

Усовершенствование технологии ферментированного безалкогольного напитка с использованием культуры *Medusomyces gisevii*

Карпутина М. В., Прибыльский В. Л. Григоренко Н. А.

Введение

Основой для получения ферментированных безалкогольных напитков служат субстраты из растительного или иного природного происхождения сырья. При этом органолептические и физико-химические качества таких напитков формируются вследствие жизнедеятельности культур микроорганизмов, а содержание этанола в них не превышает 1,2%. Наиболее распространены напитки, технология которых предполагает использование дрожжей и молочнокислых бактерий. Примером такого напитка может служить хлебный квас, являющийся продуктом незаконченного комбинированного спиртового и молочнокислого брожения. Для его получения используются продукты переработки ржаного солода. Хотя доля хлебного кваса среди ферментированных безалкогольных напитков, которые вырабатываются в промышленных масштабах, является наибольшей, в мировой практике существует достаточно широкий ассортимент ферментированных напитков, полученных на основе другого, в том числе зернового растительного сырья с использованием нетрадиционных для квасоварения микроорганизмов. [1, 2]. Так, например, известны медовые напитки, являющиеся продуктами спиртового брожения водных растворов меда. Сусло сбраживают хлебопекарными или винными дрожжами на протяжении 4-5 дней, а для купажирования, как правило, используют экстракты растительного происхождения [1].

Существуют также напитки, полученные путем сбраживания молочной сыворотки монокультурой молочнокислых бактерий или в комбинации с дрожжами [3–5].

В Венгрии, Польше, Германии, Японии, а также в некоторых странах СНГ разработаны напитки на основе свекольного, морковного, томатного, капустного соков, экстрактов из корней сельдерея и паприки, сброженные разными культурами микроорганизмов (*Lactobacterium plantarum*, *L.brevis*, *L.casei*, *L.acidophilus*, *L.farciminis*, *Streptococcus faecium*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Candida utilis* и др). Полученные напитки характеризуются сбалансированным углеводным, витаминным, аминокислотным и минеральным составом [1].

Кроме молочнокислых в бродильной промышленности используют уксуснокислые и в незначительном количестве пропионовокислые бактерии (палочки Шермана).

Перспективными для ферментированных напитков есть комбинация молочнокислых бактерий (*Lactococcus lactis*, *Lactobacillus acidophilum*, *Lactobacillus bulgaricum* и др.) и дрожжей (*Candida*, *Torula lactis* и др.); уксуснокислых бактерий *Acetobacter lovaniensis*, молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilum* и пропионовокислых бактерий *Propionibacterium shermanii*; уксуснокислых бактерий рода *Gluconobacter oxydans* и дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*; плесневых грибов *Aspergillus oryzae* и молочнокислых бактерий *Lactobacillus delbrueckii* [1, 5].

Особого внимания в технологии ферментированных напитков заслуживает ассоциация дрожжей и уксуснокислых бактерий. Она известна под тривиальным названием “чайный гриб”. С ее помощью на бытовом уровне издавна готовили “чайный квас”. Согласно существующей систематизации микроорганизмов данная культура имеет название *Medusomyces gisevii*. Это смешенная популяция микроорганизмов, которая состоит преимущественно из дрожжей и уксуснокислых бактерий. В процессе жизнедеятельности культуры образуется диоксид углерода, небольшое количество этилового спирта, ферменты, витамины (С, группы В и др.), органические кислоты (уксусная, молочная, глюконовая, яблочная и др.), аминокислоты и другие биологически-активные вещества. Вследствие

сбраживания данной культурой чайно-сахарного раствора получают приятный газированный, освежающий напиток кисло-сладкого вкуса.

В Национальном университете пищевых технологий (г. Киев) разработана технология и необходимая техническая документация на ферментированный напиток “Виталон”, который предполагает использование консорциума микроорганизмов *Medusomyces gisevii* V [6].

Питательной средой для культивирования *Medusomyces gisevii* является 5–10%-ный раствор сахарозы с настоем чая. В данном случае одновременно происходят несколько видов брожения: спиртовое, уксуснокислое и глюконовокислое. В процессе жизнедеятельности культуры *Medusomyces gisevii* в сусле проходят сложные биохимические процессы. Так, в процессе брожения сахароза не полностью инвертируется дрожжами. Значительное ее количество раскладывается уксуснокислыми бактериями, которые имеют фермент леван-сахарозу, в частности *A. suboxydans* var. *tisciparum*. При этом образуется леван и высвобождается глюкоза, которая окисляется уксуснокислыми бактериями до глюконовой и 5-кетоглюконовой кислот, а дрожжами она сбраживается до соединений, соответствующих схеме спиртового брожения.

В процессе образования левана и при его ферментативном гидролизе, который особенно интенсивно происходит в кислой среде, образуются олигофруктозиды и свободная фруктоза, активно окисляемая впоследствии уксуснокислыми бактериями с образованием глюконовой, 5-кетоглюконовой, уксусной и коевой кислот. Коевая кислота, как известно, действует на некоторые микроорганизмы как антибиотик. Этим можно объяснить антибиотическое действие культуры *Medusomyces gisevii*.

Учитывая особенности метаболизма данной культуры можно утверждать, что напиток, полученный с помощью *Medusomyces gisevii*, содержит биологически активные вещества, которые играют значительную роль в процессе обмена веществ в организме человека. Именно это свидетельствует о целесообразности его использования в качестве

профилактического и оздоровительного напитка. При этом следует отметить, что технология сусла для самого напитка может быть усовершенствована за счет использования для приготовления сусла сока такого нетрадиционного сырья как сахарное сорго.

Сахарное сорго (*Sorghum saccharatum*) используется как сырье для производства сахарного сиропа, кристаллического сахара, спирта и ряда других продуктов [7–11]. Химический состав сока высокопродуктивных сортов и гибридов сахарного сорго следующий (проц.): сухие вещества (СВ) 15–21; сахароза – 55–75, глюкоза и фруктоза – 25–45 к общей массе сахаров; общее содержание высокомолекулярных соединений – 3–6,5 к массе СВ; крахмал – 0,2–5.

Кроме того, в соке содержится до 19 аминокислот, в том числе 7 незаменимых, витамины группы В, а также широкий спектр макро- и микроэлементов [11, 12].

Таким образом, использование сока сахарного сорго для приготовления сусла в технологии ферментированного безалкогольного напитка, полученного при использовании культуры микроорганизмов *Medusomyces gisevii*, позволит не только обеспечить частичную замену сахарозы, а также обогатит готовый напиток ценными биологически активными веществами.

Материалы и методы

В качестве объекта исследований был выбран консорциум *Medusomyces gisevii* V, в состав которого входят чистые культуры дрожжей *Zygosaccharomyces fermentati* V и уксуснокислые бактерии *Acetobacter xylinum* V в соотношении 1 к 100.

Культуру *Medusomyces gisevii* V получали из Государственного депозитария непатогенных культур микроорганизмов Украины.

Также объектом исследований было сусло, в состав которого входили: вода, подготовленная с жесткостью не более 4 ммоль/дм³; сахар белый по ДСТУ 4623-2006 в виде сахарного сиропа; листья чая черного байхового по

ГОСТ 1937-90; сок сахарного сорго сорта Медовый с содержанием СВ 16 %. Сахарное сорго выращено на исследовательских станциях Селекционно-генетического института – Национального центра семеноводства и сортоизучения УААН и Института сахарной свеклы НААН Украины.

Для определения физико-химических и органолептических показателей исходного сырья, сусла и готового продукта использовали традиционные, а также специальные микробиологические, биохимические и физико-химические методы [13].

Массовое содержание растворимых сухих веществ определяли рефрактометрическим методом с помощью рефрактометра РПЛ-3. Общую кислотность определяли методом титрования раствором NaOH, а pH среды – потенциометрическим методом с помощью универсального иономера ЕВ-74.

Массовое содержание редуцирующих веществ и общего сахара определяли меднометрическим модифицированным методом Люффа-Шорля. Содержание аминного азота определяли йодометрическим методом по Попу и Стивенсону. Содержание спирта – рефрактометрическим методом [13].

Выращивание биомассы культуры *Medusomyces gisevii* V и сбраживание сусла проводили в лабораторных условиях в стеклянных емкостях при свободном доступе кислорода обеспложенного воздуха. Окончание процесса брожения определяли по достижению требуемых показателей содержания сухих веществ и кислотности напитков (5,2 – 5,6% и 3,4 – 3,6 см³ раствора NaOH конц. 1моль/дм³ на 100 см³ напитка соответственно) [13].

Результаты и их обсуждение

Для выбора оптимальных показателей исходного сусла и параметров процесса брожения был спланирован эксперимент, в котором в качестве контроля использовалось сусло и технология получения традиционного безалкогольного ферментированного напитка с использованием консорциума

Medusomyces gisevii V [6]. Такая технология предусматривает следующие стадии: приготовление сахарного сиропа, водного раствора чая, приготовление суслу на их основе с использованием подготовленной воды, накопление биомассы культуры *Medusomyces gisevii* V (закваски), сбраживание суслу, удаление культуры микроорганизмов, осветление и фильтрование напитка.

Сахарный сироп готовили согласно требованиям безалкогольного производства. Массовое содержание СВ в готовом сиропе – $(62 \pm 1,5) \%$ [13]. Расчет массы сахара и объема воды на каждую пробу осуществляли исходя из концентрации исходного сиропа.

Для приготовления водного экстракта чая рассчитанное количество воды доводили до кипения и вносили необходимое количество листьев чая согласно рецептуре [6]. Смесь, перемешивая, выдерживали 10 минут, фильтровали и затем охлаждали до температуры $10\text{--}20^\circ\text{C}$. Содержание сухих веществ готового настоя $(0,5 \pm 0,1) \%$ мас.

В состав суслу входят: подготовленная вода с температурой $(30 \pm 2,0)^\circ\text{C}$, сахарный сироп и настой чая. Начальное содержание СВ в сусле $(7,4 \pm 0,1) \%$ мас.

Выращивание биомассы культуры *Medusomyces gisevii* V осуществляли в четыре стадии до накопления требуемой биомассы. Длительность I стадии – 36 часов, II и III – трое суток, а IV стадии – 6 суток. Температура культивирования $(28 \pm 2,0)^\circ\text{C}$.

Исходя из физиологических особенностей культуры условия ферментации – частично аэробные.

Начальное количество биомассы культуры микроорганизмов 50 г на 1 дм^3 суслу. Сбраживание проводили при температуре $(28 \pm 2,0)^\circ\text{C}$ при свободном доступе кислорода воздуха до снижения массового содержания СВ в сусле на $(1,85 \pm 0,25) \%$ и достижения общей кислотности $(3,5 \pm 1,0) \%$ см^3 раствора NaOH концентрацией 1 моль/ дм^3 на 100 см^3 суслу. Сброженный

напиток фильтровали на лабораторной установке через целлюлозный фильтр без избыточного давления.

Для изучения возможности усовершенствования технологии приготовления сусла, в его состав вводили разное количество сока сахарного сорго взамен сахарного сиропа. Сок сахарного сорго вначале пастеризовали при температуре $(78 \pm 2,0)^\circ\text{C}$, фильтровали, а затем вносили рассчитанное количество сока в сусло с целью замены от 30 до 50 % сахарного сиропа. Содержание СВ в соке составляло $(16,0 \pm 1,0) \%$ мас., а общая кислотность его была $(2,0 \pm 0,2) \text{ см}^3$ раствора NaOH концентрацией 1 моль/дм³ на 100 см³ сусла. Сравнительные физико-химические показатели сусла без сока сахарного сорго (образец № 1) и исследуемых образцов (№ 2, 3, 4) приведены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-химические показатели сусла, приготовленного для сбраживания культурой *Medusomyces gisevii* V

Table 1. Physical and chemical features of wort prepared for *Medusomyces gisevii* V Fermentation

Показатели	Образцы			
	1	2	3	4
Количество внесенного сока сахарного сорго, проц. от содержания сахарного сиропа	0	30	40	50
Содержание СВ, % мас.	$7,4 \pm 0,2$	$7,4 \pm 0,2$	$7,4 \pm 0,2$	$7,4 \pm 0,2$
Содержание общих сахаров, % мас.	$7,0 \pm 0,1$	$7,0 \pm 0,1$	$7,0 \pm 0,1$	$7,0 \pm 0,1$
Содержание редуцирующих сахаров, % мас	0	$1,6 \pm 0,1$	$2,4 \pm 0,1$	$3,1 \pm 0,1$
Общая кислотность, см ³ раствора NaOH конц. 1 моль/дм ³ на 100 см ³ сусла	$0,2 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,1$	$1,3 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,1$
pH	$7,2 \pm 0,2$	$6,3 \pm 0,2$	$5,9 \pm 0,2$	$5,6 \pm 0,2$
Содержание аминного азота, мг на 100 см ³ сусла	0	$9,3 \pm 0,2$	$12,4 \pm 0,2$	$15,2 \pm 0,2$

Таким образом, внесение в сусло сока сахарного сорго обогащает его аминным азотом, изменяет соотношение общих и редуцирующих сахаров, повышает кислотность сусла. Подобные изменения, безусловно, отразятся не только на органолептических показателях готового продукта, но и внесут

изменение в метаболизм культуры микроорганизмов, скажутся на показателях процесса брожения.

В связи с этим была изучена динамика процесса сбраживания всех образцов сусла, физико-химические и органолептические показатели готовых напитков.

На рисунке 1 приведена динамика изменения содержания сухих веществ в сусле в процессе брожения.

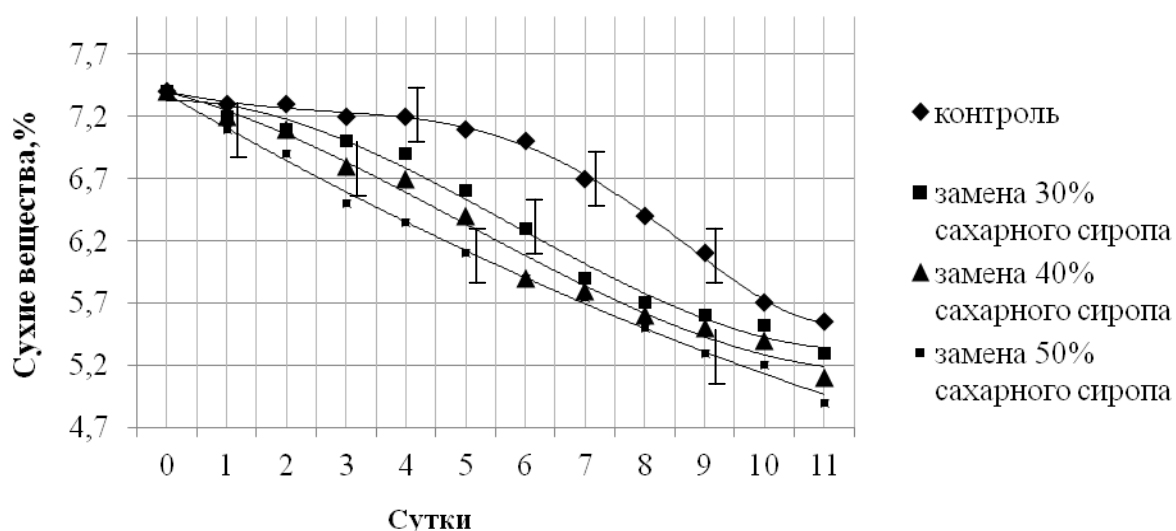


Рис. 1. Динамика изменения содержания сухих веществ в сусле в процессе брожения

Fig. 1. Wort dry ingredients dynamics in fermentation process

На рисунках 2 и 3 приведена динамика изменения содержания общих и редуцирующих сахаров в исследуемых образцах.

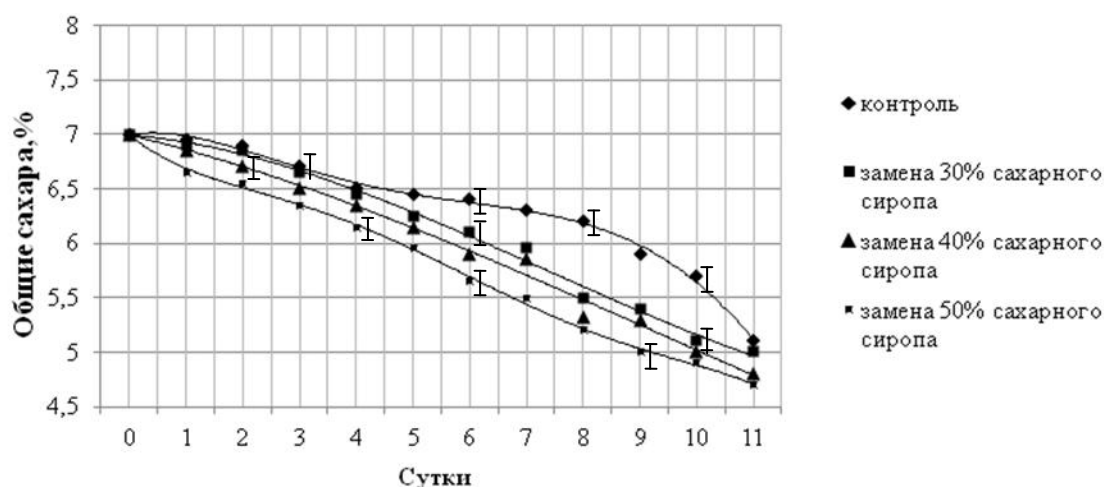


Рис. 2. Динамика изменения общих сахаров в сусле в процессе брожения

Fig. 2. Wort total sugars dynamics in fermentation process

Анализируя полученные данные, можно отметить, что в опытных образцах главное брожение заканчивается быстрее и проходит более глубоко, чем в контроле. Так, например, в образце № 4, в котором 50% сахарного сиропа заменено соком сахарного сорго, процесс брожения практически закончился к 8-м суткам, в то время как в контроле – к 11-м. При этом остаточное количество сбраживаемых веществ в опытных образцах к концу главного брожения было на $0,6 \pm 0,2\%$ меньше, чем в контроле. Количество этилового спирта в исследуемых образцах не превышало допустимых значений.

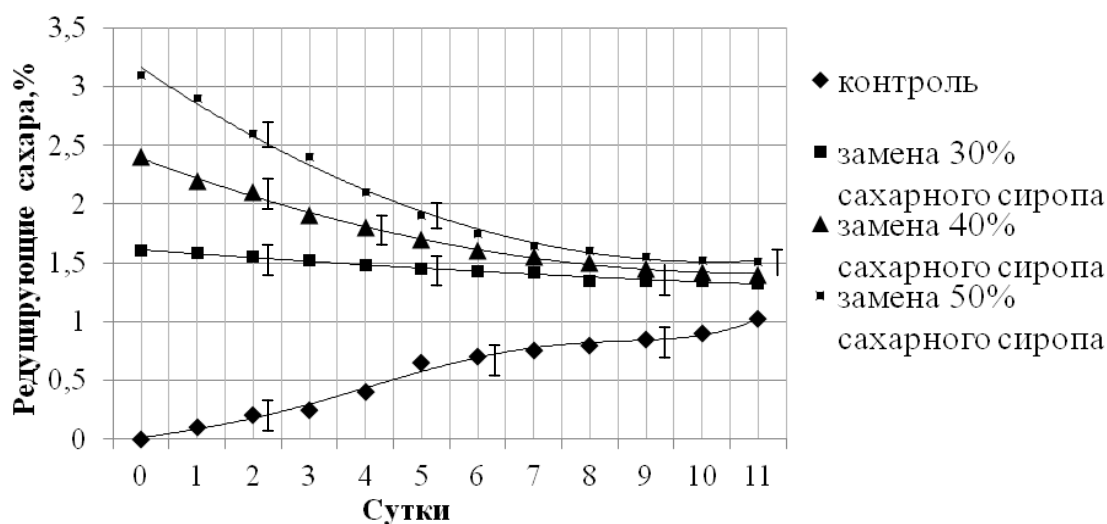


Рис. 3. Динамика изменения содержания редуцирующих сахаров в сусле в процессе брожения

Fig. 3. Wort reducing sugars dynamics in fermentation process

Анализируя результаты исследований, приведенных на рисунке 3 можно отметить, что добавление в сусло сока сохранинного сорго, в котором значительная часть экстрактивных веществ представлена редуцирующими сахарами, приводит к тому, что их накопление и потребление происходит интенсивнее по сравнению с контролем. Это объясняется особенностями метаболизма консорциума микроорганизмов *Medusomyces gisevii* V в опытных образцах и контроле.

Увеличенное количество редуцирующих сахаров в образцах приводит, по-видимому, и к интенсивному накоплению глюконовой, 5-кетоглюконовой, уксусной и коевой кислот и ускоренному росту кислотности сусла в процессе брожения, что подтверждается экспериментальными данными (рис. 4).

Анализируя физико-химические показатели готовых напитков, можно также отметить, что содержание аминного азота в опытных образцах, хотя и уменьшилось по сравнению с их содержанием в сусле почти вдвое, однако превышало его количество в контроле в среднем на $(5,5 \pm 0,5)$ мг на 100 см^3 .

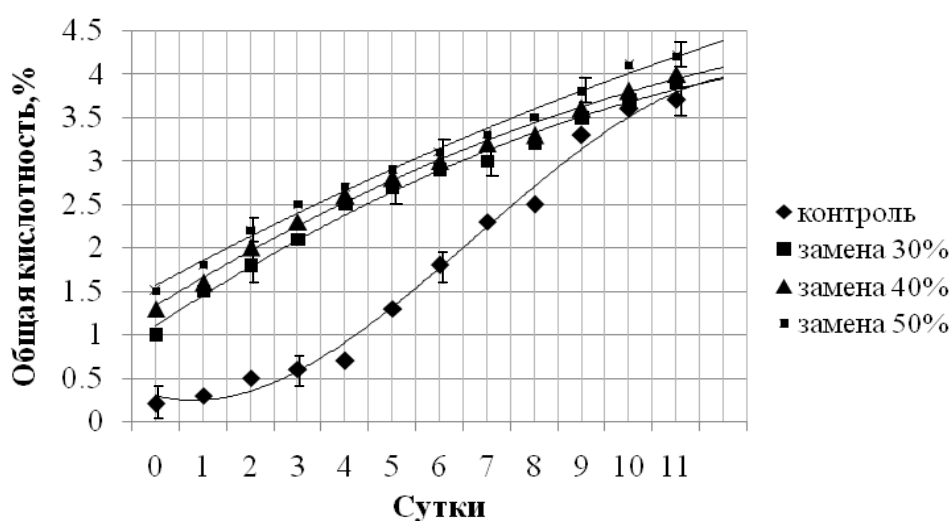


Рис. 4. Динамика изменения общей кислотности сусла в процессе брожения

Fig. 4. Wort total acidity dynamics in fermentation process

Органолептические и физико-химические показатели готовых напитков приведены в таблице 2.

Таблица 2. Физико-химические показатели напитков, сброженных культурой *Medusomyces gisevii* V

Table 2. Beverage received with the help of germ culture *Medusomyces gisevii* physical and chemical features

Показатели	Образцы			
	1	2	3	4
Количество внесенного сока сахарного сорго, проц. от содержания сахарного сиропа	0	30	40	50
Органолептические показатели				
Цвет	От желтого до коричневого			

Вкус	Кисло-сладкий			
Аромат	Сложный с оттенком чая			
Физико-химические показатели				
Содержание СВ, % мас.	5,6±0,2	5,3±0,2	5,2±0,2	4,9±0,2
Общая кислотность, см ³ раствора NaOH конц. 1 моль/дм ³ на 100 см ³ сусла	3,5±1,0	3,6±0,1	3,8±0,1	4,2±0,1
Массовая доля спирта, %	0,5±0,2	0,5±0,2	0,6±0,2	0,7±0,2
Содержание общих сахаров, % мас.	5,1±0,1	5,0±0,1	4,8±0,1	4,7±0,1
Содержание редуцирующих сахаров, % мас	1,02±0,1	1,33±0,1	1,41±0,1	1,52±0,1
Содержание аминного азота, мг на 100 см ³ сусла	1,2±0,2	4,6±0,2	6,2±0,2	7,3±0,2
Массовая доля диоксида углерода, %	0,31±0,1	0,31±0,1	0,31±0,1	0,31±0,1

Оценка органолептических показателей полученных напитков позволила сделать вывод о том, что наиболее гармоничным вкусом обладают образцы, в которых было заменено в сусле 30–40% сахарного сиропа соком сахарного сорго (образцы 2 и 3). Приведенные в таблице 2 показатели характеризуют напитки на 11 сутки брожения. При этом следует отметить, что опытные образцы достигали практически таких же значений физико-химических показателей, как в контроле, уже на 8–9 сутки. Такой вывод можно сделать, проанализировав динамику процесса брожения, представленную на рисунках 1– 4. Из полученных результатов также следует, что в опытных образцах содержится на 1,25± 0,25% редуцирующих веществ больше, чем в контроле.

Выводы

1. С целью усовершенствования технологии ферментированного безалкогольного напитка, полученного при использовании культуры микроорганизмов *Medusomyces gisevii*, можно предложить замену (35±0,5) % сахарного сиропа в сусле соком сахарного сорго.

2. Замена части сахарного сиропа соком сахарного сорго обеспечивает обогащение сусла аминным азотом (от 9,3±0,2 до 12,4±0,2 мг

на 100 см³сусла), что позитивно сказывается на жизнедеятельности культуры микроорганизмов.

3. В результате обогащения сусла компонентами сока сахарного сока существенно интенсифицируется процесс брожения и его длительность сокращается по сравнению с традиционной технологией на 2-е суток.

4. Повышенное содержание редуцирующих сахаров в полученных напитках по сравнению с контролем в среднем на $1,25 \pm 0,25\%$ в целом обеспечивает снижение энергетической нагрузки на организм человека.

5. Полученный напиток обладает высокими органолептическими характеристиками, а его обогащение аминным азотом, содержание которого в готовом продукте составляет не менее $4,6 \pm 0,2$ мг на 100 см³ напитка, повышает его профилактическую ценность.

Литература

1. **Іванов С.В., Домарецький В.А., Прибильський В.Л.** Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства. К.: НУХТ. 2013. 455 с.
2. **Коротких Е.А., Востриков С.В., Федоров В.А., Новикова И.В., Корнеева О.С.** Сбраживание квасного сусла на основе порошкообразного полисолодового экстракта // Пиво и напитки. 2011. № 6, С. 34–35.
3. **Демченко С.В., Барашкина Е.В., Малеева О.Л., Стрельникова Е.В., Батогов А.В.** Новые технологии производства функциональных напитков на основе молочной сыворотки. Изв. вузов. пищ. технол. 2008. № 2-3, С. 20-23.
4. **Giuliano D., Mussatto S., Oliveira J., Teixeira A.** Characterisation of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation // Food Chemistry. № 112. 2009. P. 929–935.
5. **Stahl U., Mast-Gerlach E., Bader J.** Erfrischungsgetränk: 102008018608, МПК A23L 2/38 (2006.01), C12G 3/02 (2006/01). Versuchs 0 und Lehranstalt für Brauerei in Berlin (VLB) e.V., № 102008018608.2. Заявл. 11.04.2008; Опубл. 15.10.2008.

6. **Прибильський В.Л.** Розробка технології біологічно активних ферментованих напоїв: Дис. д-ра. техн. наук: 05.18.07/ К.НУХТ. 2004. 324 с.
7. **Nimbkar N., Kolekar N., Akade J., Rajvanshi A.** Syrup Production from Sweet Sorghum // Nimbkar Agricultural Research Institute (NARI), Phaltan. № 9. 2006. P.10-12.
8. **Wang M., Wang J., Tan J. X, Sun J.F., Mou J.L.** Optimization of ethanol fermentation from sweet sorghum juice using response surface methodology. *Energy Sources.* 2011. № 12, P. 1139–1146.
9. **Nasamax Ltd, Badalov Arsen.** Processing of sweet sorghum for bioethanol production: Заявка 2447062 Великобритания, МПК С 13 С 1/00 (2006.01), А 23 Р 1/00 (2006.01), London, EC4Y 8JD, United Kingdom. № 0617762.0; Заявл. 08.09.2006; Опубл. 03.09.2008.
10. **Позднякова Т.А., Шарова Н.Ю., Малиновский Б.Н.** Зерновое и сахарное сорго – сырье для производства лимонной кислоты // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. 2011. № 7. С. 63–65.
11. **Mazumdar D., Poshardi A., Ravinder R.** Innovative use of sweet sorghum juice in the beverage industry // *International Food Research Journal.* 2012. Vol. 19(4). P. 1361–1366.
12. **Григоренко Н.О., Білостоцький Л.Г., Штангєєва Н.І.** Перспективи технологічного перероблення цукрового сорго // *Цукор України.* 2006. № 3(46). С 34–36.
13. **Мєлєтьєв, А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М.** Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв. Вінниця. 2007. 392 с.