

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 637.07:637.141.8(045)

*Н.А. Шавыркина, М.В. Обрезкова,
М.Н. Школьникова*

ХАРАКТЕРИСТИКА ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ НАПИТКОВ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ И ФРУКТОВОГО СОКА

*N.A. Shavyrkina, M.V. Obrezkova,
M.N. Shkolnikova*

THE CHARACTERISTICS OF FERMENTED BEVERAGES ON THE BASIS OF LACTOSERUM AND FRUIT JUICE

Шавыркина Н.А. – канд. техн. наук, доц. каф. биотехнологии Бийского технологического института (филиала) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск. E-mail: 32nadina@mail.ru

Обрезкова М.В. – канд. техн. наук, доц. каф. биотехнологии Бийского технологического института (филиала) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск. E-mail: obrezkova1962@mail.ru

Школьникова М.Н. – д-р техн. наук, проф. каф. биотехнологии Бийского технологического института (филиала) Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, г. Бийск. E-mail: shkolnikova.m.n@mail.ru

Shavyrkina N.A. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Biotechnology, Biysk Institute of Technology (Branch), I.I. Polzunov Altai State Technical University, Biysk. E-mail: 32nadina@mail.ru

Obrezkova M.V. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Biotechnology, Biysk Institute of Technology (Branch), I.I. Polzunov Altai State Technical University Biysk. E-mail: obrezkova1962@mail.ru

Shkolnikova M.N. – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Biotechnology, Biysk Institute of Technology (Branch), I.I. Polzunov Altai State Technical University, Biysk. E-mail: shkolnikova.m.n@mail.ru

В настоящее время встает вопрос дефицита молочного сырья, поэтому все более актуальным и экономически целесообразным является его переработка биотехнологическими методами и использование всех его составляющих компонентов. Несмотря на то, что молочная сыворотка обладает доказанной ценностью для организма – благотворно влияет на пищеварительный тракт, очищает кишечник, нормализует флору, выводит токсины, шлаки, стимулирует работу печени и почек, большинство молокоперерабатывающих предприятий нерационально используют вторичные ресурсы ввиду чрезвычайно непродолжительного срока хранения. Перспективным направлением использования молочной сыворотки является разработка технологий производства напитков на ее основе, в том числе с добавлением фруктовых соков и пюре, которые также значительно повышают физиологическую ценность комбинированных напитков за счет полифенолов, вита-

*минов, органических кислот и минеральных веществ фруктов. В статье приводится характеристика комбинированных ферментированных напитков на основе молочной подсырной сыворотки и нектара «Банановый с мякотью», для получения которых предложено ввести стадию ферментации пробиотическими микроорганизмами – ацидофильными бактериями *Lactobacillus acidophilus*. Исследованы показатели качества и представлены результаты дегустационной оценки полученных образцов напитка с добавлением нектара «Банановый с мякотью» в количестве 10, 20 и 30 % от объема сыворотки, результаты исследований по изменению титруемой кислотности, количества заквасочной пробиотической микрофлоры (бактерий ацидофильной палочки) в процессе ферментации комбинированной смеси. По результатам проведенных исследований предполагается разработка технологии и рецептуры комбинированного напитка на основе подсырной сыворот-*

ки и фруктового сока с пробиотической микрофлорой.

Ключевые слова: комбинированный продукт, подсырная сыворотка, функциональные продукты, ферментация, молочнокислые бактерии, пробиотическая микрофлора.

*Nowadays there is a question of dairy raw materials deficiency and therefore economically expedient is its processing, by biotechnological methods, and using all its components is more and more actual. In spite of the fact that lactoserum possesses proved value for the organism as it has beneficial effect on digestive tract, clears intestines, normalizes flora, removes toxins, slags, stimulates the work of the liver and kidneys, the majority of milk-processing enterprises irrationally use secondary resources due to extremely short shelf life. The perspective direction of using lactoserum is the development of production technologies of beverages on its basis, including those with the addition of fruit juice and purees which also considerably increase physiological value of combined beverages thanks to polyphenols, vitamins, organic acids and mineral substances of fruit. The characteristic of combined fermented beverages on the basis of the whey and 'Banana with Pulp' nectar for which receiving it is offered to enter fermentation stage pro-biotic microorganisms, i.e. acidophile bacteria of *Lactobacillus acidophilus* is provided in the study. The indicators of quality are investigated and the results of tasting assessment of the received beverage samples with addition of 'Banana with pulp' nectar in the number of 10, 20 and 30 % of whey volume, the results of researches on the change of titrable acidity, the quantity of fermenting pro-biotic microflora (bacteria of acidophile stick) in the course of fermentation of combined mix are presented. By the results of conducted researches the development of technology and the compounding of combined beverage on the basis of the whey and fruit juice with pro-biotic microflora are suggested.*

Keywords: combined product, whey, functional products, fermentation, lactic acid bacteria, probiotic microflora.

Введение. В последнее десятилетие мировое научное сообщество говорит о необходимости корректировки пищевого рациона современного человека в сторону снижения калорийности, обогащения витаминами, микроэлементами, пищевыми волокнами, пробиотиками [1–6]. Достичь этого можно употреблением функциональных

продуктов питания, производство которых имеет тенденцию к росту объема и расширению ассортимента. Причем предпочтение отдается технологиям, позволяющим, помимо обогащения нутриентами, параллельно решать задачи создания безотходных производственных циклов и требующим минимум дополнительного оборудования для их реализации [7, 8].

Цель работы. Разработка рецептуры комбинированных ферментированных напитков на основе подсырной молочной сыворотки и фруктового сока с ферментацией пробиотическими микроорганизмами – ацидофильными бактериями *Lactobacillus acidophilus*.

Задачи исследования: подобрать соотношение ингредиентов рецептуры; изучить изменение основных показателей комбинированного напитка в процессе его получения – органолептических, физико-химических, и микробиологических.

Объекты и методы исследования. В качестве исходных сырьевых компонентов использовали свежую подсырную сыворотку, полученную в лаборатории путем отделения сычужного сгустка после ферментативной денатурации белков молока, и нектар «Банановый с мякотью» марки «ФрутоНяня», (ОАО «Прогресс», г. Липецк), выбор которого обусловлен схожими с сывороточной консистенцией и вкусоароматическими характеристиками.

Показатели качества несоленой подсырной сыворотки определяли общепринятыми и стандартными методами в соответствии с ГОСТ Р 53438-2009 [9, 10]. Синергетические характеристики оценивали методом центрифугирования сформированных сгустков при частоте вращения ротора 1000 об/мин в течение 5 минут, количество молочнокислых микроорганизмов в образцах – методом разведений проб готового продукта с последующим посевом на агаризованные среды с гидролизированным молоком и термостатированием в течение трех суток.

Результаты исследования и их обсуждение. Несмотря на множество известных способов переработки молочной сыворотки, проблема ее утилизации по-прежнему сохраняется [11]. В то же время растет популярность напитков на сывороточной основе. При этом технология их производства проста, включает стадии: пастеризацию или стерилизацию сыворотки, фильтрование / или ультрафильтрование, охлаждение, внесение фруктовых или ягодных наполнителей, загустителей, стабилизаторов, ароматизаторов, перемем-

шивание и розлив [12]. В данной работе предложено ввести стадию ферментации пробиотическими микроорганизмами – ацидофильными бактериями *Lactobacillus acidophilus*. При этом дополнительного оборудования не требуется, так как может быть использован резервуар для сква-

шивания кисломолочных напитков.

Качество подсырной сыворотки отвечало требованиям нормативной документации (табл. 1).

Характеристика нектара «Банановый с мякотью» приведена в таблице 2.

Таблица 1

Физико-химические показатели подсырной сыворотки

Показатель	Значение показателя	Требования ГОСТ Р 53438-2009
Плотность, кг/м ³	1024	-
Кислотность, °Т	16	Не более 20
Массовая доля белка, %	0,8	-
Массовая доля сухих веществ, %	8,0	Не менее 5,6

Таблица 2

Характеристика нектара «Банановый с мякотью»

Показатель	Значение показателя
Состав*	Банановое пюре, сахар, лимонная кислота (регулятор кислотности), аскорбиновая кислота (антиокислитель), специально подготовленная вода. Объемная доля фруктового пюре – не менее 25 %
Плотность, кг/м ³	1028
Кислотность, °Т	14
Массовая доля белка, %	0
Массовая доля сухих веществ, %	12
Калорийность*, ккал/100 г	48

* по данным маркировки потребительской тары.

Далее для составления комбинированной смеси подсырную сыворотку предварительно автоклавировали при 112 °С в течение 15 мин, затем в стерильных условиях фильтровали через марлевый фильтр для отделения свернувшегося под

действием температуры и давления белка и составляли варианты смеси, заменяя часть сыворотки на нектар. Физико-химические показатели полученных образцов представлены в таблице 3.

Таблица 3

Физико-химические характеристики комбинированной смеси

Показатель	Массовая доля нектара в смеси, %			
	0 (контроль)	10	20	30
Плотность, кг/м ³	1025	1027	1028	1029
Кислотность, °Т	16,0	15,5	15,0	14,5
Массовая доля белка, %	0,80	0,75	0,68	0,61
Массовая доля сухих веществ, %	8,00	8,85	9,15	9,95

Полученные данные вполне закономерны – плотность и массовая доля сухих веществ увеличиваются по мере увеличения массовой доли нек-

тара в смеси, поскольку эти показатели для фруктового наполнителя имеют более высокие значения, чем для сыворотки. Кислотность и массовая

доля белка уменьшаются по аналогичным причинам, в частности нектар не содержит белковой составляющей.

Приготовление комбинированного ферментированного напитка. В подготовленные варианты фруктово-сывороточной смеси вносили закваску ацидофильной палочки в количестве 2 % от ее объема, термостатировали при температуре 37 °С. В процессе ферментации наблюдали за нарастанием титруемой кислотности. Ферментацию вели до значения 80 °Т, руководствуясь нор-

мативной документацией на кисломолочный напиток «Ряженка» [13]. Результаты эксперимента представлены на рисунке 1.

Согласно полученным данным (рис. 1), чем больше массовая доля нектара в комбинированной фруктово-сывороточной смеси, тем быстрее достигается заданное значение титруемой кислотности: в контрольном образце – через 6 ч, при внесении 10, 20 и 30 % нектара – через 5,5; 5,0 и 4,5 ч соответственно.

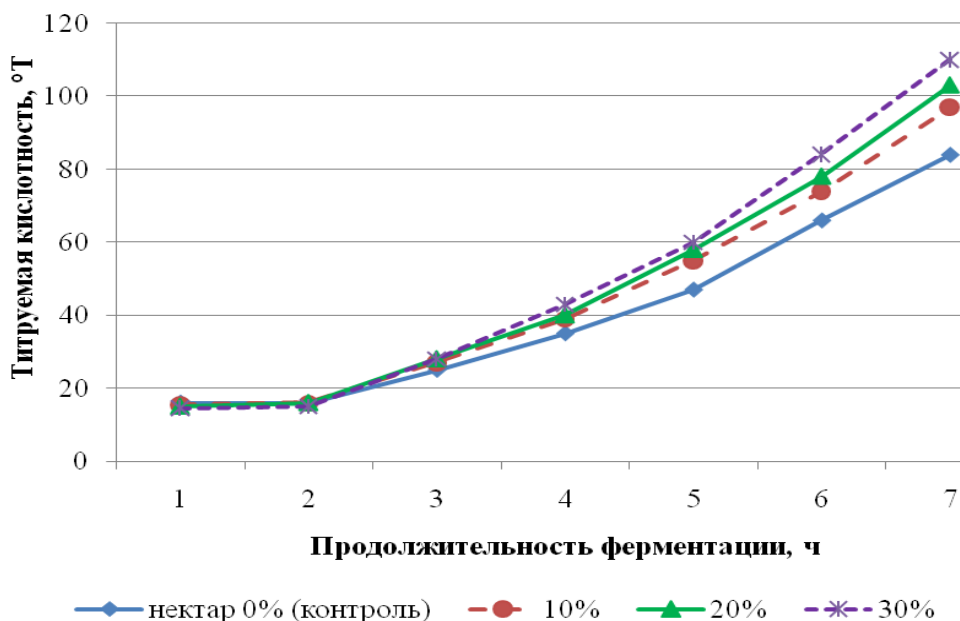


Рис. 1. Динамика титруемой кислотности фруктово-сывороточной смеси в процессе ферментации

Поскольку полученные образцы комбинированного фруктово-сывороточного бионапитка не являются в прямом смысле кисломолочными, то существует необходимость определения диапазона значений кислотности, регламентирующего момент окончания процесса ферментации, при котором органолептические характеристики будут наилучшими. Поэтому в процессе сквашивания отбирали варианты образцов по достижении титруемой кислотности 40, 50, 60, 70 и 80 °Т и проводили их дегустационную оценку, при этом оценивали цвет, запах, вкус, консистенцию. Оптимальным диапазоном кислотности, определяющим окончание ферментации, является интервал значений от 40 до 50 °Т: вкус и аромат свежие, гармоничные, с приятным банановым оттенком

или без такового (в случае контрольного образца), цвет и консистенция равномерные, однородные. Продолжительность ферментации составила от 2,5 ч для образца с внесением 30 % нектара (значение титруемой кислотности 40 °Т) до 4,5 ч для контрольного образца (значение титруемой кислотности 50 °Т)

Исследование динамики количества пробиотической микрофлоры в процессе ферментации. На следующем этапе работы проводили периодические высевы образцов напитка на плотные агаризованные среды с гидролизированным молоком для оценки интенсивности изменения численности ацидофильных бактерий в течение процесса ферментации. Результаты данной серии опытов представлены в таблице 4 и на рисунке 2.

**Зависимость изменения количества ацидофильных бактерий
от массовой доли фруктового нектара**

Массовая доля нектара «Банановый с мякотью» в образце, %	Продолжительность ферментации, ч					
	0	1	2	3	4	5
	Численность ацидофильных бактерий, КОЕ/мл (N)					
	$\times 10^2$	$\times 10^2$	$\times 10^4$	$\times 10^7$	$\times 10^9$	$\times 10^{10}$
0 (контроль)		3	5	7	10	10
10	3	20	10	35	22	20
20		50	50	80	74	65
30		80	90	110	97	81

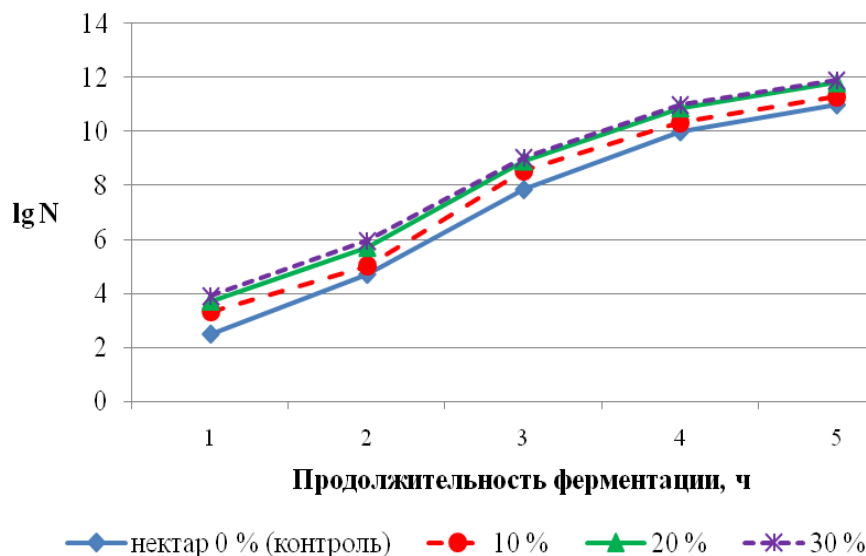


Рис. 2. Изменение количества заквасочной микрофлоры в процессе ферментации комбинированной смеси

Начальное количество молочнокислых микроорганизмов составило $3 \cdot 10^2$ КОЕ/мл. Увеличение массовой доли фруктового наполнителя от 0 до 30 % приводит к соответствующему увеличению количества заквасочных микроорганизмов в среднем на порядок. В целом от момента внесения и по истечении 5 ч ферментации количество ацидофильных бактерий возрастает с 10^2 до 10^{10} КОЕ/мл.

Заключение. Фруктово-сывороточная смесь с массовой долей нектара «Банановый с мякотью» от 10 до 30 % характеризуется следующими свойствами: плотность 1025–1029 кг/м³; кислотность 16–14,5 °Т; массовая доля сухих веществ 8–9,95 %; массовая доля белка 0,80–0,61 %. В процессе ферментации комбинированной смеси титруемая кислотность 80 °Т достигается через 5,5; 5,0 и 4,5 часа соответственно.

Оптимальным диапазоном кислотности, рег-

ламентирующим окончание процесса ферментации комбинированной смеси, является интервал от 40 до 50 °Т.

Установлено, что количество пробиотических ацидофильных бактерий возрастает от 10^2 до 10^{10} КОЕ/мл за 5 часов ферментирования фруктово-сывороточной смеси.

Литература

1. Бобренева И.В. Функциональные продукты питания: учеб. пособие. – СПб.: Интермедия, 2012. – 180 с.
2. Пищевая химия: учеб. / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова [и др.]; под общ. ред. А.П. Нечаева. – 6-е изд., стер. – СПб.: Гиорд, 2015. – 672 с.
3. Брыкалов А.В., Пилипенко Н.Ю. Разработка технологии напитков на основе молочной сы-

- воротки, обогащенных фитокомпонентами // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 98 (04). – 12 с.
4. Пакен П.Г. Функциональные напитки и напитки специального назначения: пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2010. – 496 с.
 5. Кожухарь Е.Н., Нарылкова К.В., Невзоров В.Н. Исследование и обоснование рецептуры напитка функционального назначения с использованием природных ресурсов Сибири // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 8. – С. 138–144.
 6. Шавыркина Н.А., Обрезкова М.В., Скиба Е.А. Основы промышленной микробиологии: учеб. пособие / Алт. гос. техн. ун-т. – 2-е изд., испр. – Бийск, 2017. – 109 с.
 7. Храмов А.Г. Феномен молочной сыворотки. – М.; СПб.: Профессия, 2011. – 804 с.
 8. Пат. 2491826 Российская Федерация, МПК А23С 21/00. Способ производства напитка на основе молочной сыворотки / Брыкалов А.В. (RU), Пилипенко Н.Ю. (RU); заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет» (RU). – № 2012108903/10; заявл. 07.09.2012; опубл. 10.09.2013, Бюл. № 25. – 5 с.
 9. ГОСТ Р 53438-2009. Сыворотка молочная. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2010. – 12 с.
 10. ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности. – М.: Стандартинформ, 2009. – 9 с.
 11. Щетинин М.П., Дорохова А.С. Производство и переработка молочной сыворотки в России и Алтайском крае // Ползуновский вестник. – 2013. – № 4-4. – С. 80–84.
 12. Справочник по переработке молочной сыворотки. Технологии, процессы и аппараты, мембранное оборудование: справ. / Г.Б. Гаврилов [и др.]. – СПб.: Профессия, 2015. – 176 с.
 13. ГОСТ 31455-2012. Ряженка. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. – 8 с.
 - 180 с.
 2. Pishhevaja himija: ucheb. / A.P. Nechaev, S.E. Traubenberg, A.A. Kochetkova [i dr.]; pod obshh. red. A.P. Nechaeva. – 6-e izd., ster. – SPb.: Giord, 2015. – 672 s.
 3. Brykalov A.V., Pilipenko N.Ju. Razrabotka tehnologii napitkov na osnove molochnoj syvorotki, obogashennyh fitokomponentami // Nauchnyj zhurnal KubGAU. – 2014. – № 98 (04). – 12 s.
 4. Paken P.G. Funkcional'nye napitki i napitki special'nogo naznachenija: per. s angl. – SPb.: Professija, 2010. – 496 s.
 5. Kozhuhar' E.N., Narylkova K.V., Nevzorov V.N. Issledovanie i obosnovanie receptury napitka funkcional'nogo naznachenija s ispol'zovaniem prirodnyh resursov Sibiri // Vestnik KrasGAU. – 2015. – № 8. – S. 138–144.
 6. Shavyrkinina N.A., Obrezkova M.V., Skiba E.A. Osnovy promyshlennoj mikrobiologii: ucheb. posobie / Alt. gos. tehn. un-t. – 2-e izd., ispr. – Bijsk, 2017. – 109 s.
 7. Hramcov A.G. Fenomen molochnoj syvorotki. – M.; SPb.: Professija, 2011. – 804 s.
 8. Pat. 2491826 Rossijskaja Federacija, MPK A23S 21/00. Sposob proizvodstva napitka na osnove molochnoj syvorotki / Brykalov A.V. (RU), Pilipenko N.Ju. (RU); zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet» (RU). – № 2012108903/10; zajavl. 07.09.2012; opubl. 10.09.2013, Bjul. № 25. – 5 s.
 9. GOST R 53438-2009. Syvorotka molochnaja. Tehnicheskie uslovija. – M.: Standartinform, 2010. – 12 s.
 10. GOST 3624-92. Moloko i molochnye produkty. Titrimetricheskie metody opredelenija kislotnosti. – M.: Standartinform, 2009. – 9 s.
 11. Shhetinin M.P., Dorohova A.S. Proizvodstvo i pererabotka molochnoj syvorotki v Rossii i Altajskom krae // Polzunovskij vestnik. – 2013. – № 4-4. – S. 80–84.
 12. Spravochnik po pererabotke molochnoj syvorotki. Tehnologii, processy i apparaty, membrannoe oborudovanie: sprav. / G.B. Gavrilov [i dr.]. – SPb.: Professija, 2015. – 176 s.
 13. GOST 31455-2012. Rjazhenka. Tehnicheskie uslovija. – M.: Standartinform, 2013. – 8 s.

Literatura

1. Bobreneva I.V. Funkcional'nye produkty pitaniija: ucheb. posobie. – SPb.: Intermedija, 2012. –
13. GOST 31455-2012. Rjazhenka. Tehnicheskie uslovija. – M.: Standartinform, 2013. – 8 s.