

УДК 663.058

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСТИЛЛЯТОВ

Е. А. Цед, С. В. Волкова, В. А. Новикова, Ю. В. Ивчина, Ж. В. Цынгалева

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. В настоящее время на рынке алкогольных напитков Республики Беларусь наблюдается устойчивая тенденция к увеличению выпуска напитков на основе дистиллятов – виски, бренди, коньяка, рома, настоек и др. Технологии получения дистиллятов предусматривают преимущественно использование зернового (крахмалсодержащего) и сахаросодержащего (фруктово-ягодного, виноградного) сырья. Однако следует отметить, что исследования, направленные на поиск новых перспективных видов сырья для получения дистиллятов, позволят сформировать новую методологическую основу по созданию напитков с уникальными вкусовыми характеристиками, не имеющих аналогов среди другой алкогольной продукции. Данная статья посвящена изучению возможности использования нетрадиционных видов сырья в технологиях получения дистиллятов и, в частности, – молочной сыворотки, являющейся отходом молочного производства, с установлением факторов, определяющих технологические аспекты ее переработки. Научная задача – оценка особенностей протекания биохимических процессов при сбраживании суслу, полученного с использованием пастеризованной молочной сыворотки, в сравнении с традиционным солодовым сусликом, а также исследования органолептических характеристик дистиллятов, полученных на их основе.

Материалы и методы. Объектами исследования являлись: молочная сыворотка пастеризованная (ТУ ВУ 100098867.371), дрожжи сухие спиртовые *Saccharomyces cerevisiae* в соответствии с ТУ РБ 100104781.010-2005, солод светлый ячменный пивоваренный (ГОСТ 29294-2014), сахар-песок (ГОСТ 33222-2015), лепестки суданской розы каркаде (ТУ 9198-002-46951679-2002). Исследования проводили с использованием общепринятых в спиртовом производстве методов исследований (ГОСТ 10840; ГОСТ 30483-97; ГОСТ ISO 520-2014; ГОСТ 13586.5-2015; ГОСТ 10845-98; ГОСТ 10844-74; ГОСТ 31683-2012 и др.).

Результаты. Установлена целесообразность и технологические параметры использования пастеризованной молочной сыворотки в технологиях получения дистиллятов, включающих в себя предварительную обработку молочной сыворотки, корректировку ее химического состава, сбраживание и дистилляцию. Установлено, что суслик на основе молочной сыворотки необходимо предварительно освобождать от коагулируемых белков, препятствующих фракционной перегонке. Сравнительный анализ предлагаемых методов предварительной подготовки молочного суслу показал, что наиболее предпочтительным методом является двукратная термическая обработка при максимальной температуре 96–100 °С с последующей обязательной фильтрацией. Показано, что термическая обработка молочной сыворотки по сравнению с «каркадным способом» характеризуется определенными преимуществами и повышает эффективность процесса брожения суслу на 2 %.

Заключение. Использование молочной сыворотки как сырьевого компонента для получения дистиллята при одновременном улучшении качества позволяет рационализировать ресурсосбережение за счет переработки отходов смежных пищевых производств и расширить линейку национальных алкогольных напитков, получаемых методом дистиляции. Полученные результаты развивают область научно-практических знаний о сырье и технологиях получения дистиллятов с высокими вкусо-ароматическими характеристиками, что будет предопределять получение экономического эффекта для отечественных предприятий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *молочная сыворотка; технология; дистиллят; методы предварительной обработки молочной сыворотки; брожение.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Цед, Е. А. Использование молочной сыворотки в технологиях получения дистиллятов / Е. А. Цед, С. В. Волкова, В. А. Новикова, Ю. В. Ивчина, Ж. В. Цынгалева // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2025. – № 1 (38). – С. 76–86.

USE OF MILK WHEY IN TECHNOLOGIES FOR THE PRODUCTION OF DISTILLATES

E. A. Tsed, S. V. Volkova, V. A. Novikova, Yu. V. Ivchina, Zh. V. Tsingaleva

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies

ABSTRACT

Introduction. Currently, there is a steady trend in the alcoholic beverage market in the Republic of Belarus towards increasing the production of beverages based on distillates, such as whiskey, brandy, cognac, rum, tincture, etc. Distillates production technologies primarily involve the use of grain (starch-containing) and sugar-containing (fruit and berry, grape) raw materials. However, it should be noted that the research aimed at identifying new promising types of raw materials for producing distillates will enable the development of a new methodological basis for creating beverages with unique flavour characteristics unmatched by any other alcoholic products. This article is dedicated to studying the possibility of using non-traditional raw materials in distillate production technologies, particularly whey – a by-product of dairy production, focusing on identifying the factors that determine the technological aspects of its processing. The scientific objective is to evaluate the characteristics of biochemical processes during the fermentation of wort obtained using pasteurized whey compared to traditional malt wort, as well as to investigate the organoleptic characteristics of distillates produced from these substrates.

Materials and methods. The objects of the study were: pasteurized milk whey (TU BY 100098867.371), dry alcohol yeast *Saccharomyces cerevisiae* in accordance with TU RB 100104781.010-2005, pale barley brewing malt (GOST 29294-2014), granulated sugar (GOST 33222-2015), hibiscus (Sudan rose/karkade) petals (TU 9198-002-46951679-2002). The studies were carried out using generally accepted research methods in alcohol production (GOST 10840; GOST 30483-97; GOST ISO 520-2014; GOST 13586.5-2015; GOST 10845-98; GOST 10844-74; GOST 31683-2012, etc.).

Results. The feasibility and technological parameters for the use of pasteurized milk whey in distillate production technologies, including preliminary whey processing, adjustment of its chemical composition, fermentation, and distillation, were established. It was determined that wort based on milk whey must be pretreated to remove coagulable proteins that hinder fractional distillation. A comparative analysis of the proposed methods for preliminary preparation of milk wort showed that the most preferable method is double thermal treatment at a maximum temperature of 96–100 °C followed by mandatory filtration. It was demonstrated that thermal treatment of milk whey, compared to the "hibiscus" method, has certain advantages and increases the efficiency of wort fermentation by 2 %.

Conclusion. The use of milk whey as a raw material component for distillate production improves product quality and enhances resource conservation by utilizing by-products from related food industries. This approach also broadens the range of national alcoholic beverages produced by distillation. The results obtained contribute to the scientific and practical knowledge of raw materials and technologies for producing distillates with high flavour and aroma characteristics, which will ensure economic benefits for domestic enterprises.

KEY WORDS: *whey; technology; distillate; methods of preliminary processing of whey; fermentation.*

FOR CITATION: Tsed, E. A. Use of milk whey in technologies for the production of distillates / E. A. Tsed, S. V. Volkova, V. A. Novikova, Yu. V. Ivchina, Zh. V. Tsingaleva // Bulletin of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2025. – №. 1 (38). – P. 76–86.

ВВЕДЕНИЕ

Современная трактовка термина «дистиллят» подразумевает под собой алкогольную продукцию крепостью более 52 % об., получаемую методом простой или фракционной перегонки сброженного сусла, и в последующем применяемую для производства алкогольной и винодельческой продукции [1]. В зависимости от применяемых видов сырья дистилляты имеют дифференцированное назначение: «дистиллят зерновой», «дистиллят фруктовый», «дистиллят коньячный», «дистиллят медовый», «дистиллят ромовый»,

«дистиллят яблочный выдержанный», «дистиллят виски», «дистиллят винный» [2–5]. Кроме того, классификационным признаком является также продолжительность выдержки дистиллята в контакте с древесиной дуба, например, «дистиллят винный выдержанный для бренди» [6].

В настоящее время исследователи уделяют достаточно много внимания совершенствованию методологических подходов к разработке технологий получения дистиллятов и оценке их качества. Так, авторы Егорова Е. Ю. и др. [7] предлагают систематизировать дистилляты по принципу компонентности их состава на четыре группы. Первая группа – это «чистые дистилляты», к которым относятся зерновые виски и водка. Вторая группа – это фруктовые, виноградные, агавовые дистилляты, а также дистилляты из сахарного тростника, на основе которых производят такие алкогольные напитки, как бренди, коньяк, чача, ром, касаша и другие. Третья группа – это «приправленные дистилляты» – можжевеловые, тминовые, анисовые, получаемые с использованием специфического пряно-ароматического сырья, и используемые для получения джина, абсентов, настоек. Четвертая группа – это «многоосновные дистилляты», служащие для получения бальзамов, биттеров, ликеров. Однако в отношении группы «многоосновные дистилляты» требуются уточнения роли процесса перегонки в производстве данных напитков. Это связано с тем, что технология получения бальзамов, биттеров, ликеров основывается на использовании полупродуктов – настоев и морсов – получаемых методом экстракции вкусо-ароматического сырья, а не перегонки [8–10]. Таким образом, разноплановый сенсорный вкусо-ароматический профиль дистиллятов и напитков на их основе формируется за счет применения широкого спектра разнообразных видов сырья, преимущественно растительного происхождения, и технологических приемов, что в совокупности обеспечивает перечень требуемых потребительских свойств и показателей качества данной группы продуктов.

Для расширения технологических возможностей получения дистиллятов с целенаправленно заданными свойствами и новыми органолептическими характеристиками необходимо проведение исследований, направленных на установление факторов эффективности модификаций базовых технологий, реализация которых позволит развить систему управления биохимическими и физико-химическими процессами производственного цикла, которая будет встроена в общую методологическую базу получения дистиллятов.

Одним из таких факторов может являться область исследований, касающаяся изыскания возможности переработки вторичных ресурсов пищевого назначения с целью решение вопросов ресурсосбережения и получения товарного продукта, обладающего целевыми характеристиками. К таким ресурсам можно отнести молочную сыворотку, которая образуется при производстве различных молочных продуктов – сыра, творога, казеина и др. Количество производимой молочной сыворотки оценивается примерно в $180\text{--}190 \times 10^6$ тонн/год, из которых перерабатывается не более 50 % [11–13]. Наличие в сыворотке широкого спектра химических веществ, в том числе обладающих биологической ценностью, таких как: сывороточные белки (до 14 %), углеводы (лактоза – до 70 %), минеральные вещества (до 7,7 %, в том числе NaCl, KCl, $\text{K}(\text{H}_2\text{PO}_4)$, $\text{K}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)$, MgHPO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CaCl_2 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 и т. д.), липиды (до 5,7 %), другие вещества (0,9 %), предполагает ее использование для получения других пищевых продуктов, например, напитков разной функциональной направленности [11–18]. Это свидетельствует о высокой питательной ценности молочной сыворотки, ее ресурсных свойствах как вторичного продукта. Таким образом, молочная сыворотка с позиции возможного сырьевого компонента для получения дистиллятов обладает многофункциональным – азотистым, углеводным, липидным, минеральным – составом, предопределяющим возможность развития дрожжевых клеток и осуществление ими процессов спиртового брожения.

Цель данного исследования – установление целесообразности использования молочной

сыворотки в технологиях получения дистиллятов и исследование факторов, определяющих технологические возможности ее переработки.

Научная задача – изучение физико-химических и биохимических процессов при получении дистиллятов на основе пастеризованной молочной сыворотки и сравнение их с процессами, протекающими при использовании традиционного для производства дистиллятов солодового сусла.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Научно-исследовательская работа проводилась в учреждении образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» на кафедре технологии пищевых производств. В качестве объектов исследования служили следующие виды сырья: пастеризованная подсырная несоленая молочная сыворотка (ГОСТ 53438), выработанная на ОАО «Бабушкина крынка» (далее молочная сыворотка); солод ячменный пивоваренный светлый производства ОАО «Белсолод» (ГОСТ 29294) (далее ячменный солод); дрожжи сухие спиртовые *Saccharomyces cerevisiae* (ТУ.ВУ 100104781.010) (далее дрожжи); сахар-песок (ГОСТ 33222); лепестки суданской розы каркаде сушёные в соответствии с ТУ 9198-002-46951679 (далее каркаде) [19–21].

В работе были использованы специализированные физико-химические, микробиологические и биохимические методы исследований, в том числе общепринятые в молочной и спиртовой отраслях. Определение органолептических показателей, массовой доли сухих веществ, лактозы, кислотности в молочной сыворотке по ГОСТ 33957; содержание белков по ГОСТ 34536; содержание молочной кислоты спектрофотометрическим методом, содержание золы по ГОСТ 56833 [22–25].

Определение органолептических показателей, массовой доли примесей, экстракта, кислотности, продолжительности осахаривания, амилалитической активности в ячменном солоде по ГОСТ 29294 [20]. Определение концентрации этилового спирта, содержание видимой концентрации сухих веществ в зрелой бражке по ГОСТ 12787 [26], определение массовой доли сухих веществ в сусле, общего содержания растворимых сбраживаемых углеводов, содержание аминного азота, титруемой и активной кислотности, степени сбраживания по [27]. Статистическую обработку результатов исследования и формирование базы данных с результатами исследований проводили с использованием программы MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для выявления возможности использования молочной сыворотки в технологиях получения дистиллятов были проведены исследования по определению показателей ее качества, результаты которых представлены в таблице 1.

Как следует из полученных экспериментальных данных, исследуемая молочная сыворотка характеризуется гетерогенным биохимическим составом, включающим в себя белки, углеводы, органические кислоты и минеральные вещества, а также соответствует нормативным показателям качества и ее возможно использовать в планируемых исследованиях.

Аналогичным образом была проведена оценка показателей качества ячменного солода, результаты которой представлены в таблице 2.

Анализ полученных данных свидетельствуют о высоких показателях качества исследуемого солода и возможности его применения в планируемых исследованиях.

На следующем этапе работы исследуемые виды сырья использовали для получения сусла как одного из основных технологических компонентов производства дистиллятов, используемого затем для сбраживания и выделения летучей фракции.

Табл. 1. Показатели качества молочной сыворотки, используемой для получения дистиллятов**Table 1.** Quality indicators of dairy products used to obtain distillates

Наименование показателей	Молочная сыворотка пастеризованная	
	Требования ГОСТ 53438	Исследуемый образец молочной сыворотки
Внешний вид и консистенция	Однородная жидкость. Допускается наличие белкового осадка	Однородная жидкость. Без осадка
Цвет	Бледно-зеленый	Бледно-зеленый
Вкус и запах	Свойственный молочной сыворотке, сладковатый	Свойственный молочной сыворотке, сладковатый
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	5,6	6,2±0,3
Массовая доля лактозы, %, не менее	4,0	4,8±0,24
Кислотность, °Т, не более	20	5,4±0,27
Активная кислотность (рН), не более	6,0	4,47±0,22
Содержание золы, %	-	0,3±0,015
Содержание белков, %	-	0,7±0,035
Молочная кислота, %	-	0,1±0,005

Табл. 2. Показатели качества ячменного солода, используемого для получения традиционного сусла для дистиллятов**Table 2.** Quality indicators of barley malt used to obtain traditional wort for distillates

Наименование показателей	Солод светлый ячменный пивоваренный	
	Требования ГОСТ 29294	Солод ячменный светлый пивоваренный
Внешний вид	Однородная зерновая масса, не содержащая плесневых зерен и вредителей	Однородная зерновая масса, не содержащая плесневых зерен и вредителей
Цвет	От светло-желтого до желтого	Светло-желтый
Вкус	Солодовый, сладковатый	Солодовый, сладковатый
Запах	Солодовый	Солодовый
Массовая доля сорной примеси, %, не более	0,3–0,5	–
Массовая доля экстракта в сухом веществе солода тонкого помола, %, не менее	76,0–79,0	79,0±3,9
Продолжительность осахаривания, мин, не более	15–25	15
Кислотность, к. ед.	0,9–1,3	1,1±0,05
Амилолитическая активность по методу Виндиша-Кольбаха, ед/г	240–260	337,5±16,9

Традиционное солодовое сусло для получения дистиллятов, являющееся контрольным образцом, готовили настойным способом следующим образом. Фракционно дробленный

ячменный солод смешивали с водой в соотношении солод:вода – 1:4, после чего последовательно осуществляли нагрев затора при заданных фиксированных температурах и осуществляли его выдержку по следующей схеме:

- первая пауза: $(47 \pm 0,5)^\circ\text{C}$, продолжительность выдержки – 30 мин;
- вторая пауза: $(52 \pm 0,5)^\circ\text{C}$, продолжительность выдержки – 30 мин;
- третья пауза: $(62 \pm 0,5)^\circ\text{C}$, продолжительность выдержки – 90 мин;
- четвертая пауза: $(70 \pm 0,5)^\circ\text{C}$, продолжительность выдержки – 40 мин;
- пятая пауза: $(78 \pm 0,5)^\circ\text{C}$, продолжительность выдержки – 30 мин.

Полноту осахаривания определяли по йодной пробе. После чего полученное солодовое сусло охлаждали до комнатной температуры $24\text{--}25^\circ\text{C}$ и определяли в нем следующие показатели качества: массовую долю сухих веществ, активную и титруемую кислотность, массовую концентрацию растворимых сбраживаемых углеводов, содержание аминного азота (таблица 3).

Сусло на основе молочной сыворотки готовили следующим образом. Вначале молочную сыворотку нагревали до температуры $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ и при этой температуре вносили расчетное количество сахара-песка для достижения содержания сухих веществ в готовом сусле $(20 \pm 0,1)\%$. При постоянном перемешивании сусло выдерживали в течение 10 мин до полного растворения сахара, после чего его подвергали термической обработке при температуре $(70 \pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 15 мин. Затем молочное сусло охлаждали до комнатной температуры $24\text{--}25^\circ\text{C}$ и определяли в нем показатели качества, аналогичные солодовому суслу. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Как свидетельствуют полученные результаты, химический состав и показатели качества двух разных по происхождению видов сусла существенно отличаются. Молочное сусло характеризуется более высокой титруемой кислотностью и более низким значением pH (соответственно 5,2 и 4,7 град) в сравнении с солодовым суслом (1,55 и 5,5 град). Однако в солодовом сусле отмечено более высокое (на 9 %) содержание растворимых сбраживаемых углеводов и на 20 % аминного азота.

Табл. 3. Сравнительный анализ молочного и солодового сусла, используемого для получения дистиллятов

Table 3. Comparative analysis of milk and malt wort used to obtain distillates

Наименование показателя	Значение	
	Молочное сусло	Солодовое сусло
Массовая доля сухих веществ, %	$20,0 \pm 1,0$	$20,0 \pm 1,0$
Массовая концентрация растворимых сбраживаемых углеводов, г/100 см ³	$15,2 \pm 0,76$	$16,6 \pm 0,83$
Активная кислотность (pH)	4,7	5,5
Титруемая кислотность, град	$5,2 \pm 0,2$	$1,55 \pm 0,1$
Содержание аминного азота, мг/100 см ³	$13,5 \pm 0,67$	$16,24 \pm 0,81$

Таким образом, можно сделать вывод о том, что исследуемые образцы сусла характеризуются многокомпонентным химическим составом и содержат все необходимые для жизнедеятельности дрожжевых клеток питательные вещества.

Следующий этап данной научной работы был посвящен исследованиям биохимических

процессов, протекающих при сбраживании исследуемых образцов сусла. Для этого в образцы молочного и солодового сусла вносили предварительно подготовленную разводку дрожжей р. *Saccharomyces cerevisiae* с титром $6,5 \times 10^8$, в концентрации 10 % от объема сусла. Процесс брожения осуществляли в течение 7 суток при температуре $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$. Результативность процесса брожения представлена в таблице 4.

Как следует из полученных экспериментальных данных, химический состав исходного сусла предопределяет динамику процесса брожения. Установлено, что скорость спиртового брожения и образования летучей фракции существенно превалирует в солодовом сусле, что выражалось в накоплении высокой концентрации этанола на 3 сутки брожения и составляло $(8,6 \pm 0,43) \%$ об. В молочной бражке максимальное содержание этилового спирта $(9,4 \pm 0,47) \%$ об. наблюдалось только к концу 7 суток брожения. Степень сбраживания, характеризующая эффективность процесса брожения и бродильную активность применяемых дрожжей, косвенно свидетельствует о различной степени благоприятности питательной среды для их жизнедеятельности. Однако более высокое – на 4 % – количественное содержание этанола в молочной бражке по сравнению с солодовой бражкой, свидетельствует о принципиальной возможности применения молочной сыворотки для получения дистиллятов. Можно сделать вывод о том, что, несмотря на тот факт, что молочное сусло является не совсем благоприятной питательной средой для развития дрожжевых клеток *Saccharomyces cerevisiae* за счет содержания несбраживаемого углевода лактозы, однако наличие в ней других компонентов, например, минеральных веществ, органических кислот, аминокислот, позволяет микроорганизмам-источникам брожения поддержать свой метаболизм и обеспечить процесс спиртообразования в бражке.

Табл. 4. Сравнительный анализ процесса брожения молочного и солодового сусла, используемого для получения дистиллятов

Table 4. Comparative analysis of the fermentation process of milk and malt wort used to obtain distillates

Наименование показателя	Значение	
	Молочное сусло	Солодовое сусло
<i>Продолжительность процесса брожения – 1 сут</i>		
Объемная доля этилового спирта, % об.	$1,4 \pm 0,07$	$2,2 \pm 0,1$
Видимая концентрация сухих веществ, %	$18,6 \pm 0,93$	$16,5 \pm 0,8$
Активная кислотность (pH)	4,7	5,0
Титруемая кислотность, град	$5,1 \pm 0,3$	$1,6 \pm 0,1$
Степень сбраживания (видимая), %	7,0	17,5
<i>Продолжительность процесса брожения – 3 сут</i>		
Объемная доля этилового спирта, % об.	$4,4 \pm 0,2$	$8,6 \pm 0,43$
Видимая концентрация сухих веществ, %	$14,7 \pm 0,7$	$4,2 \pm 0,2$
Активная кислотность (pH)	4,4	4,6
Титруемая кислотность, град	$5,75 \pm 0,3$	$2,4 \pm 0,1$
Степень сбраживания (видимая), %	26,5	79,0
<i>Продолжительность процесса брожения – 7 сут</i>		
Объемная доля этилового спирта, % об.	$9,4 \pm 0,47$	$9,0 \pm 0,45$
Видимая концентрация сухих веществ, %	$3,8 \pm 0,2$	$3,4 \pm 0,2$
Активная кислотность (pH)	3,9	4,4
Титруемая кислотность, град	$6,3 \pm 0,3$	$3,7 \pm 0,2$
Степень сбраживания (видимая), %	81,0	83,0

После окончания процесса брожения исследуемые молочную и солодовую зрелые бражки подвергали процессу однократной перегонки с целью установления возможности фракционирования летучих компонентов сброженного сусла. Однако в случае перегонки молочной бражки данный процесс осуществить не удалось за счет интенсивного

пенообразования, вызываемого термическим воздействием на перегоняемую многокомпонентную смесь.

В связи с этим потребовались исследования, направленные на разработку технологических мероприятий, способных снизить процесс пенообразования в сброженной среде на основе молочной сыворотки. Общеизвестно, что пенообразующие свойства сывороточных белков, содержащихся в молочной сыворотке, возможно регулировать при помощи различных способов – ферментативного воздействия, электролитной коагуляции и др. [27, 28]. Нами были проведены исследования по выбору способа предварительной обработки молочного сусла с целью уменьшения в нем содержания коагулируемых белков, участвующих в пенообразовании продуктов с коллоидной структурой. Для выявления возможности изменения дисперсионной структуры сусла на основе молочной сыворотки было выбрано два способа:

- «каркадный способ»;
- «термический способ».

Сущность «каркадного способа» заключается в использовании настоя, приготовленного из лепестков растения каркаде, с последующим внесением его в молочное сусло. Высокая кислотность настоя каркаде вызывает коагуляцию белков молочной сыворотки и тем самым снижает пенообразующую способность молочного сусла. Технологический режим приготовления молочного сусла с использованием вышеуказанного способа предусматривал: нагрев молочной сыворотки до температуры $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$, внесение настоя каркаде и расчетного количества сахара-песка для достижения содержания сухих веществ в готовом сусле $(22 \pm 0,1)\%$, термическую обработку при температуре $(70 \pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 25 мин, фильтрацию и охлаждение готового сусла до температуры $24\text{--}25^\circ\text{C}$.

«Термический способ» включал в себя: первый нагрев молочной сыворотки до температуры $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$, внесение расчетного количества сахара-песка для достижения содержания сухих веществ в готовом сусле $(22 \pm 0,1)\%$, второй нагрев при температуре $(98 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 15 мин, фильтрацию и охлаждение готового сусла до температуры $24\text{--}25^\circ\text{C}$. Показатели качества образцов молочного сусла и зрелой бражки в зависимости от способа предварительной обработки молочной сыворотки представлены в таблице 5.

Табл. 5. Сравнительный анализ влияния способа предварительной обработки молочной сыворотки на показатели качества молочного сусла и зрелой бражки

Table 5. Comparative analysis of the influence of the method of preliminary treatment of milk whey on the quality indicators of milk wort and mature mash

Наименование показателя	Значение	
	Молочное сусло, полученное с использованием «каркадного способа»	Молочное сусло, полученное с использованием «термического способа»
<i>Показатели качества молочного сусла</i>		
Массовая доля сухих веществ, %	$22,0 \pm 1,0$	$22,0 \pm 1,0$
Массовая концентрация растворимых сбраживаемых углеводов, г/100 см ³	$17,0 \pm 0,87$	$17,5 \pm 0,85$
Активная кислотность (pH)	4,4	4,6
Титруемая кислотность, град	$5,6 \pm 0,28$	$5,4 \pm 0,27$
Содержание аминного азота, мг/100 см ³	$12,8 \pm 0,64$	$12,2 \pm 0,60$

Продолжение табл. 5.

<i>Показатели качества зрелой бражки (7 сутки брожения)</i>		
Объемная доля этилового спирта, % об.	10,0±0,5	10,2±0,52
Видимая концентрация сухих веществ, %	3,6±0,18	3,4±0,17
Активная кислотность (pH)	3,8	3,8
Титруемая кислотность, град	6,5±0,3	6,2±0,3
Степень сбраживания (видимая), %	83	84

Как свидетельствуют полученные экспериментальные данные, применение предварительной обработки молочного сусла с использованием «термического способа» в сочетании с повышением осмотического давления исследуемой питательной среды обеспечивает более высокую эффективность процесса брожения молочного сусла (степень сбраживания составила 84 %) и образование этанола – (10,4±0,52) % об. по сравнению с «каркадным способом». Более того, оба исследуемых способа позволяют снизить пенообразование при первичной перегонке и обеспечить получение дистиллята в объеме 60 % от первоначального объема зрелой бражки. Однако учитывая более высокое – на 2 % – количественное содержание этанола в молочной бражке, полученной с двукратной предварительной термической обработкой, «термический способ» был определен предпочтительным. Органолептическая оценка исследуемых образцов дистиллятов показала, что для них характерен очень мягкий вкус, умеренный спиртовой тон при полном отсутствии послевкуся.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные экспериментальные исследования позволили установить возможность и целесообразность использования подсырной сладкой молочной сыворотки в технологиях получения дистиллятов с высокими органолептическими характеристиками, что обеспечивает эффект ресурсосбережения при производстве алкогольной продукции и повышает экологичность производства в целом. Установлено, что использование молочной сыворотки возможно только при условии предварительной ее обработки, позволяющей уменьшить пенообразование молочной бражки при перегонке (таблица 5).

Предложено два способа по корректировке коллоидной системы сбраживаемого сусла: «каркадный способ» и «термический способ». Полученные результаты развивают область научно-практических знаний о сырье и технологиях получения дистиллятов с высокими вкусо-ароматическими характеристиками, что будет предопределять получение экономического эффекта для отечественных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Технология и оборудование для производства спирта и ликеро-водочных изделий: в 2 ч. Ч. 1. Производство спирта: пособие / В. А. Шаршунов, Е. А. Цед, Л. М. Кучерявый, А. В. Киркор – Минск: Мисанта, 2013. – 783 с.
- 2 ГОСТ Р 55299–2012. Продукция алкогольная. Напитки спиртные из зернового сырья, получаемые методом дистилляции. Общие технические условия. – Введ. 2014–01–01. – М.: Стандартиформ, 2014. – II, 6 с.
- 3 ГОСТ Р 55799–2013. Дистиллят зерновой. Технические условия. – Введ. 2015–07–01. – М.: Стандартиформ, 2014. – II, 6 с.
- 4 ГОСТ 31728–2012. Дистилляты коньячные. Технические условия. – Введ. 2013–07–01. – М.: Стандартиформ, 2013. – II, 5 с.
- 5 ГОСТ 31493–2012 Дистиллят винный. Технические условия. – Введен впервые. – Введ. 2012-11-29. – Российская Федерация: Госстандарт, 2012. – 13 с.
- 6 Технический регламент о безопасности алкогольной продукции. – ТР ЕАЭС 047/2018. Принят решением Комиссии Таможенного союза от 5 декабря 2018 года № 98. – 83 с.
- 7 Егорова, Е. Ю. Методические подходы к разработке и оценке качества новых напитков группы «дистилляты». Часть 1. Разработка технологии нового напитка / Е. Ю. Егорова, Ю. В. Мороженко // Ползуновский вестник. – 2016. – № 3. – С. 4–8.

- 8 Егорова, Е. Ю. Производство бальзамов и сиропов // Е. Ю. Егорова, М. Н. Школьников, М. В. Гернет и др. – СПб: ИД «Профессия», 2011. – 408 с.
- 9 Благоднарова, М. В. Разработка бальзама на основе спиртованных настоев из дикоросов Камчатского края / М. В. Благоднарова // Вестник Камчат ГТУ. – 2020. – №53. – С. 25–36.
- 10 Аверьянова, Е. В. Формирование вкусо-ароматического комплекса концентрированных основ в производстве бальзамов / Е. В. Аверьянова, М. Н. Школьников // Пиво и напитки. – 2006. – № 4. – С. 70–72.
- 11 Крашенинин, П. Ф. Молочная сыворотка и направления ее рационального использования / П. Ф. Крашенинин, Н. Н. Липатов, А. Г. Храмов, В. Н. Сергеев // Обзорная информация – Москва: АгроНИИТЭИММП. – 1992. – 40 с.
- 12 Baldasso, C. Concentration and purification of whey proteins by ultrafiltration / C. Baldasso, T. C. Barros, I. C. Tessaro // Desalination – 2011. – vol. 278. – P. 381.
- 13 Паладий, И. В. Молочная сыворотка: обзор работ. Часть 1. Классификация, состав, свойства, производные, применение / И. В. Паладий, Е. Г. Врабие, К. Г. Спринчан, М. К. Болога // Институт прикладной физики (Молдова). – Электронная обработка материалов – 2021. – № 57 (1). – С. 52–69.
- 14 Сабирова, Н. К. Исследование содержания микроэлементов в молочной сыворотке / Н. К. Сабирова, Г. З. Джахангирова // Universum: технические науки: электронный научный журнал – 2025. – №1 (130). – С. 32–35.
- 15 Габриелян, Д. И. Экономическая эффективность производства напитков с использованием молочной сыворотки / Д. И. Габриелян // Молочнохозяйственный вестник. – 2013. – № 2 (10). – С. 25–29.
- 16 Брыкалов, А. В. Разработка технологии напитков на основе молочной сыворотки, обогащенных фитокомпонентами / А. В. Брыкалов // КубГАУ. – 2014. – № 98. – С. 1–12.
- 17 Кузнецова, Т. А. Использование творожной сыворотки в технологии слабоалкогольных напитков брожения / Т. А. Кузнецова, О. Б. Иванченко // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 12. – С. 152–159.
- 18 Колотий, Т. Б. Напитки на основе молочной сыворотки с использованием сиропов из фруктов дикорастущих растений / Т. Б. Колотий, З. С. Коваленко // Новые технологии. – 2021. Т. 17. – № 2. – С. 33–39.
- 19 ГОСТ 53438-2009. Сыворотка молочная. Технические условия. – Введ. 2011.01.01 – М.: Стандартинформ, 2015. – 11 с.
- 20 ГОСТ 29294-2014. Солод пивоваренный. Технические условия. – Введ. 01.10.2016 – М.: Стандартинформ, 2016. – 28 с.
- 21 ГОСТ 33222-2015. Сахар белый. Технические условия. – Введ. 2016.07.01 – М.: Стандартинформ, 2015. – 19 с.
- 22 ГОСТ 33957-2016. Сыворотка молочная и напитки на ее основе. Правила приемки, отбор проб и методы контроля. – Введ. 2016.11.30 – М.: Стандартинформ, 2016. – 19 с.
- 23 ГОСТ 34536-2019. Определение массовой доли сывороточных белков методом Кьельдаля. – Введ. 2020.07.01 – М.: Стандартинформ, 2019. – 12 с.
- 24 Борщевская, Л. Н. Спектрофотометрическое определение молочной кислоты / Л. Н. Борщевская, Т. Л. Гордеева, А. Н. Калинина, С. П. Синевский // Журнал аналитической химии. – 2016. – том 71, № 8. – С. 787–790.
- 25 ГОСТ 56833-2015. Сыворотка молочная деминерализованная. – Введ. 2015.12.21 – М.: Стандартинформ, 2016. – 24 с.
- 26 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения объемной доли этилового спирта: ГОСТ 32095-2013. – Введ. 01.03.2016 – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – 2016. – 8 с.
- 27 Инструкция по теххимическому и микробиологическому контролю спиртового производства / И. М. Абрамова, Г. В. Полягина, В. А. Поляков, Л. В. Римарева. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 480 с.
- 28 Остроумова, Т. Л. Влияние белковых веществ на пенообразующие свойства молока / Т. Л. Остроумова, А. Ю. Просеков // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2007. – № 2. – С. 43–46.
- 29 Михнева, В. А. Эффективный способ переработки молочных сывороток / В. А. Михнева, М. С. Золотарева, А. С. Бессонов и др. // Молочная промышленность. – 2011. – № 1. – С. 25–26.

Поступила в редакцию 15.07.2025 г.

ОБ АВТОРАХ:

Елена Алексеевна Цед, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: tshedelena@inbox.ru

Светлана Владимировна Волкова, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: svetlana08@mail.ru.

Виктория Александровна Новикова, аспирант, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: Vik_toria_93@mail.ru.

Юлия Владимировна Ивчина, аспирант, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: Ivchina_julia90@mail.ru.

Жанна Викторовна Цынгалева, студент, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий.

ABOUT AUTHORS:

Elena A. Tsed – Doctor of Technical Sciences, professor, Head of the Department of Food Production Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: tsedelena@inbox.ru

Svetlana V. Volkova – Candidate of technical sciences, associate professor of the department of food production technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: svetlana08@mail.ru.

Victoria A. Novikova – postgraduate student, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: Vik_toria_93@mail.ru.

Yulia V. Ivchina – postgraduate student, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: Ivchina_julia90@mail.ru.

Zhanna V. Tsyngaleva, Student, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies.