

Научная статья

УДК 637.344.8

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-212-220

Алена Николаевна Гаврилова¹, Анна Викторовна Борисова^{2✉}

^{1,2}Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

¹ samleyka@yandex.ru

² anna_borisova_63@mail.ru

РАЗРАБОТКА ФЕРМЕНТИРОВАННОГО СЫВОРОТОЧНОГО НАПИТКА С ДОБАВЛЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Цель исследования – разработка ферментированного сывороточного напитка с добавлением растительного сырья (плодов боярышника, калины, облепихи и шиповника). Объектами исследования служили: молочная сыворотка; плоды шиповника, облепихи, калины и боярышника; закваска на чистых культурах молочнокислых микроорганизмов, состоящая из штаммов *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, штаммы № 5е, № 3е, № 20Т, № 336, № 22н5. При определении химического состава и физико-химических свойств плодов проверяли кислотность по ГОСТ ISO750-2013, сухие вещества – по ГОСТ 28561-906, сахар – по ГОСТ 8756.13-87, растворимые сухие вещества определяли по рефрактометру (ГОСТ ISO 2173-2013). По ГОСТ 6687.5-86 определяли органолептические показатели ферментированных кисломолочных напитков. Представлен способ производства ферментированных сывороточных напитков с добавлением растительного сырья. Разработаны четыре рецептуры ферментированных сывороточных напитков: первая рецептура – с плодами боярышника, вторая – с плодами шиповника, третья – с плодами шиповника и калины, четвертая – с плодами шиповника и облепихи. Все используемое сырье было исследовано на содержание функциональных ингредиентов (витамин С, пищевые волокна). Опытным путем были подобраны оптимальные условия экстрагирования плодов молочной сыворотки и разработана технология напитка, которая включает в себя следующие стадии: очистка и измельчение растительного сырья, экстрагирование молочной сывороткой при температуре 100 °С без выдержки, охлаждение до температуры заквашивания полученного экстракта до 40 °С, внесение закваски, сквашивание при температуре 40 °С. В первой разработанной рецептуре титруемая кислотность при сквашивании достигала 71 °Т; во второй – 90; в третьей – 150; в четвертой – 136 °Т. При дегустационной оценке удалось выявить наиболее удачно разработанные рецептуры ферментированного сывороточного напитка. Разработанные рецептуры ферментированных кисломолочных напитков с добавлением растительного сырья позволят решить проблему утилизации ценного продукта – молочной сыворотки и увеличить ассортимент функциональных напитков, полезных для человека.

Ключевые слова: молочная сыворотка, сывороточные напитки, шиповник, облепиха, боярышник, калина, физико-химические показатели, рецептура, ферментированный сывороточный напиток

Для цитирования: Гаврилова А.Н., Борисова А.В. Разработка ферментированного сывороточного напитка с добавлением растительного сырья // Вестник КрасГАУ. 2022. № 1. С. 212–220. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-212-220.

Alena Nikolaevna Gavrilo¹, Anna Viktorovna Borisova²✉

^{1,2}Samara State Technical University, Samara, Russia

¹ samleyka@yandex.ru

² anna_borisova_63@mail.ru

DEVELOPING A FERMENTED WHEY DRINK WITH VEGETABLE RAW MATERIALS ADDITION

*The aim of research is to develop a fermented whey drink with the addition of plant materials (hawthorn, viburnum, sea buckthorn and rose hips). The objects of the study were: milk serum; rose hips, sea buckthorn, viburnum and hawthorn; starter culture on pure cultures of lactic acid microorganisms, consisting of strains of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, strains No. 5e, No. 3e, No. 20T, No. 336, No. 22n5. When determining the chemical composition and physicochemical properties of the fruits, acidity was checked according to GOST ISO750-2013, dry substances – according to GOST 28561-906, sugar – according to GOST 8756.13-87, soluble solids were determined – according to a refractometer (GOST ISO 2173-2013). According to GOST 6687.5-86, the organoleptic characteristics of fermented cultured milk drinks were determined. A method for the production of fermented whey drinks with the addition of plant raw materials is presented. Four formulations of fermented whey drinks have been developed: the first formulation – with hawthorn fruits, the second – with rose hips, the third – with rose hips and viburnum, and the fourth – with rose hips and sea buckthorn fruits. All raw materials used were tested for the content of functional ingredients (vitamin C, dietary fiber). Empirically, the optimal conditions for the extraction of the fruits of milk whey were selected and the technology of the drink was developed, which includes the following stages: cleaning and grinding of plant raw materials, extraction with milk whey at a temperature of 100 °C without aging, cooling to the fermentation temperature of the obtained extract up to 40 °C, sourdough addition, fermentation at a temperature of 40 °C. In the first formulation developed, the titratable acidity during fermentation reached 71 °T; in the second – 90; in the third – 150; in the fourth – 136 °T. The tasting evaluation revealed the most successfully developed formulations of the fermented whey drink. The developed formulations of fermented cultured milk drinks with the addition of plant raw materials will solve the problem of utilizing a valuable product – milk whey and increase the range of functional drinks useful for humans.*

Keywords: milk whey, whey drinks, rosehip, sea buckthorn, hawthorn, viburnum, physico-chemical parameters, formulation, fermented whey drink

For citation: Gavrilo¹ A.N., Borisova A.V. Developing a fermented whey drink with vegetable raw materials addition // Bulliten KrasSAU. 2022;(1):212–220. (In Russ.)

Введение. Молочная сыворотка является естественным побочным продуктом при производстве сыров, творога, молочно-белковых концентратов и по современной классификации может быть отнесена к вторичным сырьевым ресурсам молочной промышленности. В настоящее время нормы выхода (с учетом предельно допустимых потерь) молочной сыворотки в зависимости от вида вырабатываемого продукта (сыры, брынза, творог, казеин) составляют до 90 % от перерабатываемого сырья [1]. Молочная сыворотка по своему составу, пищевой и биологической ценности относится к ценнейшему сырью, так как является продуктом с естественным набором жизненно важных соеди-

нений: лактозы, белковых веществ, минеральных соединений, молочного жира, витаминов [2]. Органические кислоты представлены молочной, лимонной, уксусной, муравьиной, пропионовой, масляной и другими. В то же время содержание витаминов в сыворотке подвержено значительным колебаниям и в процессе хранения резко снижается. Для улучшения вкуса и повышения пищевой и биологической ценности молочной сыворотки используют ее биологическую обработку (обычно сквашивание) и внесение наполнителей – растительное масло, ароматические вещества и стабилизаторы, углеводы, натуральные соки [3, 4].

Практически отсутствуют напитки на основе молочной сыворотки с мякотью из овощного, плодово-ягодного сырья как источника пищевых волокон. Самарская область очень богата сезонными и полезными плодами, которые являются перспективным наполнителем для молочных напитков.

Цель исследования – разработка ферментированного сывороточного напитка с добавлением растительного сырья (плодов боярышника, калины, облепихи и шиповника).

Задачи: определить влияние плодов на органолептические показатели разрабатываемого кисломолочного напитка; опытным путем оптимизировать рецептурный состав разрабатываемого кисломолочного напитка; экспериментально подобрать видовой состав заквасочной микрофлоры разрабатываемого кисломолочного напитка.

Объекты и методы. Объектами исследования служили: молочная сыворотка; плоды ши-

повника, облепихи, калины и боярышника; закваска на чистых культурах молочнокислых микроорганизмах, состоящая из штаммов *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, штаммы № 5е, № 3е, № 20Т, № 336, № 22п5.

При определении химического состава и физико-химических свойств плодов проверяли кислотность по ГОСТ ISO750-2013 [5], сухие вещества – по ГОСТ28561-906], сахар – по ГОСТ 8756.13-87 [7], растворимые сухие вещества определяли по рефрактометру (ГОСТ ISO 2173-2013) [8]. Органолептические показатели ферментированных кисломолочных напитков определяли по ГОСТ 6687.5-86 [9].

Результаты и их обсуждение. Результаты определения химического состава и физико-химических свойств плодов шиповника, боярышника, калины и облепихи представлены в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав и физико-химические свойства плодов

Показатель, %	Калина	Облепиха	Боярышник	Шиповник
Содержание сухих веществ	29,41	19,50	29,40	61,34
Массовая доля витамина С	$14,08 \cdot 10^{-3}$	$35,20 \cdot 10^{-3}$	$3,52 \cdot 10^{-3}$	$96,80 \cdot 10^{-3}$
Содержание растворимых сухих веществ	17,0	10,0	3,0	6,0
Титруемая кислотность	0,23	0,32	0,14	0,46
Массовая доля редуцирующих сахаров	6,51	2,09	5,29	16,97

Для оптимизации технологии получения растительно-сывороточного напитка провели двухфакторный эксперимент. Откликом служило значение растворимых сухих веществ в сыворотке после экстрагирования, изменяемыми па-

раметрами – температура экстракции и гидромодуль (табл. 2).

Полученные результаты наглядно представлены на рисунке 1.

Таблица 2

Содержание растворимых сухих веществ в растительно-сывороточном напитке в зависимости от температуры и гидромодуля

Гидромодуль	Температура, продолжительность		
	100 °С, 0 мин	80 °С, 2 мин	65 °С, 30 мин
1:1	14,8	13,2	13,98
1:2	14,4	11,0	11,5
1:10	9,99	8,8	10,01

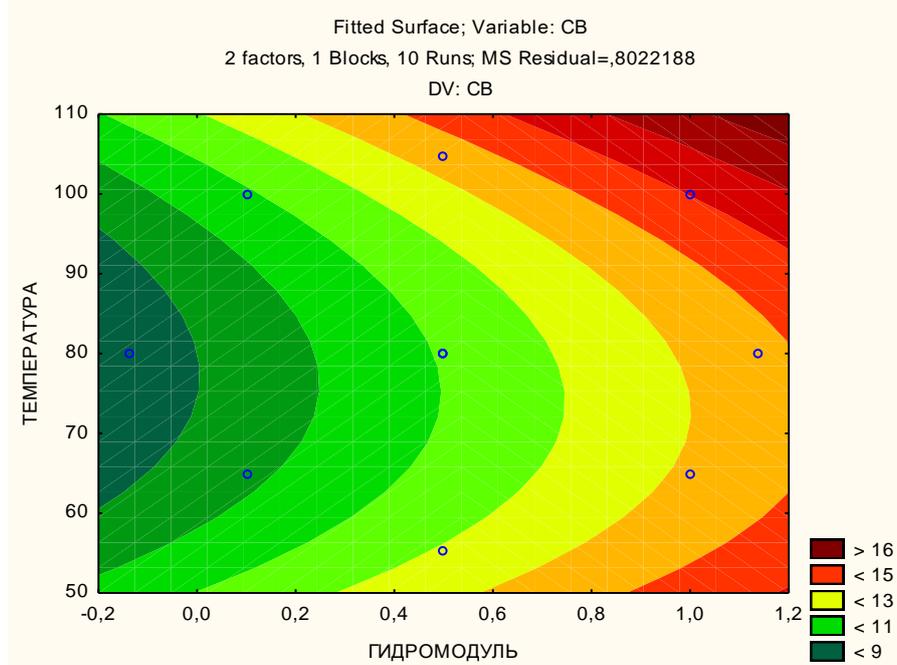


Рис. 1. Зависимость содержания растворимых сухих веществ от температуры и гидромодуля экстрагента

Как видно из представленной карты линий уровня, наибольший выход сухих веществ из плодов (на примере боярышника) достигается при соотношении гидромодуля 1:1 и 1:2 и при температуре 100 °С. Для рационального расхода плодов для дальнейших исследований был выбран гидромодуль соотношения плодов боярышника, облепихи, калины и молочной сыворотки 1:2, для плодов шиповника (с учетом высокого содержания сухих веществ) был выбран гидромодуль 1:4.

Для приготовления ферментированного сывороточного напитка были разработаны 4 рецептуры:

– Рецепт № 1: 1 л подсырной сыворотки, 0,5 кг плодов боярышника и закваска на основе микроорганизмов *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus casei*;

– Рецепт № 2: 1 л подсырной сыворотки, 0,25 кг плодов шиповника, закваска на основе микроорганизмов *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, штаммы № 5е, № 3е, № 20Т, № 336, № 22п5;

– Рецепт № 3: 0,68 л подсырной сыворотки, 0,12 кг плодов шиповника и 0,1 кг плодов калины, закваска на основе микроорганизмов

Streptococcus thermophilus, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus casei*;

– Рецепт № 4: 1,4 л подсырной сыворотки, 0,25 кг плодов шиповника, 0,4 кг плодов облепихи, закваска на основе микроорганизмов *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, штаммы № 5е, № 3е, № 20Т, № 336, № 22п5.

Предварительно плоды измельчали и добавляли в молочную сыворотку. Экстрагирование проводили при нагревании сыворотки до 100 °С. Далее полученный экстракт процеживали. Выход экстракта составил в рецептуре № 1 – 1,1 л после процеживания и экстрагирования; в рецептуре № 2 – 0,8; в рецептуре № 3 – 0,55; в рецептуре № 4 – 1,3 л. Полученные экстракты охлаждали до 40 °С, а затем добавляли закваску молочнокислых бактерий.

Ферментирование напитка проводили при температуре 40 °С в течение 3 ч. Титруемую кислотность и значение рН измеряли через каждые 30 мин.

Полученные значения по титруемой кислотности в процессе ферментации напитков, приготовленных по рецептурам № 1–4, представлены на рисунке 2.

Конечные значения рН напитка по окончании времени ферментации приведены в таблице 3.

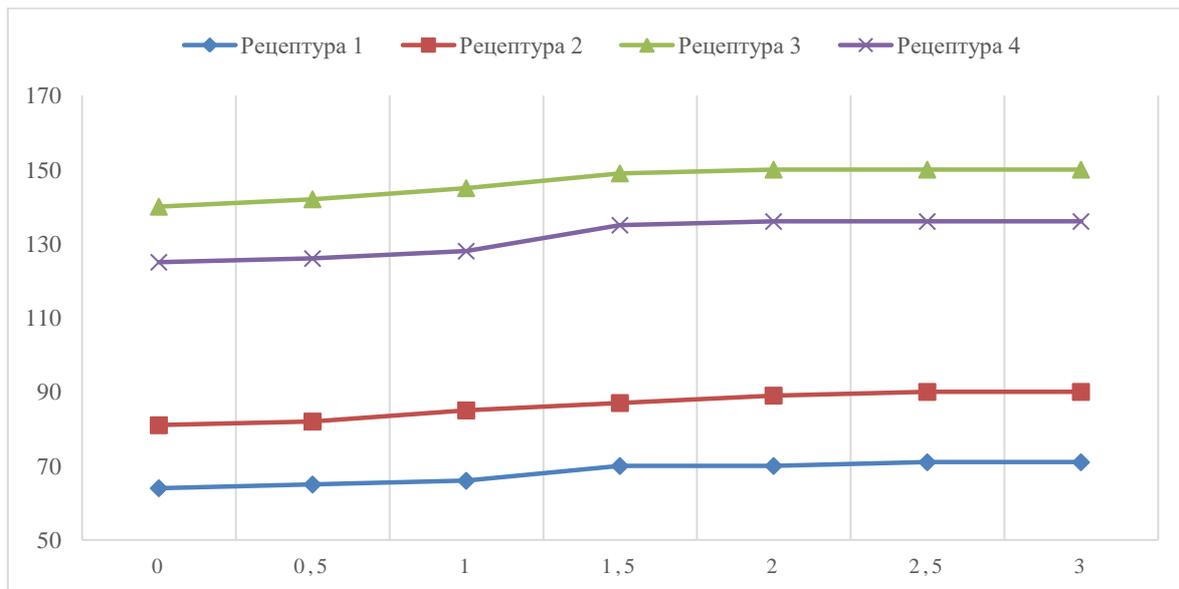


Рис. 2. Накопление кислотности в ферментируемых напитках с плодами

Таблица 3

**Значения активной и титруемой кислотности полученных напитков
в конце ферментации**

Рецептура напитка	Значение pH	Титруемая кислотность, °Т
№ 1	4,36	71
№ 2	4,45	90
№ 3	3,85	150
№ 4	4,07	136

Во время ферментации сыровоточного напитка с добавлением плодов изменялся вкус. Полученные напитки с увеличением продолжительности ферментации приобретали легкую кислинку. Для ее устранения после ферментации было добавлено 5 % сахара от общего объема напитка. Полученные напитки получились без запаха молочной сыворотки.

Более высокая титруемая кислотность рецептур № 3 и № 4 обусловлена повышенной кислотностью плодов облепихи и калины по сравнению с плодами боярышника.

Ферментированный напиток по рецептуре № 1 получился с выраженным вкусом плодов боярышника, с небольшой кислинкой, приятный

на вкус. Напиток по рецептуре № 2 получился с выраженным запахом и вкусом шиповника. Напиток по рецептуре № 3 – с небольшой горечью калины и приятным вкусом шиповника, с более выраженной кислинкой. Напиток по рецептуре № 4 имел выраженный вкус шиповника и облепихи, при этом с более выраженной кислотностью из-за особенности плодов облепихи.

Полученные органолептические показатели представлены на профилограммах (рис. 3–6). В дегустационной оценке участвовала фокус-группа из 8 человек, из которых 6 человек – женщины от 18 до 43 лет, 2 человека – мужчины 18 лет.

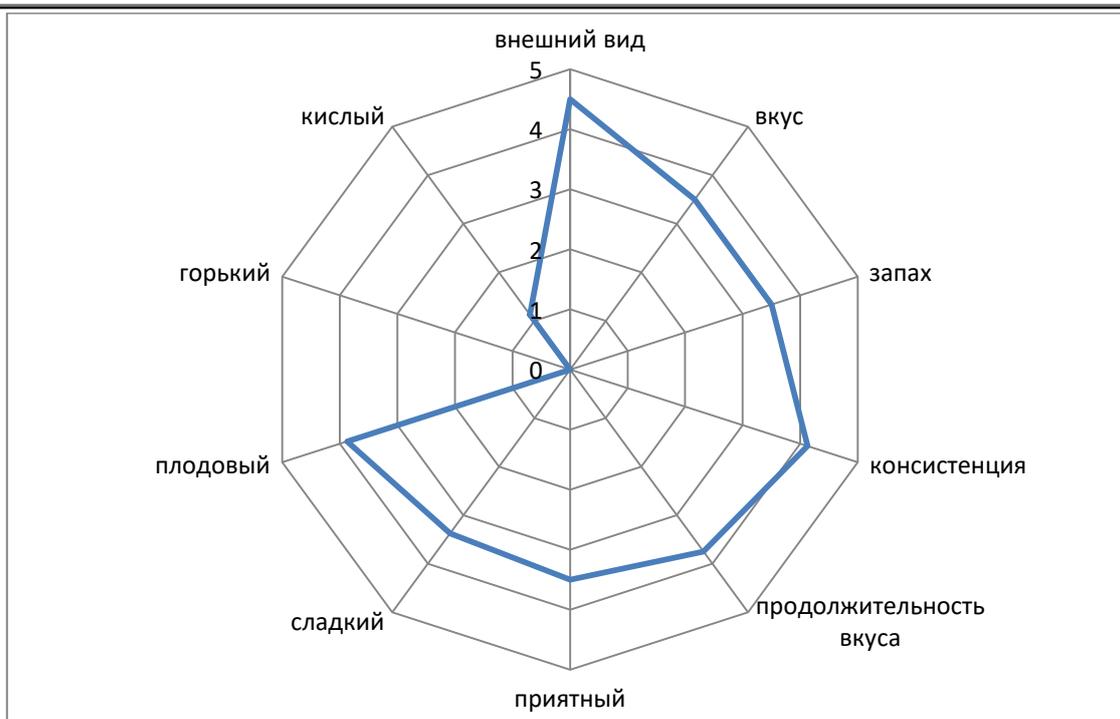


Рис. 3. Профилограмма напитка с добавлением боярышника (рецептура № 1)

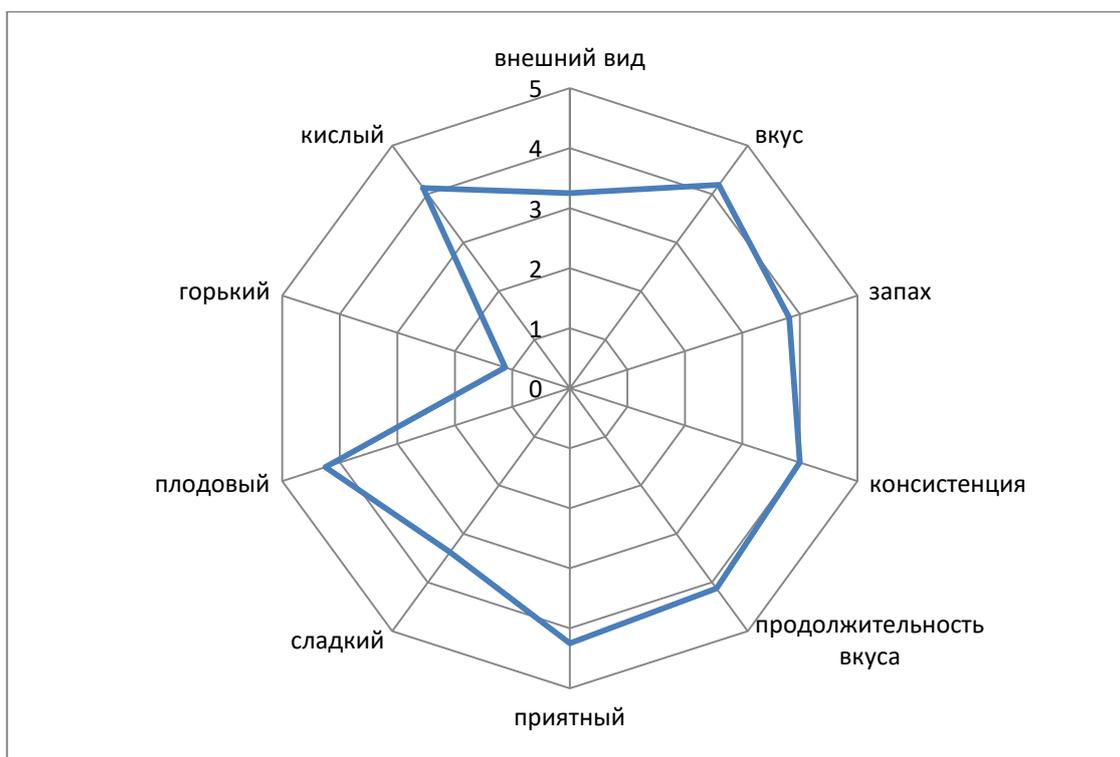


Рис. 4. Профилограмма напитка с добавлением шиповника (рецептура № 2)

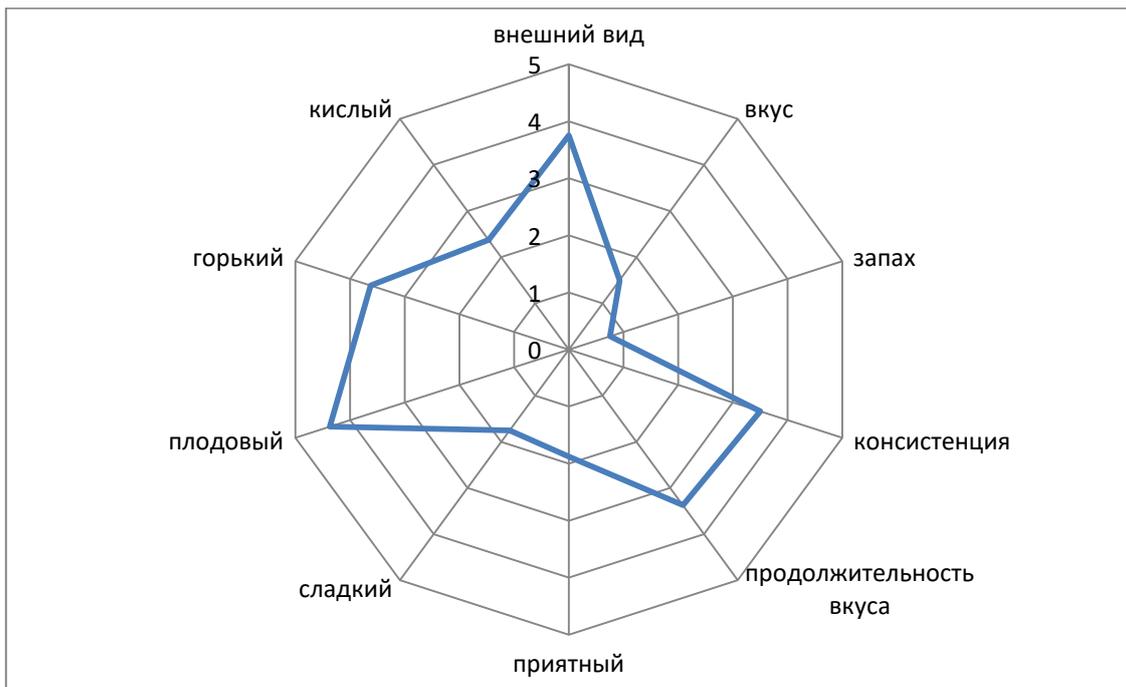


Рис. 5. Профилограмма напитка с добавлением шиповника и калины (рецептура № 3)

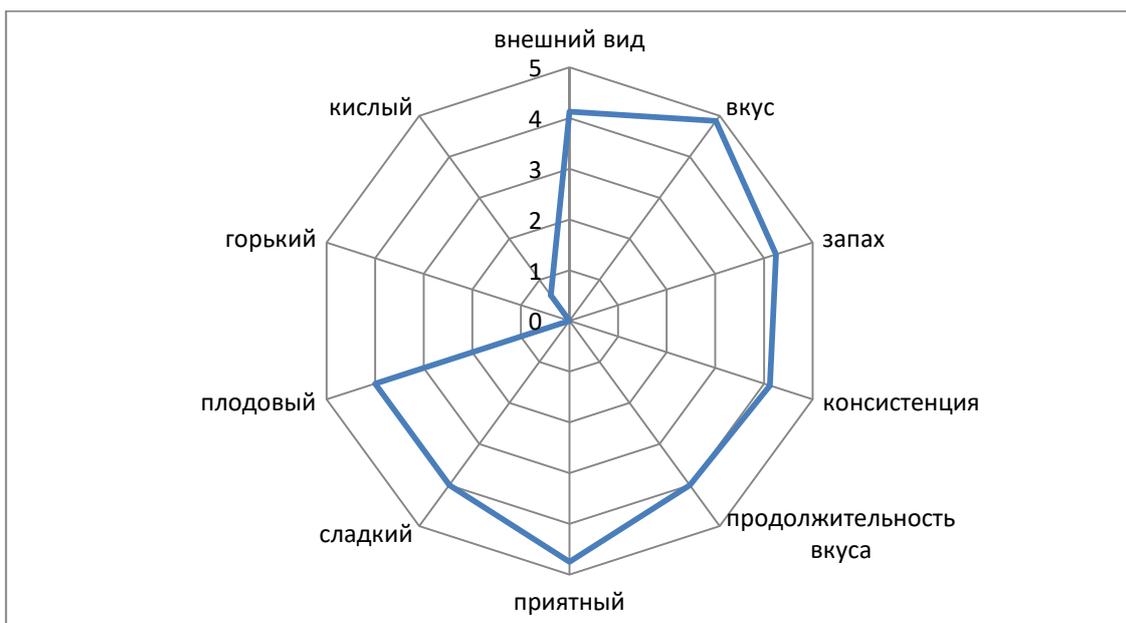


Рис. 6. Профилограмма напитка с добавлением шиповника и облепихи (рецептура № 4)

Как видно из представленных профилограмм, наилучшим вкусом обладал напиток с добавлением плодов шиповника и облепихи (рецептура № 4). Напиток с использованием плодов калины и шиповника обладал горьким привкусом и получил наименьшее количество баллов.

Разработанные напитки можно рекомендовать к употреблению разными группами насе-

ления, не имеющими аллергические реакции на компоненты напитков, в составе функционального рациона питания как пробиотический продукт. Готовые к реализации напитки должны соответствовать требованиям безопасности ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» и иметь показатели, указанные в таблице 4.

Физико-химические показатели ферментированных сывороточных напитков

Показатель	Рецептура напитка			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Значение pH, не ниже	4,2	4,2	3,8	4,0
Титруемая кислотность, °Т, не выше	150			
Содержание сахара, %	Не более 10			
Содержание молочного жира, %, не более	5			
Содержание растворимых сухих веществ, %, не менее	14,0			
Кол-во пробиотических бактерий на конец срока годности, КОЕ, не менее	1 · 10 ⁶			

Заключение. В результате исследования был определен химический состав плодов шиповника, облепихи, калины, боярышника, произрастающих в Самарской области. Была проведена оптимизация условий экстрагирования ценных компонентов изученных плодов молочной сывороткой. Особенностью рассмотренной технологии является экстрагирование измельченных плодов боярышника, калины, облепихи молочной сывороткой при гидромодуле 1:2, плодов шиповника при гидромодуле 1:4, температуре 100 °С с последующим ферментированием напитков пробиотическими культурами до достижения требуемых физико-химических и органолептических показателей.

Разработанные рецептуры ферментированных сывороточных напитков с добавлением растительного сырья позволят решить проблему утилизации ценного продукта – молочной сыворотки и увеличить ассортимент функциональных напитков, содержащих пробиотические компоненты.

Список источников

1. Шевелев К. Сыворотка – ценный субпродукт // Молочная промышленность. 2005. № 1. С. 60–61.
2. Коротецкая Н.С. Современное состояние и перспективные направления переработки молочной сыворотки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012. № 4. С. 1–5.
3. Кравченко Э.Ф., Яковлева О.А. Рациональное использование молочной сыворотки //

Пищевая промышленность. 2007. № 7. С. 42–44.

4. Иркитова А.Н., Вечернина Н.А. Биотехнология пробиотического напитка на основе молочной (подсырной) сыворотки // Известия АлтГУ. 2010. № 3-1. С. 30–32.
5. ГОСТ ISO 750-2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности. М.: Стандартинформ, 2019. 6 с.
6. ГОСТ 28561-90. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги. М.: Стандартинформ, 2011. 85 с.
7. ГОСТ 8756.13-87. Продукты переработки плодов и овощей. М.: Стандартинформ, 2010. 10 с.
8. ГОСТ ISO 2173-2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. М.: Стандартинформ, 2019. 8 с.
9. ГОСТ 6687.5-86. Продукция безалкогольной промышленности. Методы определения органолептических показателей и объема производства. М.: Изд-во стандартов, 1994. 7 с.

References

1. Shevelev K. Syvorotka – cennyj subprodukt // Molochnaya promyshlennost'. 2005. № 1. S. 60–61.
2. Korotetskaya N.S. Sovremennoe sostoyanie i perspektivnye napravleniya pererabotki molochnoj syvorotki // Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk. 2012. № 4. S. 1–5.

3. *Kravchenko E.F., Yakovleva O.A. Racional'noe ispol'zovanie molochnoj syvorotki // Pischevaya promyshlennost'. 2007. № 7. S. 42–44.*
4. *Irkitova A.N., Vechernina N.A. Biotehnologiya probioticheskogo napitka na osnove molochnoj (podsyrnoy) syvorotki // Izvestiya AltGU. 2010. № 3-1. S. 30–32.*
5. GOST ISO 750-2013. Produkty pererabotki fruktov i ovoschej. Opredelenie titruemoj kislотноsti. M.: Standartinform, 2019. 6 s.
6. GOST 28561-90. Produkty pererabotki plodov i ovoschej. Metody opredeleniya suhих veschestv ili vlagi. M.: Standartinform, 2011. 85 s.
7. GOST 8756.13-87. Produkty pererabotki plodov i ovoschej. M.: Standartinform, 2010. 10 s.
8. GOST ISO 2173-2013. Produkty pererabotki fruktov i ovoschej. Refraktometricheskij metod opredeleniya rastvorimyh suhих veschestv. M.: Standartinform, 2019. 8 s.
9. GOST 6687.5-86. Produkciya bezalkogol'noj promyshlennosti. Metody opredeleniya organolepticheskikh pokazatelej i ob`ema proizvodstva. M.: Izd-vo standartov, 1994. 7 s.

Статья принята к публикации 30.09.2021 / The article accepted for publication 30.09.2021.

Информация об авторах:

Алена Николаевна Гаврилова¹, магистрант кафедры технологии пищевых производств и биотехнологии

Анна Викторовна Борисова², доцент кафедры технологии и организации общественного питания, кандидат технических наук, доцент

Information about the authors:

Alena Nikolaevna Gavrilo¹, Master's student at the Department of Food Production Technology and Biotechnology

Anna Viktorovna Borisova², Associate Professor at the Department of Technology and Organization of Public Catering, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

