

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ\*

Е.Н. Bryukhachev, A.V. Zaushintsena,

N.V. Fotina, A.V. Skomorokhov

THE DEVELOPMENT OF PRODUCTION TECHNOLOGY OF FUNCTIONAL DRINK BASED ON MILK WHEY

**Брюхачев Евгений Николаевич** – асп., ст. преп. каф. экологии и природопользования Кемеровского государственного университета, г. Кемерово. E-mail: bruhachev86@mail.ru

**Заушинцева Александра Васильевна** – д-р биол. наук, проф. каф. экологии и природопользования Кемеровского государственного университета, г. Кемерово. E-mail: alexaz58@yandex.ru

**Фотина Наталья Вячеславовна** – лаборант НИИ биотехнологии, магистрант каф. бионанотехнологии Кемеровского государственного университета, г. Кемерово.

E-mail: fotina.natashenka@mail.ru

**Скоморохов Александр Владимирович** – инженер ООО «Молочное производственное объединение «Скоморошка», г. Кемерово.

E-mail: askom10@gmail.com

**Bryukhachev Evgeny Nikolaevich** – Post-Graduate Student, Senior Lecturer, Chair of Ecology and Environmental Management, Kemerovo State University, Kemerovo. E-mail: bruhachev86@mail.ru

**Zaushintsena Aleksandra Vasilyevna** – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Ecology and Environmental Management, Kemerovo State University, Kemerovo. E-mail: alexaz58@yandex.ru

**Fotina Natalya Vyacheslavovna** – Laboratory Assistant, Research Institute of Biotechnology, Magistrate Student, Chair of Bionanotechnologies, Kemerovo State University, Kemerovo.

E-mail: fotina.natashenka@mail.ru

**Skomorokhov Alexander Vladimirovich** – Engineer, JSC 'Dairy Production Association 'Skomoroshka', Kemerovo.

E-mail: askom10@gmail.com

Цель работы – разработка технологии производства нового функционального напитка на основе молочной сыворотки с добавлением экстракта лекарственного растения родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.). Задачи исследования: разработать процессуальную и аппаратную схему производства сывороточного напитка, обогащенного экстрактом родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.), ингредиентный состав функционального сывороточного напитка; определить органолептические и физико-химические показатели качества готового напитка. Объектом исследования была сыворотка молочная (ГОСТ Р 53438-2009). Для приготовления функционального сывороточного напитка использовали следующее сырье: молочная сыворотка – по ГОСТ Р 53438-2009; питьевая вода – ГОСТ Р 51232-98; сок яблоч-

ный – ГОСТ 32103-2013; сахар-песок – ГОСТ 33222-2015; пектин яблочный – ГОСТ 29186-9; концентрат родиолы розовой; лимонная кислота – ГОСТ 908-2004. Определение показателей качества готового функционального напитка определяли в соответствии с ГОСТ 33957-2016. В ходе научной работы была разработана технология производства нового функционального продукта питания – сывороточного напитка, обогащенного экстрактом родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.). Рецепт готового функционального напитка состоит из следующих ингредиентов: сыворотка молочная, сок яблочный, сахар-песок, пектин яблочный, экстракт родиолы розовой, лимонная кислота, вода питьевая. В работе описана процессуальная и аппаратная схема производства функционального напитка. Жидкие и сухие

\*Работа выполнена в рамках Соглашения № 075-02-2018-223 от 26.11.2018 «Получение биологически активных веществ лекарственных растений эндемиков Сибири с использованием культур клеток и органов высших растений» (уникальный идентификатор проекта RFMEFI57718X0285).

рецептурные компоненты, соответствующие требованиям нормативной и технической документации, поступают в емкость с перемешивающим устройством для приготовления жидкой смеси и в шнековый смеситель для приготовления сухой смеси. Полученные смеси жидких и сухих ингредиентов объединяются в следующем резервуаре и тщательно перемешиваются в течение 20 мин. Готовая рецептурная смесь направляется на пастеризацию при температуре 80–85 °С с выдержкой 15–18 секунд. Пастеризованная смесь гомогенизируется при температуре 59–62 °С. Полученный напиток охлаждается до температуры 9–11 °С и отправляется на линию розлива. Хранение готового продукта осуществляется при температуре 4 °С. Разработанный функциональный напиток на основе молочной сыворотки, обогащенный экстрактом лекарственного растения, позволяет расширить ассортимент функциональной молочной продукции.

**Ключевые слова:** функциональные пищевые продукты, молочная сыворотка, родиола розовая (*Rhodiola rosea* L.).

*The purpose of the research was to develop the technology of the production of a new functional drink based on the whey with the addition of the concentrate of medicinal plant *Rhodiola rosea* L. The following research tasks were to work out the process and the scheme for the production of a whey drink enriched with *Rhodiola rosea* L. concentrate; to develop the ingredient composition of functional whey drink; to find out organoleptic and physical and chemical quality indicators of prepared drink. The object of the study was milk whey (State Standard R 53438-2009). For the production of functional drink the following ingredients were used: milk whey (according to State Standard R 53438-2009), drinking water – State Standard R 51232-98, apple juice – State Standard R 29186-9, sugar – State Standard R 33222-2015, apple pectin – State Standard R 29186-9, *Rhodiola rosea* concentrate, citric acid – State Standard R 908-2004. The definition of the quality indicators of new functional food product was made in accordance with State Standard 33957-2016. In the course of the research the technology of making a new functional nutrition – a whey drink enriched with *Rhodiola rosea* concentrate (*Rhodiola rosea* L.) was developed. The formulation of a new*

*functional drink consisted of milk whey, apple juice, sugar, apple pectin, *Rhodiola rosea* concentrate, citric acid drinking water. The paper described the process and schematic technology of producing a functional drink. Liquid and dry prescription components meeting the requirements of regulatory and technical documentation were delivered to the container with mixing device for preparing liquid mixture and to screw mixer for preparing dry mixture. The resulting mixtures of liquid and dry ingredients were combined in the tank and thoroughly mixed for 20 minutes. Finished recipe mixture was sent to pasteurization at the temperature of 80–85 °С with the exposure of 15–18 seconds. Pasteurized mixture was homogenized at the temperature of 59–62 °С. The resulting drink was cooled to the temperature of 9–11 °С and sent to bottling line. The storage of finished product was carried out at the temperature of 4 °С. Developed functional drink based on whey, enriched with medicinal plant concentrate, allows expanding the range of functional dairy products.*

**Keywords:** functional food, milk whey, *Rhodiola rosea* (*Rhodiola rosea* L.).

**Введение.** Проблема питания актуальна для населения всего мира. Основная диета у большинства граждан России представлена картофелем или полуфабрикатами из него, некоторыми крупами из зерновых культур, но недостаточно используются белки бобовых видов растений, зеленные, овощные, плодово-ягодные. Поэтому молодое поколение ощущает постоянный дефицит витаминов [1]. Это приводит к заболеванию полигиповитаминозом – недостатком трех и более витаминов. Таким недугом, по разным оценкам, страдает от 30 до 70 % людей разного возраста [2, 3]. Если в пищу не заложено достаточного количества витаминов, то имеющиеся в организме быстро расходуются. Этот процесс может сопровождаться нарушениями артериального давления, развитием атеросклероза, онкологических заболеваний [4], так как снижаются адаптационные свойства организма и сопротивляемость внешним воздействиям [5].

Быструю компенсацию ослабленному организму и улучшение здоровья можно получить путем употребления молока и молочных продуктов. В цельном сыром молоке имеется ангиогенин (от 2,3 до 9,0 мг/л), который очень активен и инициирует ряд уникальных процессов,

таких как формирование кровеносных сосудов, благоприятное протекание эмбриогенеза, функционирование женской репродуктивной системы, восстановление тканей при различных повреждениях [6]. Заслуживает внимания характеристика аминокислотного состава молока в связи с тем, что в свете современных воззрений на биологическую ценность продуктов питания особое значение придается наличию и соотношению в белках незаменимых аминокислот. Как известно, биологическая ценность белков молока обуславливается именно сбалансированностью незаменимых аминокислот [6].

Не менее ценным продуктом является побочный продукт от переработки молока – молочная сыворотка. Ее уникальность состоит в том, что сывороточные белки не содержат токсичных компонентов, обладают водосвязывающей, эмульгирующей, пенообразующей и гелеобразующей способностью. Некоторые белки молока относятся к биологически активным веществам. Например, естественным антибиотиком является лактоферрин. Больше всего его можно обнаружить в материнском молоке, но он есть и в молоке животных (крупного рогатого скота, овец, коз), но в меньшем количестве. Он участвует в закладке и поддержании иммунитета организма. Следовательно, сыворотка очень перспективна для получения функциональных продуктов целевого назначения.

Этот процесс может быть расширен за счет использования лекарственных растений [7–10]. К популярным лекарственным растениям, обладающим адаптогенными свойствами, относят женьшень, родиолу розовую, элеутерококк колючий, левзею сафлоровидную, лимонник китайский и др. Особое внимание привлекает родиола розовая (*Rhodiola rosea* L.). Благодаря наличию большого количества биологически активных веществ (салидрозид, розавин, розин, розарин и др.), растение обладает широким спектром лекарственных свойств. Родиола розовая (*Rhodiola rosea* L.) является растением-адаптогеном, повышает неспецифическую сопротивляемость организма к стрессам и усталости.

В основе нового функционального напитка лежит молочная сыворотка – отход от переработки молока на творог. Это позволит расши-

рить ассортимент выпускаемой молочной продукции функционального назначения [11, 12].

**Цель исследования.** Разработка технологии производства нового функционального напитка на основе молочной сыворотки с добавлением экстракта лекарственного растения родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.).

**Задачи исследования:** разработать процессуальную и аппаратную схему производства сывороточного напитка, обогащенного концентратом родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.), ингредиентный состав функционального сывороточного напитка; определить органолептические и физико-химические показатели качества готового напитка.

**Материалы и методы исследования.** Для приготовления функционального сывороточного напитка использовали следующее сырье:

- молочная сыворотка – ГОСТ Р 53438-2009;
- питьевая вода – ГОСТ Р 51232-98;
- сок яблочный – ГОСТ 32103-2013;
- сахар-песок – ГОСТ 33222-2015;
- пектин яблочный – ГОСТ 29186-91;
- экстракт родиолы розовой;
- лимонная кислота – ГОСТ 908-2004.

Экстракт родиолы розовой получали методом сверхкритической  $\text{CO}_2$  экстракции в компании ООО «Кит» (г. Бийск). Суть метода заключается в том, что в схеме реализации метода используется двуокись углерода ( $\text{CO}_2$ ). Это позволяет отказаться от органических растворителей. В процессе  $\text{CO}_2$ -экстракции получают экстракт лекарственных растений и любого другого растительного сырья с практически идентичным природному соотношением биологически активных веществ растения. Процесс осуществляется под большим статическим давлением. В условиях нормальной температуры экстрагент быстро улетучивается. Остается чистый экстракт. На предприятии отработан режим экстракции для многих видов растений. Для получения экстракта БАВ из измельченных корневищ и корней родиолы розовой температура поддерживалась на уровне 31 °С при экспозиции 40 минут. Содержание БАВ в экстракте, а затем в напитке определяли методами тонкослойной (ТСХ) и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) в соответствии с ФС.2.5.0036.15 «Родиолы розовой корневища и корни».

Определение показателей качества готового функционального напитка осуществляли в соответствии с ГОСТ 33957-2016 «Сыворотка молочная и напитки на ее основе. Правила приемки, отбор проб и методы контроля».

Безопасность функционального напитка определяли согласно требованиям ТР ТС 033/2013 – Технического регламента Таможен-

ного союза «О безопасности молока и молочной продукции».

**Результаты исследования и их обсуждение.** Процессуальная схема производства сывороточного функционального напитка, обогащенного концентратом лекарственного растения родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.), отражена на рисунке 1. Аппаратурная схема линии производства напитка представлена на рисунке 2.

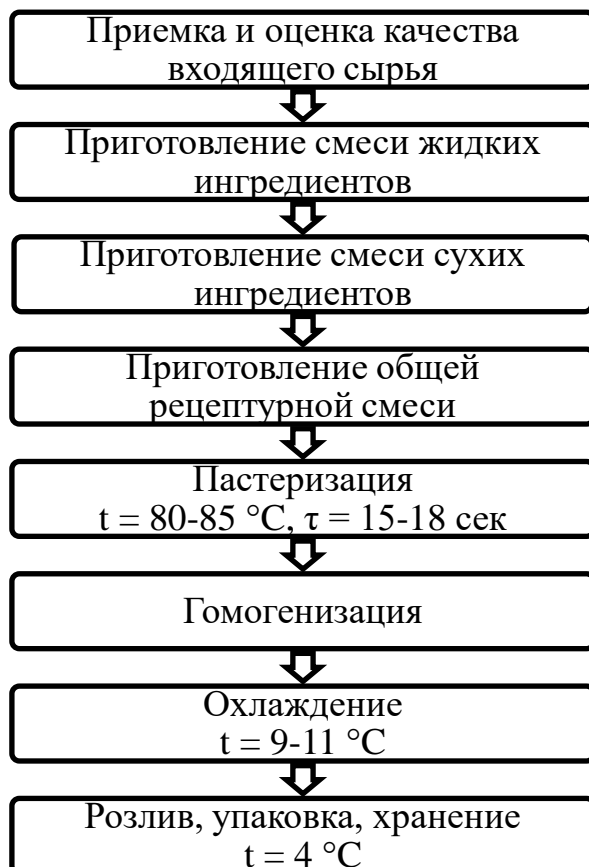


Рис. 1. Процессуальная схема производства сывороточного напитка, обогащенного концентратом родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.)

При поступлении сырья на склад завода осуществляется его проверка по показателям качества в соответствии с установленной нормативно-технической документацией. Сырье, прошедшее проверку качества, поступает на последующие технологические стадии. Для получения однородной консистенции готового напитка процесс создания рецептурной смеси осуществляется в 3 этапа. 1-й этап – приготовление смеси жидких компонентов. В резервуар по трубопроводу поступают творожная сыворотка, питьевая вода, сок яблочный, в ручном режиме вносится жидкий концентрат родиолы ро-

зовой (*Rhodiola rosea* L.). 2-й этап заключается в приготовлении смеси сухих ингредиентов. Сахар, пектин яблочный, лимонная кислота поступают в шнековый смеситель, где происходит тщательное перемешивание компонентов.

На 3-м этапе в следующий резервуар перекачивается смесь жидких компонентов при помощи центробежного насоса, после чего при работающем перемешивающем устройстве засыпается смесь сухих ингредиентов. Полученная смесь тщательно перемешивается в течение 20 мин.

Готовая рецептурная смесь центробежным насосом подается в пастеризационно-охладительную установку, где нагревается до температуры 80–85 °С и выдерживается при этом значении в течение 15–18 секунд. Данный процесс необходим для подавления развития вегетативных форм микроорганизмов, а также для увеличения срока хранения напитка. После выдержки смесь охлаждается в секции регенерации до температуры 59–62 °С.

Сывороточный напиток сразу после пастеризации поступает в гомогенизатор для получения однородной, равномерной консистенции готового напитка. Гомогенизированный продукт охлаждается в охлаждающей установке до температуры 9–11 °С. После поступает на линию розлива. Готовый продукт упаковывается и отправляется на склад для дальнейшей реализации при температуре 4 °С.

Основу рецептуры нового функционального напитка составила молочная сыворотка. С целью придания напитку функциональных, лечебно-профилактических свойств использовали жидкий экстракт лекарственного растения родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.). Для придания напитку оптимальных органолептических и физико-химических характеристик дополнительно включили в состав следующие компоненты: сок яблочный, сахар, пектин яблочный (используется для стабилизации белковых компонентов), лимонная кислота (используется в качестве регулятора кислотности), вода питьевая.

Для определения оптимального процентного соотношения компонентов была проведена органолептическая оценка 6 рецептур (табл. 2) по балльно-рейтинговой шкале. Результаты оценки представлены на рисунке 3.

Таблица 1

## Содержание биологически активных веществ

Компонент	Содержание в экстракте, мг/г	Содержание, в готовом напитке, мг/г
Салидрозид	67,04	49,04
4-О-β-D-глюкопиранозид- <i>n</i> -кумаровой кислоты	28,01	12,01
<i>n</i> -Кумаровый спирт	13,23	7,23
Розавин	62,71	30,71
Розарин	1,59	0,995

Таблица 2

## Рецептуры сывороточного функционального напитка, кг

Ингредиент	Номер рецепта					
	1	2	3	4	5	6
Молочная сыворотка	700,0	600,0	500,0	700,0	600,0	500,0
Яблочный сок	300,0	400,0	500,0	200,0	200,0	200,0
Питьевая вода	–	–	–	100,0	200,0	300,0
Сахар	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Пектин яблочный	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Экстракт родиолы розовой	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Лимонная кислота	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

Соответствие безопасности функционального напитка требованиям ТР ТС 033/2013  
 «О безопасности молока и молочной продукции»,  
 Технические условия на сывороточные напитки

Показатель	Ед. изм.	Результат испытания	Погрешность	Норматив	НД на метод испытания
БГК (колиморфы)	см <sup>3</sup>	В 0,01 не обнаружены	–	0,01 не допускается	ГОТ 32901-2014
КМА ФА иМ	КОЕ/см <sup>3</sup>	Менее 1,0x10 <sup>1</sup>	–	Не более 1x10 <sup>5</sup>	ГОТ 32901-2014
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	см <sup>3</sup>	В 25 не допускается	–	В 25 не допускается	ГОСТ 31659-2012 (ИСО 6579:2002)

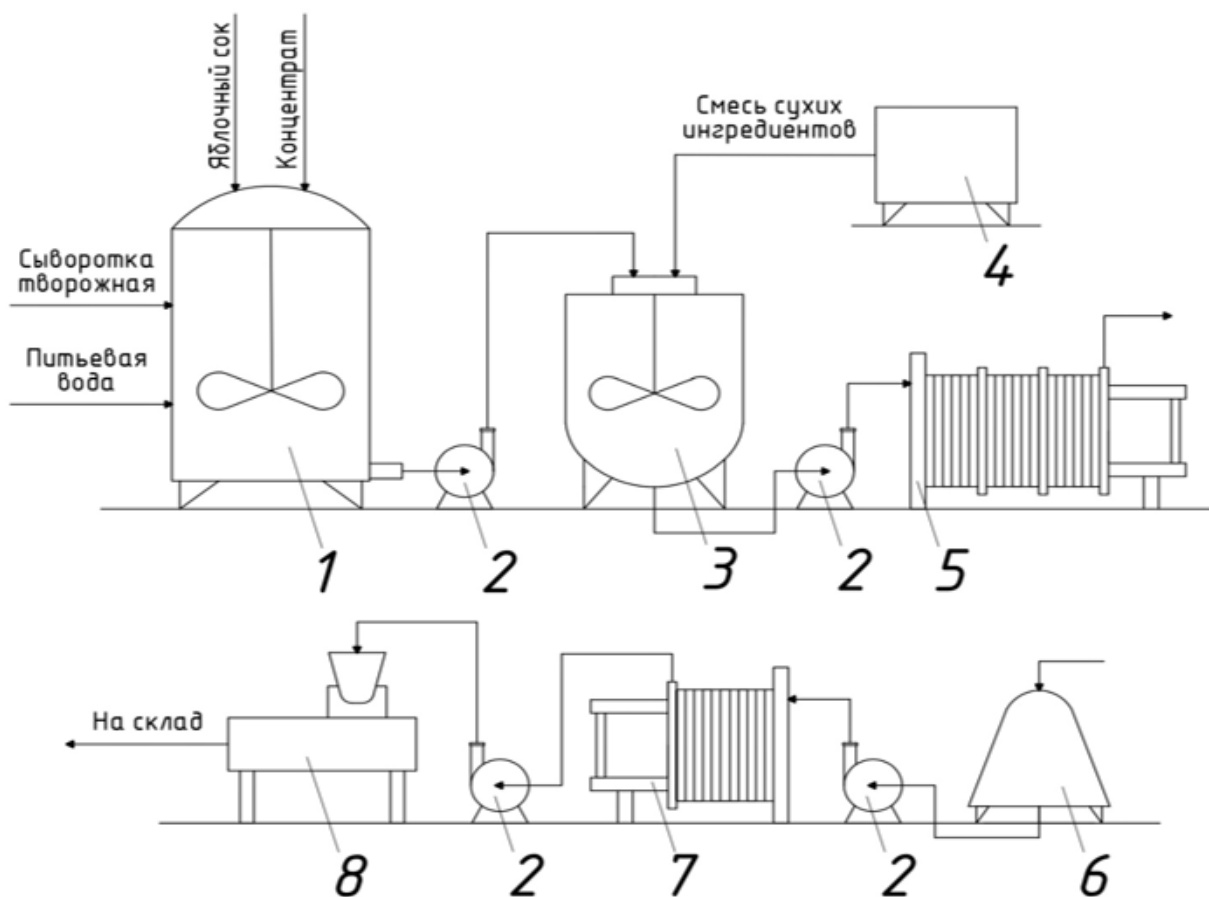


Рис. 2. Аппаратурная схема линии производства сывороточного напитка функционального назначения: 1, 3 – резервуары разного объема (с перемешивающим устройством); 2 – центробежный насос; 4 – смеситель; 5 – пастеризационно-охладительная установка; 6 – гомогенизатор; 7 – охлаждающая установка; 8 – автомат-розлив

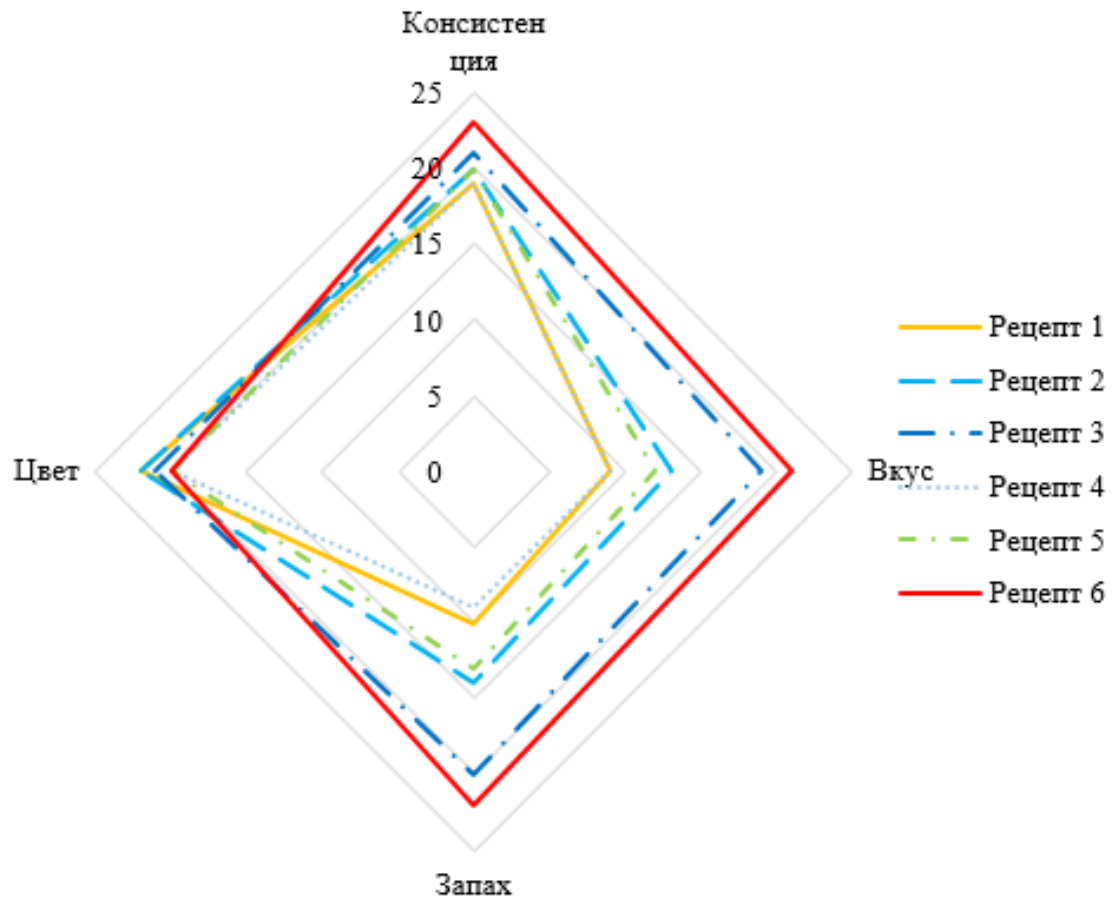


Рис. 3. Профилограмма органолептических показателей шести вариантов сывороточного напитка

По результатам оценки органолептических показателей сывороточного напитка наивысший итоговый балл получила рецептура под номером 6, содержащая на 1 т готовой продукции: 500,0 кг творожной сыворотки, 200,0 кг яблочного сока, 300,0 кг питьевой воды, 30,0 кг сахара, 5,0 кг яб-

лочного пектина, 1 кг жидкого концентрата родиолы розовой, 0,4 кг лимонной кислоты.

Физико-химические показатели готового функционального напитка представлены в таблице 4.

Таблица 4

**Физико-химические показатели функционального напитка, произведенного по рецепту № 6**

Показатель	Ед. изм.	Характеристика показателя
Кислотность	°Т	47,5 ± 0,8
Массовая доля жира	%	0,02 ± 0,001
Массовая доля сухих веществ	%	9,7 ± 0,03
Плотность	кг/м <sup>3</sup>	1038,0 ± 1,0
Температура при выпуске	°С	4

**Выводы.** В ходе работы разработана оптимальная рецептура нового функционального напитка, основанного на молочной сыворотке, обогащенного экстрактом лекарственного растения родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.), с добавлением яблочного сока, питьевой воды, сахара, яблочного пектина и лимонной кислоты. Предложена процессуальная и аппаратная схема линии производства обогащенного сывороточного напитка. Проведена оценка органолептических показателей всех предложенных рецептур, физико-химических показателей, безопасности напитка, произведенного по оптимальной рецептуре (рецепт № 6). Произведенный напиток на основе молочной сыворотки, обогащенный экстрактом родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.), позволяет расширить ассортимент функциональной молочной продукции на рынке.

#### Литература

1. Мирзонов В.А. Показатели фактического питания и состояние здоровья населения Нижегородской области // *Здравоохранение Российской Федерации*. 2008. № 5. С. 33–35.
2. Коденцова, В.М., Вржесинская О.А., Сокольников А.А. Витаминизация пищевых продуктов массового потребления: история и перспективы // *Вопросы питания*. 2012. Т. 81 (№ 5). С. 66–78.
3. Витаминно-минеральные комплексы в питании взрослого населения / В.М. Коденцова, А.В. Погожева, О.А. Громова [и др.] // *Вопросы питания*. 2015. № 6. С. 141–150.
4. Покровский А.А. Метаболические аспекты фармакологии и токсикологии пищи. М.: Медицина, 1979. 184 с.
5. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. 548 с.
6. Оленев, Ю.А., Творогова А.А., Казакова Н.В. Справочник по производству мороженого. М.: ДеЛи принт, 2004. 798 с.
7. Тонизирующие напитки с функциональными свойствами / Н.В. Бабий, Е.Н. Соловьева, В.А. Помозова [и др.] // *Техника и техно-*

- логия пищевых производств. 2013. № 3. С. 101–105.
8. Шубина О., Околелова Ю. Функциональные добавки в напитках // *Пиво и напитки*. 2000. № 2. С. 49.
9. Шароглазова Л.П., Величко Н.А. Разработка рецептуры безалкогольного напитка с использованием ягод морошки // *Вестник КрасГАУ*. 2016. № 2. С. 88–92.
10. Скрипко О.В., Литвиненко О.В., Покотило О.В. Разработка технологии функциональных продуктов питания на основе сои и папоротника // *Вестник КрасГАУ*. 2017. № 6. С. 96–103.
11. Иванова Т.Н., Демина Е.Н., Полякова Е.Д. Факторы, формирующие качество сывороточных напитков функционального назначения // *Продукты функционального и специализированного назначения*. 2011. № 6 (11). С. 43–50.
12. Остроумов Л.А., Просеков А.Ю. Анализ научных и практических аспектов использования молока и его производных в технологии функциональных продуктов питания // *Федеральный и региональный аспекты политики здорового питания: мат-лы междунар. симп. Новосибирск, 2002. С. 88–92.*

#### Literatura

1. Mirzonov V.A. Pokazateli fakticheskogo pitaniya i sostojanie zdorov'ja naselenija Nizhegorodskoj oblasti // *Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii*. 2008. № 5. S. 33–35.
2. Kodencova, V.M., Vrzhesinskaja O.A., Sokol'nikov A.A. Vitaminizacija pishhevyh produktov massovogo potreblenija: istorija i perspektivy // *Voprosy pitaniya*. 2012. T. 81 (№ 5). S. 66–78.
3. Vitaminno-mineral'nye komplekсы v pitanii vzroslogo naselenija / V.M. Kodencova, A.V. Pogozheva, O.A. Gromova [i dr.] // *Voprosy pitaniya*. 2015. № 6. S. 141–150.
4. Pokrovskij A.A. Metabolicheskie aspekty farmakologii i toksikologii pishhi. M.: Medicina, 1979. 184 s.
5. Spirichev V.B., Shatnjuk L.N., Poznjakovskij V.M. Obogashhenie pishhevyh produktov vitaminami i mineral'nymi veshhestvami. Nauka



- i tehnologija. Novosibirsk: Sib. univ. izd-vo, 2004. 548 s.
6. *Olenev, Ju.A., Tvorogova A.A., Kazakova N.V.* Spravochnik po proizvodstvu morozhenogo. M.: DeLi print, 2004. 798 s.
  7. Tonizirujushhie napitki s funkcional'nymi svojstvami / *N.V. Babij, E.N. Solov'eva, V.A. Pomozova* [i dr.] // Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv. 2013. № 3. S. 101–105.
  8. *Shubina O., Okolelova Ju.* Funkcional'nye dobavki v napitkah // Pivo i napitki. 2000. № 2. S. 49.
  9. *Sharoglazova L.P., Velichko N.A.* Razrabotka receptury bezalkogol'nogo napitka s ispol'zovaniem jagod moroshki // Vestnik KrasGAU. 2016. № 2. S. 88–92.
  10. *Skripko O.V., Litvinenko O.V., Pokotilo O.V.* Razrabotka tehnologii funkcional'nyh produktov pitaniya na osnove soi i paporotnika // Vestnik KrasGAU. 2017. № 6. S. 96–103.
  11. *Ivanova T.N., Demina E.N., Poljakova E.D.* Faktory, formirujushhie kachestvo syvorotochnyh napitkov funkcional'nogo naznachenija // Produkty funkcional'nogo i specializirovannogo naznachenija. 2011. № 6 (11). S. 43–50.
  12. *Ostroumov L.A., Prosekov A.Ju.* Analiz nauchnyh i prakticheskikh aspektov ispol'zovaniya moloka i ego proizvodnyh v tehnologii funkcional'nyh produktov pitaniya // Federal'nyj i regional'nyj aspekty politiki zdorovogo pitaniya: mat-ly mezhdunar. simp. Novosibirsk, 2002. S. 88–92.

