбраживании образцов квасного суслу определяли динамику изменения содержания СВ % и титруемой кислотности К, к. ед. (рисунки 1, 2).

Брожение квасного суслу осуществляли при температуре 29-30 °С до снижения начальной концентрации СВ на 1 % по рефрактометру.

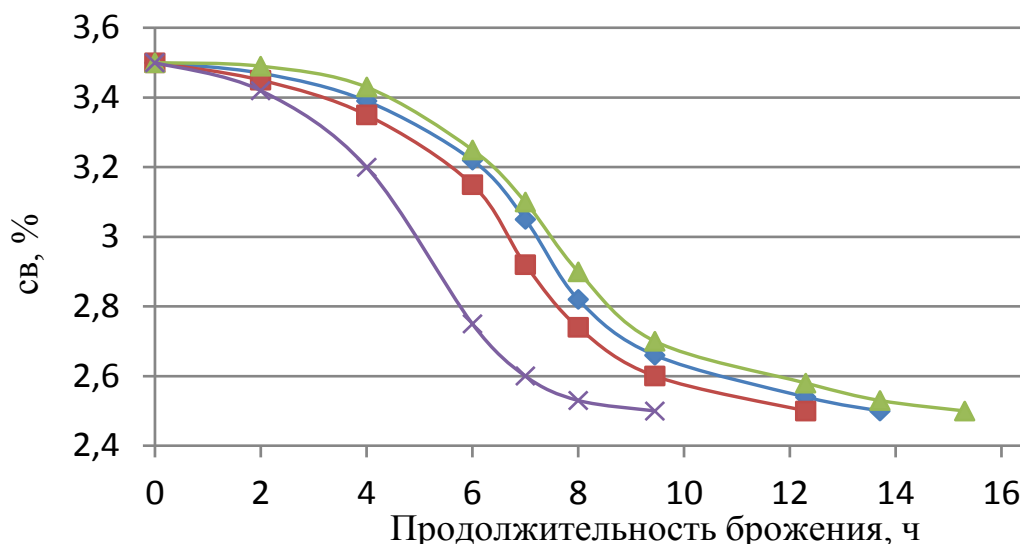


Рисунок 1 – Динамика изменения содержания СВ в процессе брожения квасного суслу на основе ПГрСЭ с применением дрожжей: хлебопекарных – образец №1; пивных – образец №2; винных – образец №3; комбинированной закваски – образец №4

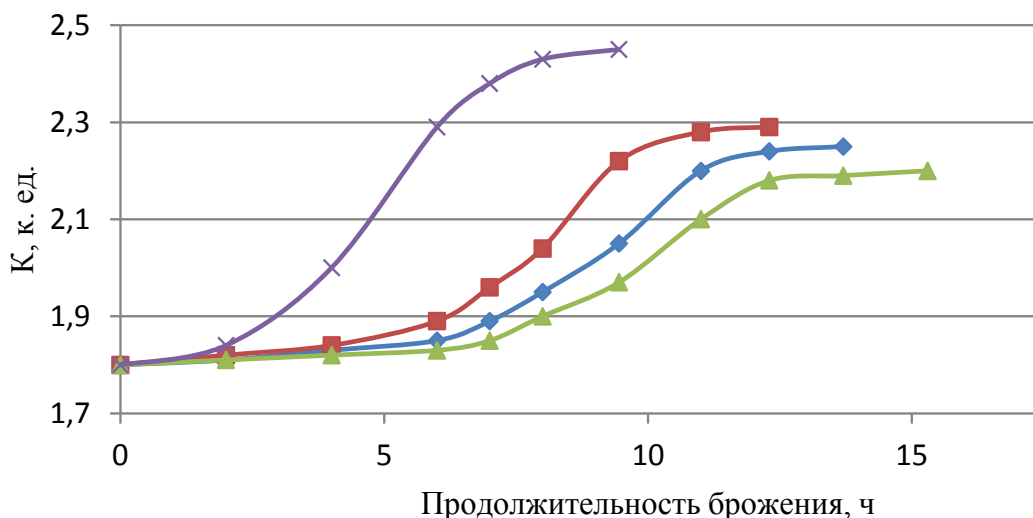


Рисунок 2 – Динамика изменения титруемой кислотности в процессе брожения квасного суслу на основе ПГрСЭ с применением дрожжей: хлебопекарных – образец №1; пивных – образец №2; винных – образец №3; комбинированной закваски – образец №4

В течение первых 1,5-2,0 ч во всех образцах почти не наблюдалось уменьшения сухих веществ, так как в данный период, называемый лаг-фазой происходил процесс приспособления микроорганизмов к новой среде и окружающим условиям. В последующие 8-10 ч отмечали активацию процесса сбраживания, причём более интенсивное снижение содержания сухих веществ отмечали в образце №4 по сравнению с остальными. Одной из причин быстрого сбраживания в квасном сусле с применением комбинированной закваски, является оптимальная кислотность среды для дрожжей (рисунок 2), создаваемая молочнокислыми бактериями за счёт

накопления углекислого газа и органических кислот, в том числе молочной и уксусной. Наименьшая скорость сбраживания была отмечена в образце квасного суслу с применением винных дрожжей, вероятно, они более адаптированы к плодovому суслу, чем к суслу на основе зернового сырья [7].

Данное различие в продолжительности брожения, вероятно, объясняется индивидуальными особенностями применяемых культур в отношении к оптимальным условиям для их развития. К данным условиям можно отнести химический состав суслу, pH, температуру.

Наивысшие значения титруемой кислотности наблюдали в образце квасного суслу с

применением КЗ (рисунок 2). Данный факт обусловлен тем, что молочнокислые бактерии обладают большими кислотообразующими свойствами, по сравнению с другими микроорганизмами, применяемыми для сбраживания образцов квасного сусла.

В результате анализа проведённых исследований сделали вывод, что оптимальными культурами для сбраживания квасного сусла являются хлебопекарные дрожжи и молочнокислые бактерии в КЗ. Поэтому провели подробный анализ физиологического состояния хлебопекарных дрожжей в процессе жизнедеятельности при их разбраживании и во время брожения квасного сусла. Для этого производили микрофотографирование полей зрения препаратов разводки хлебопекарных дрожжей во время трёх циклов их жизнедеятельности (рисунок 3 а, б, в). Причём, для каждого цикла фотографировали 10 полей зрения. Микрофотографирование производили под микроскопом для морфологических исследований марки «Микромед-3».

Первый цикл жизнедеятельности хлебопекарных дрожжей соответствовал периоду первых 30 минут разбраживания дрожжевой разводки на стерильном квасном сусле. Для этого сухие дрожжи в количестве, установлен-

ном экспериментально из расчёта 0,15 г на 1 литр кваса, смешивали с водой в соотношении 2:1. В полученную суспензию добавляли пятикратный объём стерильного квасного сусла (предварительно прокипячённого в течение 30 мин и охлаждённого до температуры брожения) с массовой долей СВ 8 % с добавлением сахарного сиропа и проводили разбраживание в течение 3 ч при температуре 30 °С.

Второй цикл жизнедеятельности дрожжевой культуры соответствовал периоду последних 30 минут разбраживания. Разводка имела чистый дрожжевой запах, на поверхности разводки образовалась пена. Дрожжи после разбраживания передавали на брожение.

Третий цикл развития хлебопекарных дрожжей соответствовал периоду, когда сброженное квасное сусло декантировали с осадка дрожжей после охлаждения. Пробы для микрофотографирования брали с дрожжевого осадка.

С помощью программы Image J произвели автоматическую обработку фотографий, которая включает: подсчёт общего количества клеток дрожжей; измерение эффективной поверхности дрожжевых клеток; формирование гистограмм при помощи программы Microsoft Excel (рисунок 4 а б, в). Погрешность подсчёта дрожжевых клеток программой Image J составила 6 – 8 %.

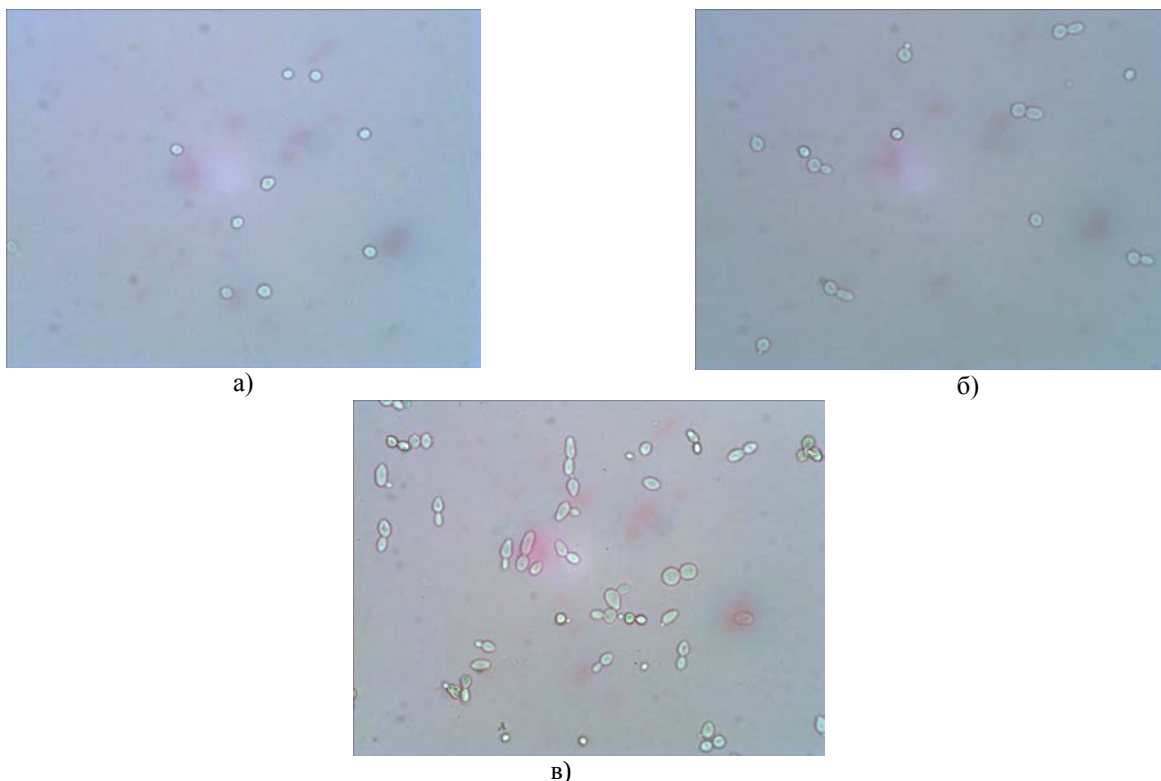
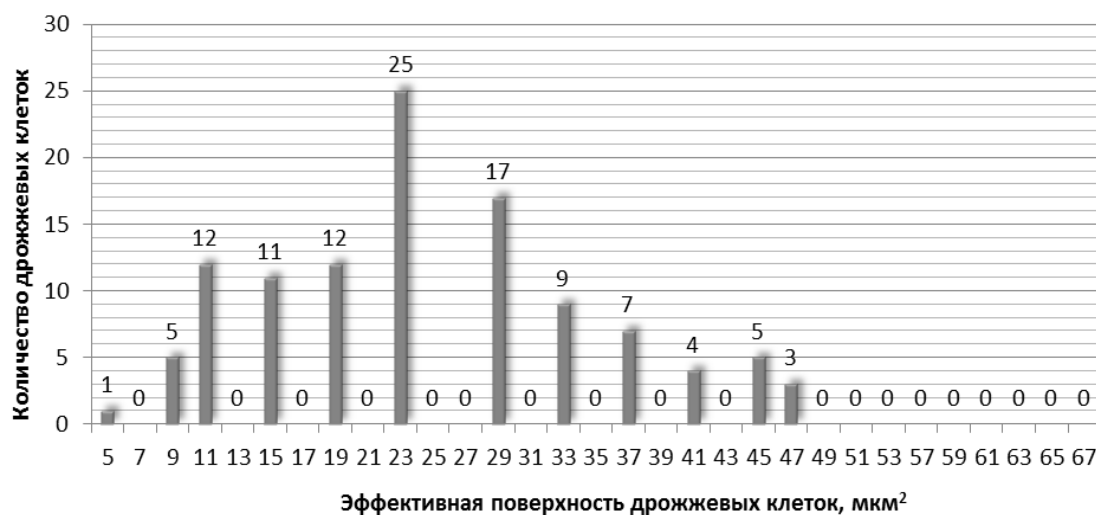
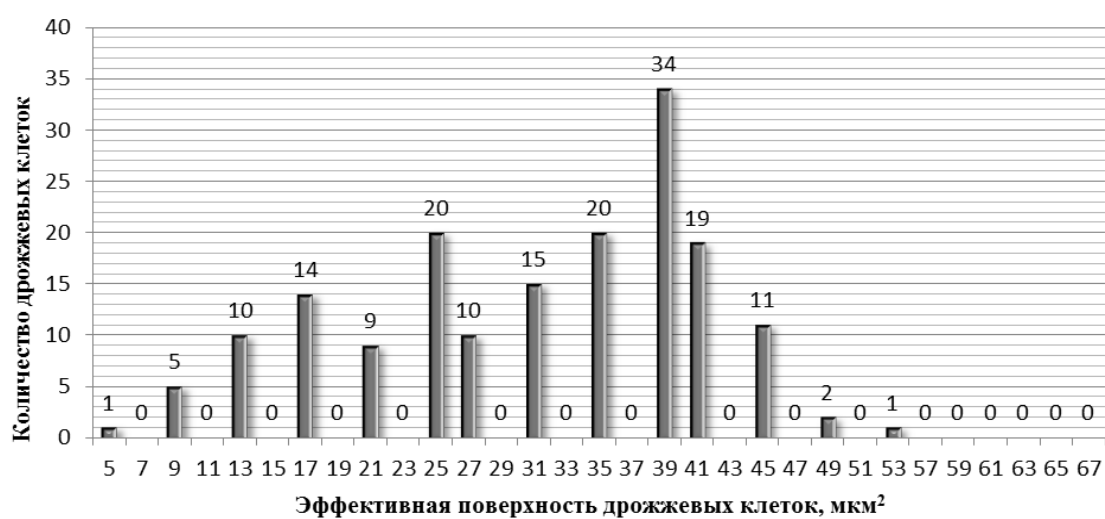


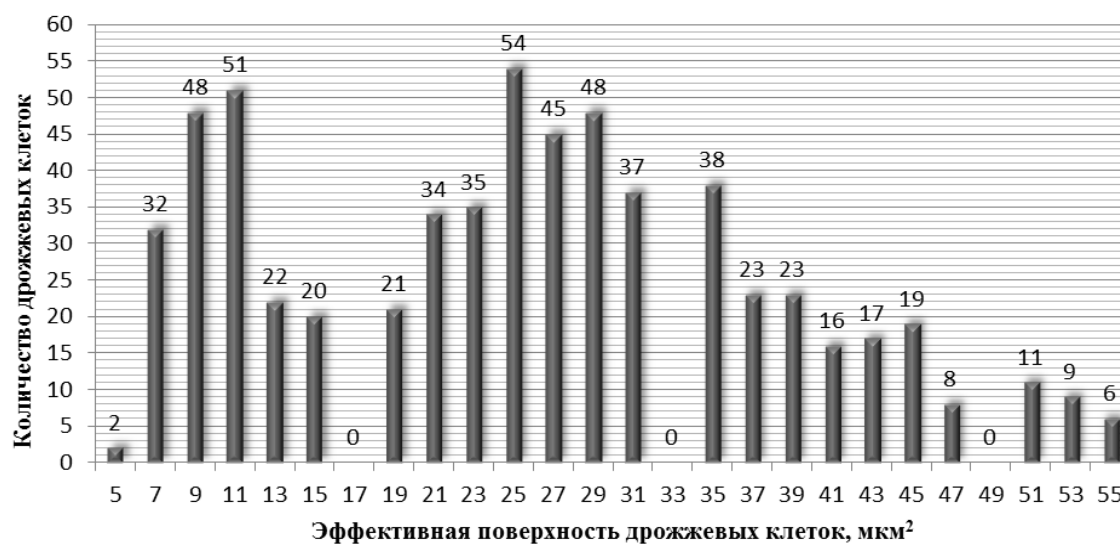
Рисунок 3 – Фото одного поля зрения препарата разводки хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae* в квасном сусле на основе ПГРСЭ при увеличении в 640 раз: а) 1-ый цикл; б) 2-ой цикл; в) 3-ий цикл



а)



б)



в)

Рисунок 4 – Суммарное количество и эффективная поверхность клеток хлебопекарных дрожжей в образце кислого сула на основе ПГрСЭ в 10-ти полях зрения: а) 1-ый цикл; б) 2-ой цикл; в) 3 –ий цикл

Анализируя выше представленные данные, можно судить о физиологическом состоянии дрожжевой культуры в процессе жизнедеятельности в зависимости от внешних условий. В первом цикле клетки дрожжей имели эффективную поверхность от 5 до 47 мкм², т. е. их размер характеризовался эквивалентным диаметром от 2,52 до 7,73 мкм (рисунки 3а, 4а). Во втором цикле, после разбраживания, увеличились значения следующих показателей: общее количество клеток дрожжей увеличилось, в среднем, в 2 раза, а соответственно и их биомасса; значения эффективной поверхности дрожжевых клеток - до 53 мкм²; их эквивалентный диаметр - до 8,21 мкм, более того, видны почкующиеся клетки, что свидетельствует о морфологических изменениях внутри клеток дрожжей (рисунки 3б, 4б). В третьем цикле, после брожения и охлаждения квасного суслу, увеличились значения следующих показателей: общее количество клеток дрожжей возросло, в среднем, в 4 раза, а соответственно и их биомасса; значения эффективной поверхности дрожжевых клеток - до 55 мкм²; их экви-

валентный диаметр - до 8,37 мкм; увеличилось количество почкующихся клеток (рисунок 3в).

В итоге наблюдали устойчивую тенденцию дрожжевой культуры к росту, развитию, то есть увеличению биомассы, изменениям морфологических и физиологических свойств в процессе жизненного цикла за счёт усвоения ими питательных веществ среды, которыми являются сахара, аминокислоты, витамины, микроэлементы.

Вышесказанное свидетельствует о том, что сусло на основе ПГрСЭ является благоприятной средой для жизнедеятельности дрожжей, о чём свидетельствует также меньшая продолжительность сбраживания квасного суслу по сравнению с классической технологией.

По органолептическим показателям полученный образец кваса соответствовал требованиям ГОСТ Р 53094-2008 [8]. Квас отличался гармоничным сладко-кислым вкусом и характерным ароматом сброженного напитка с лёгким фруктовым оттенком. Физико-химические показатели образцов кваса представлены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Физико-химические показатели кваса

Наименование показателя	Значение показателя	
	по ГОСТ Р 53094 - 2008	Опытный образец
Массовая доля СВ, %	3,5 не менее	5,9
Кислотность, к. ед.	от 1,5 до 7,0	3,2
Объёмная доля спирта, %	1,2 не более	0,50
Массовая доля диоксида углерода, %	0,3 не менее	0,39

Стойкость образца кваса, которая составила 7 суток, устанавливали путём наблюдения за превышением допустимого предела титруемой кислотности по ГОСТ 6687.4 и снижением массовой доли СВ ниже допустимых пределов по ГОСТ 6687.2.

На основании проведённого эксперимента:

- дана характеристика ПГрСЭ по физико-химическим показателям и аминокислотному составу;
- разработана рецептура безглютенного кваса на основе ПГрСЭ, который является напитком специального назначения;
- изучено влияние химического состава квасного суслу на основе ПГрСЭ на физиологическое состояние дрожжевой культуры, а соответственно, и на продолжительность брожения, что важно с экономической точки зрения.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бэмфорт, Ч. Новое в пивоварении [Текст] / Ч. Бэмфорт. – СПб.: Профессия, 2007. – 520 с.
- 2 Вешкин, А. К. Большая домашняя медицинская энциклопедия [Текст] / А. К. Вешкин. – М.: Эксмо, 2007. – 800 с.
- 3 Коротких, Е. А. Антиоксидантная активность солодов, порошкообразного полисолодового экстракта и кваса на его основе [Текст] / Е. А. Коротких, С. В. Востриков, И. В. Новикова // Пиво и напитки. – 2011. – №3. – С. 48 – 49.
- 4 Пат. №2458114 RU C1 C12C 1/18 Способ получения порошкообразного солодового экстракта [Текст] / С. В. Востриков, Е. А. Коротких, И. В. Новикова, Л. В. Шульгина; заявл. 29.06.2011; опубл. 10.08.2012, Бюл. №22.

5 Коротких, Е. А. Получение гречишного солода для производства солодовых экстрактов [Текст] / Е. А. Коротких, С. В. Востриков // Пиво и напитки. – 2010. – №6. – С. 36 – 37.

6 Ермолаева, Г. А. Химико-технологический контроль производства солода и пива [Текст] / Г. А. Ермолаева. – М.: Профессия, 2003. – 458 с.

7 Киселева, Т. Ф. Совершенствование технологии слабоалкогольных сброженных напитков [Текст] / Т. Ф. Киселева, Е. М. Кузив, В. А. Помозова // Пиво и напитки. – 2005. – №2. – С. 38 – 39.

8 ГОСТ Р 53094-2008. Квасы. Общие технические условия [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2009. – 8 с.

REFERENCES

1 Bamforth, C. New in brewing [Text] / C. Bamforth. - St.P.: Professiya, 2007. – 520 p.

2 Veshkin, A. K. Big home medical encyclopedia [Text] / A. K. Veshkin. – М.: Eksmo, 2007. – 800 p.

3 Korotkih, E. A. Antioxidant activity of malt, powdered poly malt extract and kvass based on it [Text] / E. A. Korotkih, S. V. Vostrikov, I. V. Novikova // Beer and drinks. - 2011. - № 3. - P. 48 - 49.

4 Pat. № 2458114 RU C1 S12S 1/18 A method for producing a powdered malt extract [Text] / S. V. Vostrikov, E. A. Korotkih, I. V. Novikova, L. V. Shulgina, appl. 29.06.2011, publ. 10.08.2012, Bull. № 22.

5 Korotkih, E. A. Obtaining buckwheat malt for production of malt extracts [Text] / E. A. Korotkih, S. V. Vostrikov // Beer and drinks. - 2010. - № 6. - P. 36 - 37.

6 Yermolayeva, G. A. Chemical and technological control the production of malt and beer [Text] / G. A. Yermolayeva. - М.: Professiya, 2003. - 458 p.

7 Kiseleva, T. F. Improving the technology of low-alcoholic fermented beverages [Text] / T. F. Kiseleva, E. M. Kuziv, V. A. Pomozova // Beer and drinks. - 2005. - № 2. - P. 38 - 39.

8 State standard R 53094-2008. Kvass. General specifications [Text]. – М.: Standartinform, 2009. – 8 p.