

## Интенсификация биотехнологии кваса с применением нетрадиционных видов сырья

Елена А. Коротких	<sup>1</sup>	<a href="mailto:dobruly@bk.ru">dobruly@bk.ru</a>	 0000-0002-5951-7085
Инна В. Новикова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:noviv@list.ru">noviv@list.ru</a>	 0000-0002-2360-5892
Геннадий В. Агафонов	<sup>1</sup>	<a href="mailto:gvagafonov@mail.ru">gvagafonov@mail.ru</a>	 0000-0002-2133-5606
Николай В. Коротких	<sup>1</sup>	<a href="mailto:nikolaj.korotkix.99@mail.ru">nikolaj.korotkix.99@mail.ru</a>	
Иван Н. Криваносов	<sup>1</sup>	<a href="mailto:krivanosov.ivan51@gmail.com">krivanosov.ivan51@gmail.com</a>	

<sup>1</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

**Аннотация.** В производстве напитков незаконченного спиртового и молочнокислого брожения актуально применение нетрадиционных видов сырья, обладающего преимуществами по сравнению с общеизвестными аналогами. Особый интерес при производстве напитков брожения вызывает применение солодового экстракта, приготовленного из тритикалевого солода. Сыворотка и продукты, полученные на ее основе, являются биологически полноценными, обладают диетическими и лечебными свойствами. Для достижения поставленной цели решали задачи: оценить качество и возможность применения тритикалевого солодового экстракта для производства кваса; исследовать возможность применения молочной сыворотки как технологической добавки в производстве кваса на основе тритикалевого солодового экстракта; подобрать комбинацию микроорганизмов для получения комбинированной закваски с наилучшими биотехнологическими свойствами; провести сравнительный анализ продолжительности брожения образцов квасного сула. Наиболее интенсивное снижение содержания сухих веществ отмечали в опытном образце квасного сула, приготовленном на основе солодового тритикалевого экстракта с применением молочной сыворотки и комбинированной закваски из сухих хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae* и молочнокислых бактерий *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, Str. *Thermophilus*. Продолжительность брожения квасного сула в исследуемом образце составила 10 ч, что на 6–8 ч меньше, чем по традиционной технологии. В результате выполнения работы доказана возможность применения тритикалевого солодового экстракта для производства кваса. По основным физико-химическим показателям тритикалевый солодовый экстракт не уступает традиционному сырью. Исследована возможность использования молочной сыворотки в качестве технологической добавки для сбраживания квасного сула на основе тритикалевого солодового экстракта. Подобраны состав квасного сула и комбинация микроорганизмов для получения комбинированной закваски с наилучшими биотехнологическими свойствами. Проведен сравнительный анализ продолжительности брожения образцов квасного сула.

**Ключевые слова:** квас, тритикалевый солодовый экстракт, молочная сыворотка, молочнокислые бактерии

## Intensification of kvas biotechnology using non-traditional raw materials

Elena A. Korotkikh	<sup>1</sup>	<a href="mailto:dobruly@bk.ru">dobruly@bk.ru</a>	 0000-0002-5951-7085
Inna V. Novikova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:noviv@list.ru">noviv@list.ru</a>	 0000-0002-2360-5892
Gennady V. Agafonov	<sup>1</sup>	<a href="mailto:gvagafonov@mail.ru">gvagafonov@mail.ru</a>	 0000-0002-2133-5606
Nikolai V. Korotkikh	<sup>1</sup>	<a href="mailto:nikolaj.korotkix.99@mail.ru">nikolaj.korotkix.99@mail.ru</a>	
Ivan N. Krivanosov	<sup>1</sup>	<a href="mailto:krivanosov.ivan51@gmail.com">krivanosov.ivan51@gmail.com</a>	

<sup>1</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

**Abstract.** In the production of beverages of incomplete alcoholic and lactic acid fermentation, it is important to use non-traditional raw materials that have advantages over well-known analogues. Of particular interest in the production of fermented beverages is the use of malt extract prepared from triticales malt. Serum and products derived from it are biologically complete, have dietary and medicinal properties. To achieve this goal accomplished objectives: to assess the quality and applicability of triticales malt extract for kvass production; explore the possibility of using whey as a processing aid in the production of kvass on the basis of triticales malt extract; to choose a combination of microorganisms to obtain a mixed leaven with the best biotechnological properties; conduct a comparative analysis of the duration of fermentation samples of kvas wort. The most intensive decrease in the dry matter content was observed in the experimental sample of leavened wort prepared on the basis of malt triticales extract with the use of whey and combined sourdough from dry baking yeast of the brand "SAF-Moment" of the species *Saccharomyces cerevisiae* and lactic acid bacteria *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, Str. *Thermophilus*. The duration of fermentation of leavened wort in the test sample was 10 hours, which is 6–8 hours less than the traditional technology. As a result of this work, the possibility of using triticales malt extract for the production of kvass was proved. According to the main physical and chemical parameters, triticales malt extract is not inferior to traditional raw materials. The possibility of using whey as a technological additive for fermentation of leavened wort based on triticales malt extract is investigated. The composition of leavened wort and a combination of microorganisms were selected to produce a combined starter culture with the best biotechnological properties. A comparative analysis of the duration of fermentation of samples of leavened wort is carried out.

**Keywords:** kvas, triticales malt extract, milk whey, lactic acid bacteria

Для цитирования

Коротких Е.А., Новикова И.В., Агафонов Г.В., Коротких Н.В., Криваносов И.Н. Интенсификация биотехнологии кваса с применением нетрадиционных видов сырья // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 123–130. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-123-130

For citation

Korotkikh E.A., Novikova I.V., Agafonov G.V., Korotkikh N.V., Krivanosov I.N. Intensification of kvas biotechnology using non-traditional raw materials. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 123–130. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-123-130

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

В соответствии со Стратегией повышения качества пищевой продукции в России до 2030 года, утвержденной правительством РФ от 29.06.2016 г. перспективна разработка продуктов нового поколения «с заданными характеристиками», что определяет необходимость применения в технологии новых источников сырья, которые будут обеспечивать качество и конкурентоспособность усовершенствованного продукта. В связи с этим в производстве продуктов питания актуально применение нетрадиционных видов сырья, в том числе вторичного, обладающего преимуществами по сравнению с общеизвестными аналогами.

Особую нишу на рынке пищевых продуктов занимает напиток незаконченного спиртового и молочнокислого брожения – квас. При производстве кваса решающую роль играет видовой состав микроорганизмов, которые представляют собой саморегулирующиеся системы и находятся в условиях зависимости от среды обитания, функционируют как единое целое во внешней среде. На сегодняшний день ассортимент кваса на рынке представлен напитками, приготовленными по классической технологии, в которой применяют молочнокислые бактерии 11 и 13 рас, квасные дрожжи *Saccharomyces minor* расы М: микроорганизмы являются факультативными анаэробами, сбраживают углеводы сусла – глюкозу, сахарозу, мальтозу, раффинозу.

Традиционно квасное сусло получают на основе концентрата квасного сусла (ККС), концентрат производят способом затирания дробленого ферментированного ржаного и ячменного солодов, ржаной и кукурузной муки и других зернопродуктов с водой. Состав квасного сусла не оптимизирован с точки зрения наличия питательных компонентов для успешного размножения микроорганизмов комбинированных заквасок, поэтому в процессе сбраживания наблюдается недостаточное накопление биомассы микроорганизмов и кислот. Молочнокислые бактерии сбраживают углеводы с образованием молочной и уксусной кислот, диоксида углерода и этилового спирта, обладают биосинтетической недостаточностью, не способны синтезировать органические формы азота, поэтому нуждаются в присутствии низкомолекулярных азотистых компонентов в сбраживаемой среде [1].

Особый интерес при производстве напитков брожения вызывает применение солодового экстракта, приготовленного из тритикалевого солода [2, 5]. В настоящее время исследований

по применению зерна тритикале в пищевой промышленности не много, поэтому применение данного вида зерна не находит широкого распространения для продовольственных целей. Крахмал тритикале отличается от крахмала пшеницы и ржи невысоким содержанием амилозы (23,7%) [3].

Количество лизина в зерне данного гибрида может служить показателем общего качества белка, дает возможность судить о его высокой питательной ценности. Лизин в тритикале содержится больше на 16–20%, чем в пшенице и ржи. Белки зерна тритикале в своем составе в среднем содержат 5–10% альбуминов, 6–8% глобулинов, 30–36% проламинов и 15–20% глютелинов. Тритикале в своем составе содержит большее количество водорастворимого азота, чем родительские формы зерна.

Чтобы усовершенствовать технологию приготовления кваса, необходимо подобрать такие питательные добавки к суслу, которые дадут возможность улучшить состав квасного сусла в первую очередь для нарастания биомассы молочнокислых бактерий, а также накопления необходимого содержания кислот. Известно, что молочная сыворотка может по праву считаться оптимальной средой для развития различных микроорганизмов. С точки зрения физиологии питания сыворотка считается ценным пищевым продуктом, т. к. в ней содержится приблизительно 50% питательных веществ молока, к которым относятся: растворимые белки, составляющие около 20% молочных белков, молочный сахар, минеральные соли, растворимые в воде витамины [4, 5]. Сыворотка и продукты, полученные на ее основе, являются биологически полноценными, обладают диетическими и лечебными свойствами. Молочная сыворотка содержит большое количество лактозы, поэтому является ценнейшим продуктом питания. Аминокислотный состав сывороточных белков оптимально сбалансирован: в состав белков входят серосодержащие аминокислоты цистеин и метионин, которые создают возможность для регенерации белков печени, гемоглобина, а также белков плазмы крови.

Целью наших исследований являлась интенсификация технологии кваса за счет применения нетрадиционных видов сырья, в том числе микробиологического происхождения, улучшающих состав квасного сусла и биотехнологические свойства микроорганизмов.

Для достижения поставленной цели решали задачи: оценить качество и возможность применения тритикалевого солодового экстракта

для производства кваса; исследовать возможность применения молочной сыворотки как технологической добавки в производстве кваса на основе тритикалевого солодового экстракта; подобрать комбинацию микроорганизмов для получения комбинированной закваски с наилучшими биотехнологическими свойствами; провести сравнительный анализ продолжительности брожения образцов квасного суслу.

Научная новизна заключается изучение закономерностей сбраживания квасного суслу при замене ККС на тритикалевый солодовый экстракт (ТСЭ), при добавлении молочной сыворотки как технологической добавки к суслу, при использовании комбинированных заквасок на основе молочнокислых бактерий.

Практическая значимость работы заключается в интенсификации биотехнологии кваса на основе ТСЭ с применением молочной сыворотки и комбинированной закваски, состоящей из дрожжей и молочнокислых бактерий.

### Материалы и методы

Объектом исследований служили ТСЭ, ККС, молочная сыворотка, квасное суслу.

В квасном сусле контролировали содержание сухих веществ рефрактометрическим методом в соответствии с требованиями ГОСТ 6687.2-90 с помощью рефрактометра ИРФ-454Б2М, кислотность (ГОСТ 6687.4-86). В ТСЭ и ККС оценивали содержание аминного азота медным способом.

Для выполнения исследований применяли молочную пастеризованную сыворотку (ТУ 9229-110-04610209-2002), произведённую на ОАО фирма «МОЛОКО», г. Россось.

### Результаты

Провели анализ основных физико-химических показателей ТСЭ и ККС, результаты представлены в таблице 1. Пищевая ценность молочной сыворотки указана в таблице 2.

Таблица 1. Физико-химические показатели ТСЭ и ККС

Показатель Indicator	Значение   Value	
	ТСЭ	ККС
Массовая доля СВ, % Dry matter, %	70,0-72,0	70,0-72,0
Кислотность, к. ед. Acidity	30,0	28,0
Аминный азот, мг% Amino, mg%	280,9	220,0

Таблица 2. Пищевая ценность молочной сыворотки

Пищевая ценность, в 100 г продукта Nutritional value per 100 g of product			Энергетическая ценность, в 100 г продукта/кДж Energy value, in 100 g of product / kJ
Белки Protein	Жиры Fats	Углеводы Carbohydrates	
0,8	0,1	4,5	21/87,5

Были приготовлены образцы квасного суслу на основе ККС и ТСЭ, контрольным образцом являлось суслу на основе ККС. Для сбраживания применяли дрожжи торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae*. Сбраживание суслу проводили при температуре 30 °С до снижения массовой доли сухих веществ (СВ) на 1%. Динамика уменьшения СВ и увеличения кислотности при сбраживании опытного и контрольного образцов квасного суслу (рисунки 1, 2).

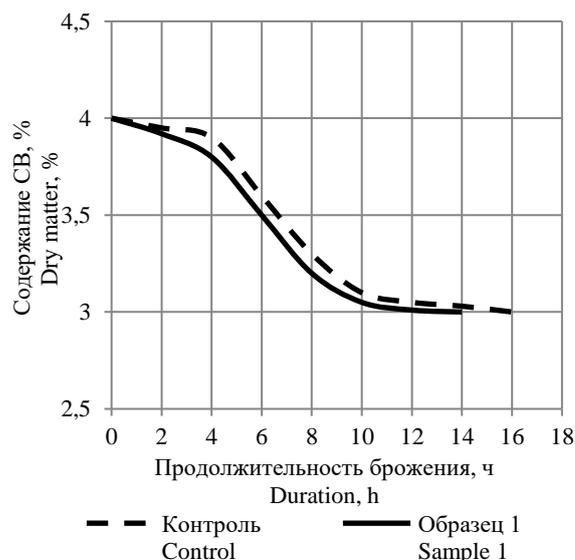


Рисунок 1. Динамика уменьшения СВ при сбраживании опытного и контрольного образцов квасного суслу. Контроль – квасное суслу на основе ККС с применением хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae*; образец № 1 – квасное суслу на основе ТСЭ с применением хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae*

Figure 1. Dynamics of decrease in DM during fermentation of experimental and control samples of kvass wort. Control - kvass wort based on KKS with the use of baker's yeast of the Saf-Moment trademark of the type *Saccharomyces cerevisiae*; sample No. 1 - kvass wort based on TSE with the use of baker's yeast of the Saf-Moment trademark of the type *Saccharomyces cerevisiae*

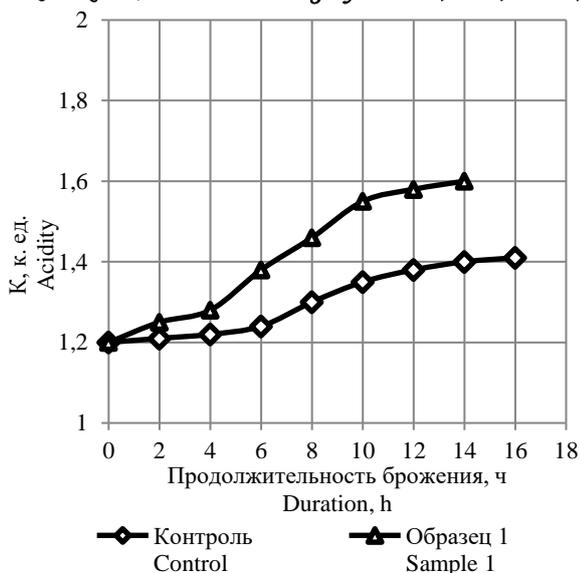


Рисунок 2. Динамика изменения титруемой кислотности в процессе сбраживания квасного сусла. Контроль – квасное сусло на основе ККС с применением хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Sacharomyces cerevisie*; образец № 1 – квасное сусло на основе ТСЭ с применением хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae*

Figure 2. Dynamics of changes in titratable acidity during fermentation of kvass wort. Control - kvass wort on the basis of KKS with the use of baker's yeast of the Saf-Moment trademark of the type *Sacharomyces cerevisie*; sample No. 1 - kvass wort based on TSE with the use of baker's yeast of the Saf-Moment trademark of the type *Saccharomyces cerevisiae*

Более интенсивное снижение содержания СВ и более высокую кислотность отмечали в опытном образце квасного сусла, приготовленном на основе ТСЭ, что можно объяснить более высоким содержанием в ТСЭ аминного азота, который стимулирует перестройку дрожжевых клеток с аэробного на анаэробный метаболизм (таблица 2).

Дальнейшие исследования были направлены на подбор комбинаций микроорганизмов, которые проявляют симбиотические свойства в процессе сбраживания квасного сусла. Использовали хлебопекарные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* и молочнокислые бактерии, которые обычно применяются в молочной промышленности и являются нетрадиционным сырьем при производстве кваса. В состав комбинированных заквасок входили следующие микроорганизмы: *Lactococcus lactis* (*L. lactis*, молочный лактококк). Оптимальная температура для развития данного микроорганизма составляет 25 – 30 °С, максимальная 40 °С, минимальная 10 °С и ниже. При оптимальной температуре активные штаммы молочного лактококка свертывают молоко за 10 – 12 ч, образуя плотный ровный сгусток. *L. lactis* – основной компонент состава микрофлоры кефирного грибка, заквасок для творога,

сметаны, простокваши. Благодаря относительно низкому конечному пределу кислотообразования можно получить продукт со сравнительно невысокой кислотностью. *Lactococcus cremoris* (*L. cremoris*, сливочные лактококки). Морфология и форма колоний такая же, как и у *L. lactis*. Оптимальная температура развития *Lactococcus cremoris* 25–30 °С. максимальная 36 °С, предельная кислотность молока 110–115 °С. При пониженных температурах культивирования (15–20 °С) некоторые штаммы *L. cremoris* образуют значительное количество летучих кислот.

Применяли *Lactococcus cremoris diacetylactis* (*L. diacetylactis*, ароматообразующие лактококки). Клетки расположены чаще всего в виде диплококков и коротких цепочек. На питательных средах образуют колонии: поверхностные, крупные, каплевидные, глубинные – чечевицеобразные. Оптимальная температура развития ароматообразующих лактококков составляет 25–30 °С. *L. diacetylactis* растет при 39–40 °С, при температуре 45 °С рост отсутствует. Штаммы *L. diacetylactis* сбраживают лактозу, соли лимонной кислоты с образованием CO<sub>2</sub>, а также и диацетила и ацетона. До сих пор нет единого мнения о том, относятся ли данный микроорганизм к группе гетероферментативных или гомоферментативных бактерий. По способности образовывать значительное количество молочной кислоты они приближаются к *L. lactis*, а по способности образовывать побочные продукты брожения – к гетероферментативным стрептококкам. *Streptococcus thermophilus* (*Str. thermophiles*, термофильные молочнокислые стрептококки). Форма клеток – кокки, часто соединенные в длинные цепочки. На агаре с гидролизованным молоком термофильные молочнокислые стрептококки развиваются медленнее, чем мезофильные, и дают более мелкие колонии – темные, зернистые, иногда локонообразные. Оптимальная температура развития 40–45° С; свертывает молоко при 50° С. Термофильные стрептококки применяют при производстве йогурта, ряженки, варенца. Многие культуры отличаются способностью образовывать вязкие, иногда тягучие сгустки, но встречаются штаммы, образующие колющиеся сгустки.

Для проведения исследования готовили двенадцать образцов кваса, включающие различные по составу закваски. Процесс брожения образцов проводили при стандартных условиях [5]. Продолжительность брожения квасного сусла с использованием различных заквасок представлена на рисунке 3.

Контрольный образец: образец – на основе ККС с применением хлебопекарных дрожжей торговой марки «СафМомент» вида *Saccharomyces cerevisiae*;

Образец № 1 – квасное сусло на основе ТСЭ с применением хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Sacharomyces cerevisie*;

Образец № 2 – квасное сусло на основе ККС (а) и на основе ТСЭ (б) с применением комбинированной закваски, приготовленной из сухих хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Sacharomyces cerevisie* и молочнокислых бактерий *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Str. thermophilus*;

Образец № 3 – квасное сусло на основе ККС (а) и на основе ТСЭ (б) с применением комбинированной закваски, приготовленной из сухих хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Sacharomyces cerevisie* и молочнокислых бактерий *Str. thermophilus*;

Образец № 4 – квасное сусло на основе ККС (а) и на основе ТСЭ (б) с применением закваски, приготовленной из молочнокислых бактерий *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Str. thermophilus*.

Образец № 5 – квасное сусло на основе ККС (а) и на основе ТСЭ (б) с применением закваски, приготовленной из молочнокислых бактерий *Str. thermophilus*;

Образец № 6 – квасное сусло на основе ККС (а) и на основе ТСЭ (б) с использованием молочной сыворотки и применением комбинированной закваски, приготовленной из сухих хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Sacharomyces cerevisie* и молочнокислых бактерий *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Str. thermophilus*.

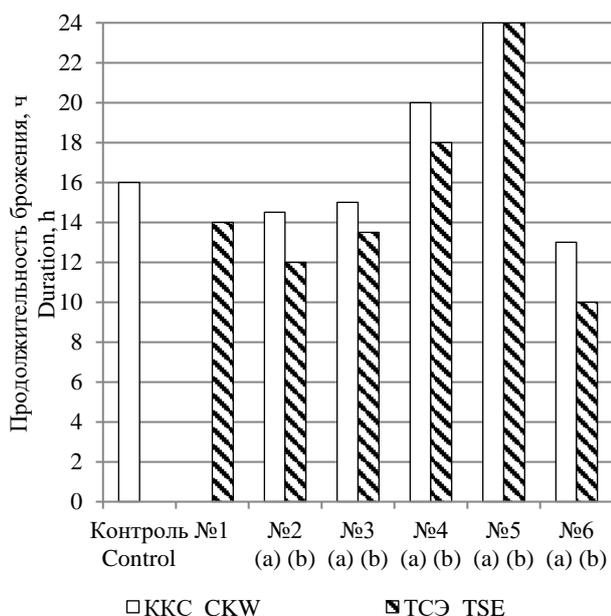


Рисунок 3. Продолжительность брожения квасного сусла с использованием различных заквасок

Figure 3. Duration of fermentation of kvass wort using various starter cultures

Наиболее интенсивное снижение содержания сухих веществ отмечали в опытном образце квасного сусла № 6 «б», приготовленном на основе ТСЭ с применением молочной сыворотки и комбинированной закваски из сухих хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Sacharomyces cerevisie* и молочнокислых бактерий *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Str. Thermophilus*. Продолжительность брожения квасного сусла в образце № 6 «б» составила 10 ч. В опытном образце № 5 брожение так и не было завершено, т. е. уменьшение СВ было меньше чем на 1%, что не соотносится с показателями полупродукта в технологии кваса.

Более интенсивное снижение сухих веществ в исследуемом образце по сравнению с другими объясняется следующими причинами: оптимальной кислотностью среды для дрожжей, создаваемой молочнокислыми бактериями за счёт накопления органических кислот, в том числе, молочной, уксусной, и углекислого газа. Дрожжи, в свою очередь, выделяют в среду аминокислоты, витамины, необходимые бактериям для питания. Данные микроорганизмы проявляют симбиотические свойства.

Анализируя литературные данные, можно сказать, что именно *L. Diacetylactis* усваивают моно- и дисахара, которые преобладают в квасном сусле и тем самым, помимо молочной кислоты, образуют этиловый спирт и диоксид углерода. Следовательно, существует возможность применения микроорганизмов в составе комбинированной закваски при производстве кваса. Использование гомоферментативных молочнокислых бактерий *Str. thermophilus* является нецелесообразным при производстве кваса.

Опытным путем было доказано, что в производстве хлебного кваса можно применять ароматобразующий стрептококк *Streptococcus diacetylactis*, который будет использоваться в качестве возбудителя процесса молочнокислого брожения. При использовании данного микроорганизма получают напиток с нормативными физико-химическими и высокими органолептическими показателями.

Исходя из полученных данных (рисунок 3), можно сказать, что использование молочной сыворотки обеспечивает более быстрое накопление биомассы молочнокислых бактерий и их размножение, т. к. в сыворотке находятся необходимые аминокислоты, витамины и органические кислоты, необходимые для развития бактерий.

Динамика изменения титруемой кислотности в контроле и опытных образцах, приготовленных на основе ТСЭ, представлено на рисунке 4. Контрольный образец: образец – на основе ККС с применением хлебопекарных дрожжей торговой марки «СафМомент» вида *Sacharomyces cerevisiae*;

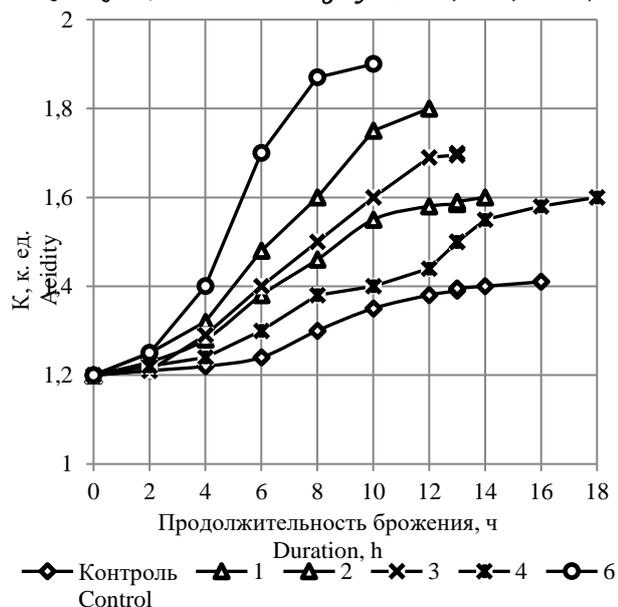


Рисунок 4. Динамика изменения титруемой кислотности в процессе брожения квасного сусла

Figure 4. Dynamics of changes in titratable acidity during fermentation of kvass wort

Образец № 1 – квасное сусло на основе ТСЭ с применением хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae*;

Образец № 2 – квасное сусло на основе ТСЭ с применением комбинированной закваски, приготовленной из сухих хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae* и молочнокислых бактерий *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Str. thermophilus*;

Образец № 3 – квасное сусло на основе ТСЭ с применением комбинированной закваски, приготовленной из сухих хлебопекарных дрожжей

торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae* и молочнокислых бактерий *Str. thermophilus*;

Образец № 4 – квасное сусло и на основе ТСЭ с применением закваски, приготовленной из молочнокислых бактерий *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Str. thermophilus*.

Образец № 6 – квасное сусло на основе ТСЭ с использованием молочной сыворотки и применением комбинированной закваски, приготовленной из сухих хлебопекарных дрожжей торговой марки «Саф-Момент» вида *Saccharomyces cerevisiae* и молочнокислых бактерий *L. lactis*, *L. cremoris*, *L. diacetylactis*, *Str. thermophilus*.

### Заключение

В результате выполнения работы можно сделать следующие выводы: доказана возможность применения тритикалевого солодового экстракта для производства кваса. По основным физико-химическим показателям тритикалевый солодовый экстракт не уступает традиционному сырью. Исследована возможность использование молочной сыворотки в качестве технологической добавки для сбраживания квасного сусла на основе ТСЭ.

Подобраны состав квасного сусла и комбинация микроорганизмов для получения комбинированной закваски с наилучшими биотехнологическими свойствами. Проведен сравнительный анализ продолжительности брожения образцов квасного сусла.

В результате научно-исследовательской работы интенсифицирована биотехнология кваса на основе ТСЭ с применением молочной сыворотки и комбинированной закваски, состоящей из дрожжей и молочнокислых бактерий.

### Литература

- 1 Борисенко О.А. Минимальная питательная среда для молочнокислых бактерий // Актуальные вопросы индустрии напитков. 2018. № 2. С. 22–24.
- 2 Пат. № 2595369, RU, С12С 1/18. Способ получения солодового экстракта / Агафонов Г.В., Коротких Е.А., Новикова И.В., Чусова А.Е. Заявл. 03.08.2015; Опубл. 27.08.2016, Бюл. № 24.
- 3 Фахруденова И.Б. и др. Изучение биохимических свойств тритикале // Материалы XIX международной научно-практической конференции. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2018. Ч. 1. С. 175.
- 4 Лукин А.А. Применение молочной сыворотки в технологии продуктов питания // Материалы 67-й научной конференции ЮУрГУ. Челябинск, 2015. С. 523–527.
- 5 Афанасьев В.Н., Шеврина Е.В. Статистическая методология в поиске партнеров продовольственного рынка // Вестник НГУЭУ. 2018. № 1. С. 86–92.
- 6 Amarowicz R. et al. Antioxidant potential of kvasses // Bulgarian Chemical Communications. 2019. V. 51. P. 239–244.
- 7 Kolobaeva A. A. et al. Expanding the assortment of fermented beverages at small enterprises // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2020. V. 422. № 1. P. 012083.
- 8 Gambuš H. et al. Health benefits of kvass manufactured from rye wholemeal bread // Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. 2019. V. 2019. P. 34–39.
- 9 Strąk-Graczyk E. et al. Simultaneous saccharification and fermentation of native rye, wheat and triticale starch // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2019. V. 99. № 11. P. 4904–4912.
- 10 Makowska A., Waśkiewicz A., Chudy S. Lignans in triticale grain and triticale products // Journal of Cereal Science. 2020. P. 102939.
- 11 Ambriz-Vidal T.N. et al. Potential of Triticale (X Triticosecale Wittmack) Malts for Beer Wort Production // Journal of the American Society of Brewing Chemists. 2019. V. 77. № 4. P. 282–286.

- 12 Cioch-Skoneczny M. et al. Impact of triticale malt application on physiochemical composition and profile of volatile compounds in beer // *European Food Research and Technology*. 2019. V. 245. № 7. P. 1431-1437.
- 13 Byakika S. et al. Potential application of lactic acid starters in the reduction of aflatoxin contamination in fermented sorghum-millet beverages // *International Journal of Food Contamination*. 2019. V. 6. № 1. P. 4.
- 14 Peirotén Á., Gaya P., Landete J.M. Application of recombinant lactic acid bacteria and bifidobacteria able to enrich soy beverage in dihydrodaidzein and dihydrogenistein // *Food Research International*. 2020. P. 109257.
- 15 Llamas-Arriba M.G. et al. Functional and Nutritious Beverages Produced by Lactic Acid Bacteria // *Nutrients in Beverages*. 2019. P. 419-465.
- 16 García C., Rendueles M., Díaz M. Liquid-phase food fermentations with microbial consortia involving lactic acid bacteria: A review // *Food Research International*. 2019. V. 119. P. 207-220.
- 17 Aka S. et al. Characterization of lactic acid bacteria isolated from a traditional Ivoirian beer process to develop starter cultures for safe sorghum-based beverages // *International Journal of Food Microbiology*. 2020. V. 322. P. 108547.
- 18 Sadiq F. A. et al. Lactic Acid Bacteria as Antifungal and Anti-Mycotoxigenic Agents: A Comprehensive Review // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2019. V. 18. № 5. P. 1403-1436.
- 19 Saadat Y.R., Khosroushahi A.Y., Gargari B.P. A comprehensive review of anticancer, immunomodulatory and health beneficial effects of the lactic acid bacteria exopolysaccharides // *Carbohydrate polymers*. 2019. V. 217. P. 79-89.

### References

- 1 Borisenko O.A. The minimum nutrient medium for lactic acid bacteria. Actual problems of the beverage industry. 2018. no. 2. pp. 22-24. (in Russian).
- 2 Agafonov G.V., Korotkikh E.A., Novikova I.V., Chusova A.E. Method of obtaining malt extract. Patent RF, no. 2595369, 2016.
- 3 Fakhruddinova I.B. et al. Study of the biochemical properties of triticale. Materials of the XIX international scientific and practical conference. Barnaul, AltSTU Publishing House, 2018. pp. 175. (in Russian).
- 4 Lukin A.A. The use of whey in food technology. Proceedings of the 67th SUSU Scientific Conference. Chelyabinsk, 2015. pp. 523–527. (in Russian).
- 5 Afanasyev V.N., Shevrina E.V. Statistical methodology in the search for food market partners. Bulletin of NSUEM. 2018. no. 1. pp. 86-92. (in Russian).
- 6 Amarowicz R. et al. Antioxidant potential of kvasses. *Bulgarian Chemical Communications*. 2019. vol. 51. pp. 239-244.
- 7 Kolobaeva A.A. et al. Expanding the assortment of fermented beverages at small enterprises. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2020. vol. 422. no. 1. pp. 012083.
- 8 Gambús H. et al. Health benefits of kvass manufactured from rye wholemeal bread. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2019. vol. 2019. pp. 34-39.
- 9 Strak-Graczyk E. et al. Simultaneous saccharification and fermentation of native rye, wheat and triticale starch. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019. vol. 99. no. 11. pp. 4904-4912.
- 10 Makowska A., Waśkiewicz A., Chudy S. Lignans in triticale grain and triticale products. *Journal of Cereal Science*. 2020. pp. 102939.
- 11 Ambriz-Vidal T.N. et al. Potential of Triticale (X Triticosecale Wittmack) Malts for Beer Wort Production. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. 2019. vol. 77. no. 4. pp. 282-286.
- 12 Cioch-Skoneczny M. et al. Impact of triticale malt application on physiochemical composition and profile of volatile compounds in beer. *European Food Research and Technology*. 2019. vol. 245. no. 7. pp. 1431-1437.
- 13 Byakika S. et al. Potential application of lactic acid starters in the reduction of aflatoxin contamination in fermented sorghum-millet beverages. *International Journal of Food Contamination*. 2019. vol. 6. no. 1. pp. 4.
- 14 Peirotén Á., Gaya P., Landete J.M. Application of recombinant lactic acid bacteria and bifidobacteria able to enrich soy beverage in dihydrodaidzein and dihydrogenistein. *Food Research International*. 2020. pp. 109257.
- 15 Llamas-Arriba M.G. et al. Functional and Nutritious Beverages Produced by Lactic Acid Bacteria. *Nutrients in Beverages*. 2019. pp. 419-465.
- 16 García C., Rendueles M., Díaz M. Liquid-phase food fermentations with microbial consortia involving lactic acid bacteria: A review. *Food Research International*. 2019. vol. 119. pp. 207-220.
- 17 Aka S. et al. Characterization of lactic acid bacteria isolated from a traditional Ivoirian beer process to develop starter cultures for safe sorghum-based beverages. *International Journal of Food Microbiology*. 2020. vol. 322. pp. 108547.
- 18 Sadiq F.A. et al. Lactic Acid Bacteria as Antifungal and Anti-Mycotoxigenic Agents: A Comprehensive Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2019. vol. 18. no. 5. pp. 1403-1436.
- 19 Saadat Y.R., Khosroushahi A.Y., Gargari B.P. A comprehensive review of anticancer, immunomodulatory and health beneficial effects of the lactic acid bacteria exopolysaccharides. *Carbohydrate polymers*. 2019. vol. 217. pp. 79-89.

### Сведения об авторах

**Елена А. Коротких** к.т.н., ведущий инженер, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [dobruly@bk.ru](mailto:dobruly@bk.ru)

 <https://orcid.org/0000-0002-5951-7085>

### Information about authors

**Elena A. Korotkikh** Cand. Sci. (Engin.), lead engineer, technology of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [dobruly@bk.ru](mailto:dobruly@bk.ru)

 <https://orcid.org/0000-0002-5951-7085>

**Инна В. Новикова** д.т.н., профессор, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, noviv@list.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2360-5892>

**Геннадий В. Агафонов** д.т.н., профессор, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gvagafonov@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2133-5606>

**Николай В. Коротких** студент, кафедра информационных и управляющих систем, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nikolaj.korotkix.99@mail.ru

**Иван Н. Криваносов** студент, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, krivanosov.ivan51@gmail.com

**Inna V. Novikova** Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, noviv@list.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2360-5892>

**Gennady V. Agafonov** Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, gvagafonov@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-2133-5606>

**Nikolai V. Korotkikh** student, information and control systems department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nikolaj.korotkix.99@mail.ru

**Ivan N. Krivanosov** student, technology of fermentation and sugar production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, krivanosov.ivan51@gmail.com

**Вклад авторов**

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution**

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 17/08/2020	<b>После редакции</b> 25/08/2020	<b>Принята в печать</b> 03/09/2020
<b>Received</b> 17/08/2020	<b>Accepted in revised</b> 25/08/2020	<b>Accepted</b> 03/09/2020