

УДК 637.344.8:663.479.1

Технологические аспекты производства сброженного зернового напитка на основе молочной сыворотки

Н.В. Доржиева, dorjieva.nadezh@yandex.ru
канд. техн. наук **Е.П. Сучкова**, silena07@bk.ru
Университет ИТМО
191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Исследовали внесение зернового компонента в напиток на основе молочной сыворотки. При проведении органолептической оценки доза внесения зернового компонента составила 10 г на 100 см³ молочной сыворотки. Для улучшения внешнего вида и придания напитку характерного запаха и вкуса зерна дополнительно осуществлялась обжарка зерна при температуре (220±15)°С в течение 0,5 мин для муки и 1 мин для крупы, толщина слоя 0,5 см. Изучали процесс перехода водорастворимых веществ из зернового компонента в водный раствор. Наибольший переход наблюдался в образце с ячменной мукой. Основой напитка была выбрана подсырная сыворотка, содержащая около 50% сухих веществ молока. В молочную сыворотку добавляли зерновой компонент для повышения ее биологической ценности и вносили заквасочную микрофлору на основе дрожжей и ацидофильной палочки. Напиток выдерживали при температуре (22±2)°С в течение первых двух часов, затем температуру повышали до (38±2)°С и оставляли еще на 3 часа. Измеряли титруемую кислотность напитка через каждый час. По завершению сквашивания кислотность готового напитка в среднем составляла для образцов с пшеничной мукой 43,6°Т, а для образцов с пшеничной крупой 36,2°Т. Показано, что разное время внесения ацидофильной палочки незначительно сказывается на общей кислотности готового напитка, поэтому целесообразно вносить дрожжи и ацидофильную палочку одновременно.

Ключевые слова: продукты из сыворотки; слабоалкогольные напитки; зерновой напиток; подсырная сыворотка; пшеница; ячмень.

DOI: 10.17586/2310-1164-2016-11-1-21-26

Production of a fermented whey-based grain beverage: technological aspects

Nadezhda V. Dorzhieva, dorjieva.nadezh@yandex.ru
Ph.D. Elena P. Suchkova, silena07@bk.ru
ITMO University
9, Lomonosov str., St. Petersburg, 191002, Russia

This paper examines the introduction of a grain component into a drink based on milk whey. During the organoleptic evaluation the application rate of the grain component was 10 g per 100 cm³ of whey. To improve the appearance and give a characteristic smell and taste of the beverage grain the roasting of the grain with a layer thickness of 0.5 cm was additionally carried out at the temperature of 220 ± 15°C for 0.5 min for wheat flour and for 1 min for wheat grits. The process of the transition of water-soluble substances from the grain component to the aqueous solution was analyzed, The sample with barley flour was shown to possess the greatest transition. The whey, selected as a base, contained about 50% of milk solids. In the whey a grain component was added to increase the biological value of the serum and a starter population was made on the basis of yeast and acidophilus bacillus. The beverage was kept at 22 ± 2°C for the first two hours, then the temperature was raised to 38 ± 2°C and left for additional 3 hours. Titrated acidity of the drink was measured every hour. Upon completion of fermentation the acidity of the finished beverage averaged 43.6°Т for samples with wheat flour, and 36.2°Т for wheat grits. According to the analysis results the different time of acidophilus bacillus introduction had a slight effect on the overall acidity of the finished beverage, so it is more expedient to introduce yeast and acidophilus bacillus simultaneously.

Keywords: products from whey; low-alcohol beverages; grain beverage; whey; wheat; barley.

Введение

Сегодня тенденция здорового питания развивается все стремительнее. Особое место в этом направлении занимают безалкогольные напитки, так как с давних времен они утоляли жажду и несли в себе дополнительные источники макро- и микроэлементов [1].

В качестве основы безалкогольного напитка авторы выбрали молочную сыворотку – побочный продукт производства творога и сыра. Она содержит макро- и микроэлементы молока, сывороточные белки и молочный сахар. Состав молочной сыворотки позволяет рассматривать ее использование как питательную среду для развития микроорганизмов, применяемых для производства ряда продуктов [2].

Для обогащения молочной сыворотки использовалось растительное сырье – зерновые культуры пшеница и ячмень. Пшеница относится к семейству злаки, богата незаменимыми аминокислотами, содержит витамины Е, F, PP, C и группы B. Ячмень также относится к семейству злаки и является источником незаменимых аминокислот, клетчатки, макро- и микроэлементов, витаминов PP и группы B [3].

Проблема использования полученной в производстве молочной сыворотки стоит достаточно остро. Как в прошлом, так и в настоящее время переработка сыворотки ведется достаточно ограниченно, и говорить о ее полном рациональном использовании не приходится [4]. Большинство молочных производств лишь сушат и деминерализуют молочную сыворотку, тем самым останавливаясь на полпути. Ведь возможности применения и употребления молочной сыворотки до конца еще не изучены [5, 6]. Сухая молочная сыворотка в пищевой промышленности находит свое применение в кондитерской и хлебопекарной промышленности, однако ее использование ограничено ввиду высокого содержания макро- и микроэлементов, а также высокой кислотности творожной сыворотки, что также сказывается на физико-химических показателях готового продукта [7, 8]. Регулируемая деминерализация сыворотки позволяет использовать ее в качестве ингредиента в детском, лечебно-профилактическом и специальном питании. Концентрат сывороточных белков широко используется в мясной, рыбной, молочной и кондитерской промышленности. Сухая лактоза применяется в фармацевтических, пищевых производствах. Однако способ получения высокоочищенной лактозы для лекарственных средств весьма затруднителен [9, 10].

Ученые Северо-Кавказского Федерального университета (М.С. Золоторева, Д.Н. Володин, Б.В. Чаблин, И.А. Евдокимов, В.К. Топалов) предлагают использовать мембранные технологии для глубинной переработки молочной сыворотки. Путем мембранного фракционирования из молочной сыворотки получают необходимый компонент с нужной степенью концентрации и очистки, что расширяет ее использование [11].

Несомненно, присутствует необходимость разработки технологий, облегчающих процессы переработки и использования молочной сыворотки. Сыворотка может выступать в качестве основы для выработки напитков на основе брожения молочного сахара, что позволит увеличить ассортимент напитков и их разнообразие.

Цель данной работы – исследование технологических аспектов выработки зернового напитка, исходя из чего, были поставлены следующие задачи: определить дозу внесения зернового компонента; подобрать заквасочную культуру; провести органолептическую оценку.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований были использованы восстановленная подсырная сыворотка, злаковые культуры ячмень и пшеница.

Работа проводилась в научно-исследовательской лаборатории кафедры Прикладной биотехнологии Университета ИТМО.

Для качественной и количественной оценки сырья и готовой продукции были использованы стандартные методы, применяемые в молочной промышленности.

На первом этапе восстанавливали сухую подсырную сыворотку. Сухую сыворотку вносили в дистиллированную воду при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ в соотношении 6:94. Подобранный коэффициент максимально приближен к среднему значению для натуральной подсырной сыворотки относительно содержания лактозы [12]. Пастеризация восстановленной молочной сыворотки осуществлялась при температуре $(76 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 30 с [13]. Сыворотку охлаждали до температуры $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и вносили зерновые компоненты.

Вторым этапом проводилась подготовка зерновых компонентов. Зерна промывали водой, высушивали, измельчали до степени дисперсности:

- 1) 0,71–1,00 мм (крупа);
- 2) 0,01–0,71 мм (мука).

Определение массовой доли сухих веществ проводилось в соответствии с ГОСТ 3626-73 «Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества (с Изменениями N 1, 2, 3)». Титруемая кислотность напитка в соответствии с ГОСТ 3624-92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности».

Результаты и их обсуждение

Для определения дозы внесения зернового компонента в восстановленную подсырную сыворотку вносили измельченный сырой зерновой компонент с шагом 5 г (образцы 5; 10; 15; 20; 25; 30 г) на 100 см³.

Все образцы имели желтый цвет, неоднородную консистенцию в виде осадка зернового компонента. Образцы с дозой внесения от 15 до 30 г имели выраженный вкус и запах сырого зерна, а образец с дозой внесения 5 г – слабо выраженный дрожжевой вкус и запах. Наиболее подходящим по органолептическим характеристикам на данном этапе был признан образец с дозой внесения 10 г. Поэтому для дальнейших исследований был выбран образец с дозой внесения 10 г.

Исследовалась степень перехода сухих веществ зерновых компонентов с дозой внесения 10 г в водный раствор. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Массовая доля сухих веществ зернового компонента

Показатель	Пшеничная крупа	Пшеничная мука	Ячменная крупа	Ячменная мука
Массовая доля сухих веществ, %	0,657	0,664	0,433	0,832

Как видно из данных таблицы 1, наблюдается зависимость интенсивности перехода экстрактивных веществ от степени дисперсности и вида вносимого зернового компонента. Наибольшие значения массовой доли сухих веществ, переходящих в раствор, наблюдались в образцах напитка с использованием ячменной муки. В образцах с пшеничным компонентом степень перехода практически не зависела от степени дисперсности.

Вследствие низкой органолептической оценки образцов с внесением сырого зернового компонента следующим этапом исследования стала отработка режимов термической обработки зерна для улучшения органолептических показателей. Температурные режимы и продолжительность обжарки зерен выбирали по органолептическим показателям: цвету, запаху, равномерности обжарки.

Были подобраны режимы и продолжительность обработки злаковых культур. При температуре (220±15)°C продолжительность обжарки для муки составила 0,5 мин и для крупы 1 мин, толщина слоя – 0,5 см. Готовые зерна имели окраску от светло-коричневой (для ячменя) до золотистой (для пшеницы) и обладали характерным приятным вкусом и запахом обжаренного зерна. Более длительная обжарка приводит к потемнению зерна, запаху гари и вкусу горечи, что объясняется активным прохождением реакции меланоидинообразования. В свою очередь бледный цвет зерна указывает на неполноту таких прошедших биохимических и физико-химических изменений, как клейстеризация и декстринизация крахмала [14].

В напитках данной категории часто используется смешанное брожение спиртовое и молочнокислородное, поэтому следующим этапом исследования являлся подбор заквасочной культуры, в качестве которой были использованы дрожжи хлебопекарные сухие быстродействующие (рода *Saccharomyces cerevisiae*). Основываясь на общепринятом способе применения, дрожжи смешивались с мукой (крупой) и вносились в подготовленную сыворотку. Температура сбраживания составила (22±2)°C, продолжительность – 2 часа.

В процессе сбраживания определяли нарастание титруемой кислотности смеси, результаты представлены в таблице 2 и на рисунке.

Таблица 2 – Нарастание титруемой кислотности смеси с дрожжами

Образцы	Начало сбраживания	Продолжительность сбраживания, ч						
		0,5	1	1,5	2	21	45	70
		Показатели титруемой кислотности, °Т						
Пшеничная мука	9	10	12	13	18	18	23	25
Пшеничная крупа	9	9	10	12	14	15	20	23

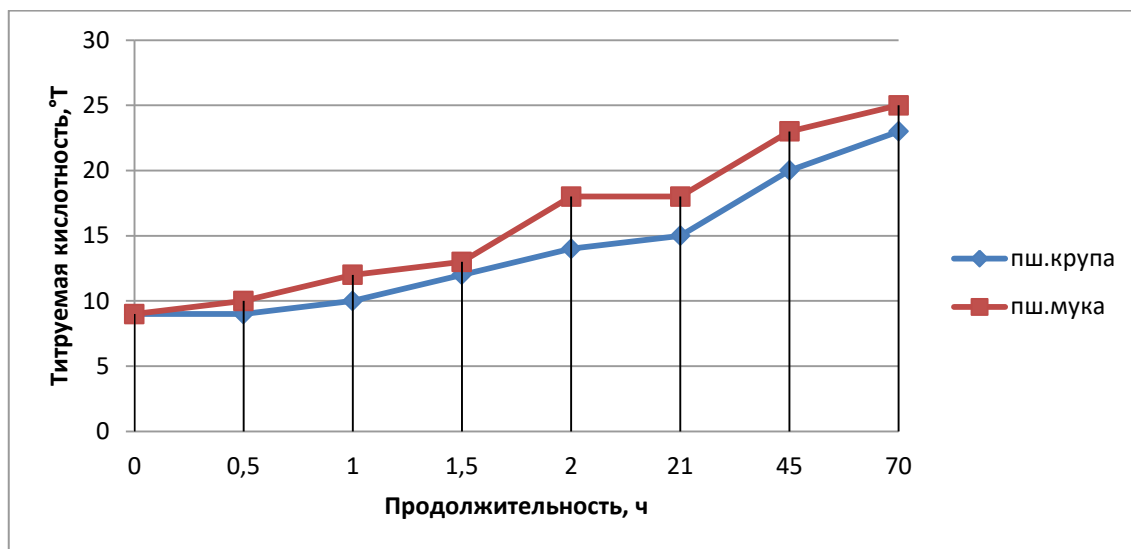


Рисунок – Нарастание титруемой кислотности смеси

Наблюдается более интенсивное нарастание кислотности в смеси с пшеничной мукой.

Для осуществления молочнокислого брожения в смесь добавляли закваску на чистых культурах *Lactobacillus acidophilus*. Ацидофильная палочка грамположительная, гомоферментативная молочнокислая бактерия, обитает в кишечнике человека и животных. Оптимальная температура развития 37–40°С, предельная кислотность – 220°Т. Палочка *L. Acidophilus* образует антибиотические вещества, поэтому ее часто используют в качестве конкурирующей микрофлоры для подавления развития гнилостной и посторонней микрофлоры. Обладает антагонистической активностью к возбудителям острых желудочно-кишечных инфекций, устойчива к действию ряда антибиотиков и способствует поддержанию и восстановлению нормальной микрофлоры после лечения антибиотиками вследствие приживаемости в кишечнике и используется для выработки кисломолочных продуктов для лечебного и профилактического питания. Однако *L. Acidophilus* характеризуются высокой энергией кислотообразования, что приводит к ухудшению органолептических показателей кисломолочных продуктов [15].

В данной работе исследовался процесс кислотонакопления при совместном культивировании с дрожжами. В состав всех образцов входили молочная сыворотка, пшеничная мука, дрожжи и закваска. Температура сквашивания образцов составляла (22±2)°С в течение первых двух часов, затем температуру повышали до (38±2)°С и выдерживали еще три часа.

В состав образцов входили молочная сыворотка, пшеничная крупа, дрожжи и закваска. На данном этапе исследовалось нарастание кислотности в образцах в зависимости от временной разности внесения молочнокислых микроорганизмов *L. acidophilus*:

Образец 1 – одновременно с дрожжами;

Образец 2 – через 0,5 ч;

Образец 3 – через 1 ч.

Кислотность смеси на момент начала сбраживания во всех образцах составляла 9°Т.

Результаты исследования динамики нарастания титруемой кислотности в образцах с пшеничной мукой приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Нарастание титруемой кислотности напитка с пшеничной мукой

Образцы	Начало сбраживания	Продолжительность сбраживания, ч				
		0,5	1	2	3	24
		Показатель титруемой кислотности, °Т				
Образец 1	9	12	13	15,5	18	43
Образец 2	9	11,5	13,5	15	18	43
Образец 3	9	10	13,5	15	18	45

Аналогично проводились исследования с пшеничной крупой. В состав образцов входили молочная сыворотка, пшеничная крупа, дрожжи и закваска.

Результаты исследования динамики нарастания титруемой кислотности в образцах с пшеничной крупой приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Нарастание титруемой кислотности напитка с пшеничной крупой

Образцы	Начало сбраживания	Продолжительность сбраживания, ч				
		0,5	1	2	3	24
		Показатель титруемой кислотности, °Т				
Образец 1	9	10,5	12,5	13	17	37
Образец 2	9	11	11,5	13,5	16	35
Образец 3	9	10	13	14	15	36,5

Полученные результаты демонстрируют, что временное различие внесения заквасочных культур незначительно сказывается на конечной кислотности напитка.

Заключение

На этапе подготовки зерна дополнительно был включен процесс обжарки зернового компонента для улучшения органолептических показателей.

При подборе заквасочных культур, несмотря на то, что *L. Acidophilus* является энергичным кислотообразователем, в образцах с зерновыми компонентами на основе молочной сыворотки при совместном культивировании с дрожжами не наблюдалось излишнего нарастания кислотности. Через 24 ч культивирования показатели кислотности не превышали значений, которые достигаются через 3–4 ч ферментации при выработке ацидофильных кисломолочных напитков.

Исследование совместного действия дрожжей и молочнокислых микроорганизмов при выработке сывороточных напитков с зерновыми наполнителями представляет интерес, и результаты могут быть применены при создании напитков с новыми органолептическими, диетическими и лечебными свойствами.

Литература

1. Демченко С.В., Барашкина Е.В., Батогов А.В., Стрельникова Е.С. Биохимическое обоснование использования молочной сыворотки при производстве безалкогольных // Известия вузов. Пищевая технология. 2007. № 5–6. С. 14–16.
2. Панфилова Ю.С., Иванцова М.Н., Селезнева И.С. Переработка органических отходов пищевых производств // Успехи современной науки. 2016. № 10. Т. 2. С. 26–33.
3. Иунихина В.С. Продукты на зерновой основе: возможности расширения ассортимента на современном этапе // Хлебопродукты. 2012. № 10. С. 10–11.
4. Демченко С.В., Барашкина Е.В., Малеева О.Л., Стрельникова Е.В., Батогов А.В. Новые технологии производства функциональных напитков на основе молочной сыворотки // Известия ВУЗОВ. Пищевая технология. 2008. № 2–3. С. 20–23;
5. Волкова Т.А. О роли продуктов из сыворотки // Молочная промышленность. 2012. № 4. С. 69.
6. Донская Г.А., Фриденберг Г.В. Молочная сыворотка в функциональных продуктах // Молочная промышленность. 2013. № 6. С. 52–54.
7. Гаврилов Г.Б., Кравченко Э.Ф. Пути рационального использования молочной сыворотки // Сыроделие и маслоделие. 2013. № 2. С. 10–13.
8. Володин Д.Н., Золоторева М.С., Костюк А.В., Топалов В.К., Евдокимов И.А., Чаблин Б.В., Гридин А.С. Использование сывороточных ингредиентов в производстве продуктов питания // Молочная промышленность. 2017. № 2. С. 65–67.

9. Донская Г.А., Фриденберг Г.В. Эффективные технологии использования молочной сыворотки // Молочная промышленность. 2009. № 12. С. 38–40.
10. Воронова Н.С., Овчаров Д.В. Разработка технологии функционального напитка на основе молочной сыворотки с овощными наполнителями // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 104(10). С. 953–969;
11. Золоторева М.С., Володин Д.Н., Чаблин Б.В., Евдокимов И.А., Топалов В.К. Мембранные технологии, как основа переработки молочной сыворотки в современных экономических // Молочная промышленность 2017. № 11. С. 42–44.
12. Забодалова Л. А., Водолазкин А.В., Евелева В.В. Исследование влияния содержания поваренной соли на кислотонакопление при сбраживании подсырной сыворотки // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2012. № 2.
13. Храмцов А.Г., Павлов В.А., Нестеренко П.Г. и др. Переработка и использование молочной сыворотки: Технологическая тетрадь. М.: Росаргопромиздат, 1989. 271 с.
14. Шевцов А., Острикова Е., Ткачев А. Тепловая обработка ячменя перегретым паром // Комбикорма. 2010. № 8. С. 43–44.
15. Красникова Л.В., Маркелова В.В., Вербицкая Н.Б., Добролеж О.В. Функциональные продукты из молочной сыворотки с использованием антагонистически активных штаммов ацидофильных лактобактерий // Известия вузов. Пищевая технология. 2012. № 1. С. 41–43.

Reference

1. Demchenko S.V., Barashkina E.V., Batogov A.V., Strel'nikova E.S. Biokhimičeskoe obosnovanie ispol'zovaniya molochnoi syvorotki pri proizvodstve bezalkogol'nykh [Biochemical substantiation of the use of whey in the production of non-alcoholic beverages]. *Food technology*. 2007, no. 5–6. pp. 14–16.
2. Panfilova Yu.S., Ivantsova M.N., Selezneva I.S. Pererabotka organicheskikh otkhodov pishchevykh proizvodstv [Processing of organic waste products]. *Modern science successes*. 2016, no.10, V. 2, pp. 26–33.
3. Iunikhina V.S. Produkty na zernovoi osnove: vozmozhnosti rasshireniya assortimenta na sovremennom etape [Products on a grain basis: the possibility of expanding the range at the present stage]. *Khleboprodukty*. 2012, no. 10, pp. 10–11.
4. Demchenko S.V. Barashkina E.V., Maleeva O.L., Strel'nikova E.V., Batogov A.V. Novye tekhnologii proizvodstva funktsional'nykh napitkov na osnove molochnoi syvorotki [New technologies for the production of functional drinks based on whey]. *Food technology*. 2008, no. 2–3, pp. 20–23.
5. Volkova T.A. O roli produktov iz syvorotki [About the role of products from whey]. *Dairy industry*. 2012, no. 4, P. 69.
6. Donskaya G.A., Fridenberg G.V. Molochnaya syvorotka v funktsional'nykh produktakh [Milk whey in functional products]. *Dairy industry*. 2013, no. 6, pp. 52–54.
7. Gavrilov G.B., Kravchenko E.F. Puti ratsional'nogo ispol'zovaniya molochnoi syvorotki [Ways of rational use of whey]. *Cheese-making and oil-making*. 2013, no. 2, pp.10–13.
8. Volodin D.N., Zolotoreva M.S., Kostyuk A.V. i dr. Ispol'zovanie syvorotochnykh ingredientov v proizvodstve produktov pitaniya [Use of whey ingredients in food production]. *Dairy industry*. 2017, no. 2, pp. 65–67.
9. Donskaya G.A., Fridenberg G.V. Effektivnye tekhnologii ispol'zovaniya molochnoi syvorotki [Effective technologies for the use of whey]. *Dairy industry*. 2009, no. 12, pp. 38–40.
10. Voronova N.S., Ovcharov D.V. Razrabotka tekhnologii funktsional'nogo napitka na osnove molochnoi syvorotki s ovoshchnymi napolnitelyami [Development of technology for a functional beverage based on whey with vegetable fillers]. *Scientific Journal of KubSAU*. 2014, no. 104(10), pp. 953–969.
11. Zolotoreva M.S. Volodin D.N., Chablin B.V. i dr. Membrannye tekhnologii, kak osnova pererabotki molochnoi syvorotki v sovremennykh ekonomicheskikh [Membrane technology as the basis for whey processing in the current economic conditions]. *Dairy industry*. 2017, no. 11, pp. 42–44.
12. Zabodalova L.A., Vodolazkin A.V., Eveleva V.V. Issledovanie vliyaniya soderzhaniya povarennoi soli na kislotonakoplenie pri sbrazhivanii podsyroi syvorotki [Investigation of the influence of the content of the table salt on acid accumulation during fermenting of whey whey]. *Processes and Food Production Equipment*. 2012, no. 2.
13. Khramtsov A.G., Pavlov V.A., Nesterenko P.G. i dr. *Pererabotka i ispol'zovanie molochnoi syvorotki: Tekhnologicheskaya tetrad'* [Processing and use of whey: Technological notebook]. Moscow, Rosargopromizdat Publ., 1989, 271 p.
14. Shevtsov A., Ostriкова E., Tkachev A. Teplovaya obrabotka yachmenya peregretyim parom [Thermal treatment of barley with superheated steam]. *Compound Feeds Magazine*. 2010, no. 8, pp. 43–44.
15. Krasnikova L.V., Markelova V.V., Verbitskaya N.B., Dobrolezh O.V. Funktsional'nye produkty iz molochnoi syvorotki s ispol'zovaniem antagonisticheskii aktivnykh shtammov atsidofil'nykh laktobakterii [Functional products from whey with the use of antagonistically active strains of acidophilus lactobacilli]. *Food technology*. 2012, no. 1, pp. 41–43.