

Исследование процессов биодegradации углеводов яблочного сокаКанд. техн. наук **Е.С. Белокурова**, oldseadog@inbox.ruканд. техн. наук **И.А. Панкина**, pankina_ilona@mail.ru*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**Высшая школа биотехнологии и пищевых технологий**194021, Россия, Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 50*

*Описаны механизмы биоферментации напитков на основе яблочных соков. Исследовали процессы гидролиза углеводов сока под действием двух видов микроорганизмов: дрожжей *Sacharomyces cerevisiae* и молочно-кислых бактерий *Lactobacillus plantarum*. Ферментации подвергали соки отечественного производства, реализуемые в розничной сети г. Санкт-Петербурга. Выполнена органолептическая оценка соков, определены важнейшие физико-химические свойства. Показано, что обоим образцам были присущи вкус, цвет, запах, характерные для яблочных соков. Для сока прямого отжима «ФрутоНяня» характерны наиболее выраженный гармоничный вкус и густая консистенция напитка с мякотью, равномерно распределенной по всей массе сока. Выявлены значительные различия в количественном содержании аскорбиновой кислоты: в соке прямого отжима ее почти в 1,5 раза выше, чем в восстановленном соке. В результате обработки микроорганизмами яблочных соков получены принципиально новые продукты: слабоалкогольный напиток (по всем группам показателей напоминает сидр) и безалкогольный напиток (квас). Определены их сенсорные и физико-химические показатели качества, содержание спирта, массовой доли действительного экстракта, аскорбиновой кислоты, количество редуцирующих сахаров. Напитки существенно различаются по некоторым физико-химическим показателям. Например, объемная доля спирта в соках, сброженных дрожжами *Sacharomyces cerevisiae*, более чем в 10 раз выше, чем в соках, сквашенных молочно-кислыми бактериями *Lactobacillus plantarum*; показатель титруемой кислотности, напротив, в первом случае ниже в среднем на 10%, чем в случае безалкогольного напитка. Причем степень сбразживания сока прямого отжима несколько выше, чем восстановленного, что доказывает и показатель активной кислотности (рН) полученных напитков. Экспериментальные данные показывают возможность проведения целенаправленного гидролиза углеводов с целью получения ферментированных напитков разного состава, пищевой ценности и назначения.*

Ключевые слова: биоферментация; яблочный сок; микроорганизмы; объемная доля спирта.

DOI: 10.17586/2310-1164-2016-9-4-58-64

Biodegradation of carbohydrates in apple juicePh.D. **Elena S. Belokurova**, oldseadog@inbox.ruPh.D. **Iona A. Pankina**, pankina_ilona@front.ru*Saint-Petersburg Polytechnic University named after Peter the Great**High School of Biotechnology and Food Technologies**194021, Russia, St. Petersburg, Novorossiyskaya str., 50*

*The article deals with bio fermentation of apple juice produced commercially. Hydrolysis in two juice samples under the influence of *Sacharomyces cerevisiae* yeasts and *Lactobacillus plantarum* lactic acid bacteria is analyzed. Juices for experiment were produced in Russia and sold in St. Petersburg. Their organoleptic and physicochemical properties were investigated. Both samples are shown to have taste, color, and flavor usual for apple juices. Frutonanya NFC juice has a more pronounced balanced taste and a thicker consistency, fruit pulp being distributed uniformly. NFC juices are demonstrated to have 1.5 higher content of ascorbic acid compared to reconstituted juices. After the microbiological treatment of the samples a low-alcohol beverage (of cider type) and a nonalcoholic beverage (kvas) were obtained. Their organoleptic and physicochemical properties were evaluated, alcohol content, original weight ratio, ascorbic acid content, and reducing sugar ratio being among them. The drinks demonstrate great difference in some physicochemical properties: e.g. alcohol by volume in the juices fermented by *Sacharomyces cerevisiae* is 10 times more than in ones fermented by *Lactobacillus plantarum*, and titratable acidity value is 10% less on the average for the low-alcohol beverage. We should note that degree of attenuation for a NFC juice is a bit higher than for a reconstituted juice. This is also proved by pH value of the beverages produced. The experimental data obtained prove the potential for forced carbohydrate hydrolysis to produce fermented drinks of different composition, nutritive value and purpose.*

Keywords: bio fermentation; apple juice; microorganisms; alcohol by volume.

Введение

Фруктовые и овощные соки являются натуральными продуктами, которые играют важную роль в рационе населения разных стран. Однако в России многие потребители считают их «продуктами для удовольствия» и не всегда уделяют им должное внимание.

Мировое потребление соков ежегодно увеличивается [1, 2], поэтому в этой отрасли не только растут инвестиции, но и внедряются инновационные технологии в производство соковой продукции. За последние десятилетия по уровню потребления соков Россия постепенно приблизилась к среднеевропейским показателям.

Технология производства соковой продукции тоже за этот период изменилась кардинальным образом. Предприятия по первичной переработке плодов и овощей всегда располагаются ближе к источникам сырья, а с распадом Советского Союза они остались на Украине, в Узбекистане, Казахстане и т.д., на территории России перерабатывающих заводов оказалось мало. Поскольку соки разливают в пакеты тетра-пак, то самым простым и дешевым способом стало изготавливать соки из концентрата, разбавляя их водой. За последние 10–15 лет ситуация начала меняться, но и сейчас предприятий, имеющих полный цикл производства и использующих свежее фруктовое или плодовоовощное сырье, немного. Эксперты считают, что сегодня доля импортного сырья составляет 80–85%, а отечественного – только 15–20%. Соки, полученные путем восстановления концентратов, менее полезны для организма, а соки прямого отжима по содержанию биологически-активных веществ практически идентичны свежим плодам и ягодам [3]. В этой связи технологии производства соковой продукции с использованием полного цикла производственной цепи в настоящее время являются актуальными и законодательно поддерживаются. Производство соков и сокосодержащих напитков с использованием отечественного сырья особенно актуально в условиях реализации в России политики импортозамещения.

Среди плодовых культур нашей страны лидирующее положение занимают яблоневые сады, что объясняет распространенность яблочного сока. К тому же его регулярное употребление в пищу благодаря высокой питательной и биологической ценности уменьшает риск возникновения некоторых заболеваний, в частности, онкологических и сердечно-сосудистых. Фруктовые соки содержат комплекс биологически активных веществ: витаминов, минеральных элементов, пребиотиков, пищевых волокон, природных антиоксидантов [4]. Химический состав яблок не постоянен, а находится в существенной зависимости от таких факторов, как сорт, климат произрастания, погодные условия, агротехника возделывания, степень зрелости и величина плодов, условия хранения и т. д.

Основным компонентом яблочных соков является вода (около 88,1%), которая выступает растворителем десятков органических и неорганических соединений. Химический состав яблочного сока по усредненным данным представлен на рисунке 1 [2, 5, 6].

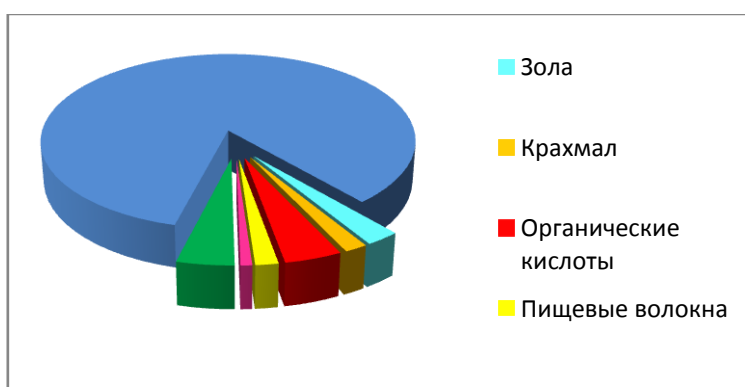


Рисунок 1 – Диаграмма соотношения основных нутриентов яблочного сока

Большую роль в формировании вкуса напитков на основе яблочного сока играют органические кислоты, содержание которых в яблочном соке достигает 0,5%. Доминирующей является яблочная кислота, составляющая более 70% всех кислот. Наряду с яблочной обнаружены также уруновые, фенольные, ароматические и другие [7]. Углеводы в большей степени представлены моно- и дисахаридами (9,9%), содержание крахмала – 0,2% [8]. Такое богатство полезных питательных веществ, содержащихся в яблочном соке, позволяет разнообразить им любую диету, добавив в рацион питания полезные витамины и сократив количество потребляемых калорий.

С технологической точки зрения подобные продукты наиболее удобны для внесения в них пищевых добавок, улучшающих общий состав и качество готового продукта, а также способствующих улучшению пищеварения организма, что играет немаловажную роль в формировании иммунитета человека [9].

Особый интерес с этой точки зрения представляет получение ферментированных напитков на основе фруктовых соков [10]. Одним из наиболее перспективных способов повышения физиологической ценности фруктовых напитков является их сбраживание заквасочными культурами молочнокислых бактерий. В процессе брожения получается принципиально новый продукт, содержащий и полезные микроорганизмы, и продукты метаболизма микроорганизмов – органические кислоты, незаменимые аминокислоты, витамины. Кроме того, полученный готовый продукт обладает повышенными антиоксидантными свойствами [11].

Цель данной работы – исследование процесса целенаправленного гидролиза углеводов яблочного сока под действием микроорганизмов.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования были выбраны яблочные соки, реализуемые в розничной сети Санкт-Петербурга. Образец № 1 – яблочный сок прямого отжима «ФрутоНяня» неосветленный, стерилизованный (изготовитель ОАО «Лебедянский»), изготовленный из концентрированного яблочного сока. Образец № 2 – яблочный сок «ФрутоНяня» осветленный, восстановленный (изготовитель ОАО «Лебедянский»), изготовленный из концентрированного яблочного сока без добавления сахара.

Представленные образцы яблочного сока были подвержены биоферментации. Для исследования процесса биодegradации углеводов яблочного сока были выбраны два вида микроорганизмов: дрожжи *Sacharomyces cerevisiae* и молочнокислые бактерии *Lactobacillus plantarum*, которые были выбраны не случайно: и дрожжи, и молочнокислые бактерии могут усваивать углеводы, но при этом накапливают различные продукты метаболизма. Процесс ферментации протекал по общепринятой для данных видов микроорганизмов схеме. Полученные продукты также являлись объектами исследования.

В данной работе использовались органолептические и физико-химические методы исследования качества сырья (яблочного сока) и готовых ферментированных напитков. Показателями качества яблочного сока, которые оцениваются в процессе органолептической оценки, являются цвет, прозрачность, аромат и вкус.

Массовую долю сухих веществ (в %) определяли по ГОСТ 8756.2-82 «Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ» рефрактометрическим методом по коэффициенту преломления.

Титруемая кислотность – важный показатель, характеризующий вкусовые свойства напитка. Кислая реакция яблочного сока обусловлена органическими кислотами: яблочной, винной, лимонной, молочной и др. Титруемую кислотность выражают в г/дм³ в пересчете на яблочную кислоту. Титруемую кислотность определяли по ГОСТ 25555.0-82 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности». Метод основан на титровании всех кислых соединений 0,1 моль/л раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина в качестве индикатора.

В работе определяли массовую долю аскорбиновой кислоты по ГОСТ 24556-81 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С». Метод основан на редуцирующих свойствах аскорбиновой кислоты, при котором раствор 2,6-дихлорфенолиндофенола (краска Тильманса) синей окраски восстанавливается в бесцветное соединение с экстрактами растения, содержащими аскорбиновую кислоту (АК).

Вместе с тем определяли активную кислотность (рН) образцов, по значениям которой судят о концентрации свободных ионов водорода в растворе. Для эксперимента использовали прибор марки рН-410. Электрод погружали в исследуемый раствор, через несколько секунд на мониторе высвечивалось значение рН. Полученные значения фиксировали только после их стабилизации. С активной кислотностью связана жизнедеятельность микроорганизмов. Так, при низких значениях рН микрофлора в напитках не нарастает.

Наряду с перечисленными исследовали физико-химические показатели, определяемые нами на анализаторе качества напитков марки «Колос-2», предназначенном для измерения массовой доли этилового спирта и массовой доли экстракта в спиртосодержащих напитках алкогольной, слабоалкогольной продукции и водно-спиртовых растворах, а также экстрактивности начального суслу в соответствии с методикой выполнения измерений, аттестованной в установленном порядке. С помощью прибора проводили определение массовой и объемной доли спирта, массовой доли действительного экстракта, устанавливали экстрактивность

начального сусла, видимый экстракт, плотность, а также видимую и действительную степень сбраживания и температуру. При выполнении эксперимента пробы сидра объемом 20 см³ предварительно освобождали от двуоксида углерода по ГОСТ 12787-81 «Пиво. Методы определения спирта, действительного экстракта и расчет сухих веществ в начальном сусле» и наливали в пробоприемник анализатора. Через 2–3 минуты на индикаторе анализатора высвечивались результаты измерений.

Редуцирующие сахара определяли по методу Бертрана. Метод Бертрана (перманганатный метод) определения сахаров основан на объемном определении количества закисной меди, образующейся при взаимодействии карбонильных групп сахаров с жидкостью Фелинга – комплексным соединением окиси меди с натриево-калиевой солью винной кислоты (сегнетовой солью). Осадок закиси меди окисляют в присутствии серной кислоты окисным железом, которое оттитровывают раствором перманганата калия. По количеству пошедшего на титрование раствора перманганата калия вычисляют содержание меди, которое с помощью таблиц переводят в эквивалентное содержание сахара.

Результаты и их обсуждение

Органолептические показатели качества яблочных соков представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические показатели исследуемых яблочных соков

Наименование образца	Показатели		
	Цвет	Вкус и запах	Внешний вид
Яблочный сок «ФрутоНяня» прямого отжима	однородный по всей массе, свойственный яблочному соку	вкус сладкий, характерный для продукции детского питания, запах слабовыраженный	однородная текучая жидкость с равномерно распределенной мякотью фруктов по всей массе сока
Яблочный сок «ФрутоНяня» восстановленный	однородный по всей массе, свойственный цвету яблок	вкус и запах характерные для свежих яблок, хорошо выраженные	прозрачная жидкость без взвесей и посторонних включений

Как видно из таблицы, обоим образцам были присущи вкус, цвет, запах, характерные для яблочных соков. Сок прямого отжима «ФрутоНяня» отличался гармоничным вкусом и более густой консистенцией с мякотью, равномерно распределенной по всей массе сока.

Исследуемые физико-химические показатели, содержание в образцах аскорбиновой кислоты и редуцирующих сахаров, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели, содержание в образцах аскорбиновой кислоты и редуцирующих сахаров

Наименование образца	Содержание растворимых сухих веществ, %	Массовая доля титруемых кислот в расчете на яблочную кислоту, %	pH	Массовая доля аскорбиновой кислоты, мг/100 г	Содержание редуцирующих сахаров, мг/дм ³
Яблочный сок «ФрутоНяня» прямого отжима	12,2±0,2	0,536±0,01	4,2±0,01	4,5	87,77
Яблочный сок «ФрутоНяня» восстановленный	11,2±0,2	0,402±0,01	4,1±0,01	2,1	80,17

По органолептическим и физико-химическим показателям оба образца соответствовали действующей в Российской Федерации нормативно-технической документации на данную продукцию: требованиям технического регламента таможенного союза на соковую продукцию из фруктов и овощей [12].

В результате биоферментации яблочных соков были получены напитки брожения на их основе [13,14]. Органолептическая характеристика полученных образцов приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Органолептическая оценка полученных ферментированных напитков

Показатель качества	Яблочный сок «ФрутоНяня» прямого отжима, сброженный дрожжами <i>Sacharomyces cerevisiae</i>	Яблочный сок «ФрутоНяня» прямого отжима, сквашенный молочно-кислыми бактериями <i>Lactobacillus plantarum</i>	Яблочный сок «ФрутоНяня» восстановленный сброженный дрожжами <i>Sacharomyces cerevisiae</i>	Яблочный сок «ФрутоНяня» восстановленный сквашенный молочно-кислыми бактериями <i>Lactobacillus plantarum</i>
Цвет	насыщенный темно-желтый	насыщенный темно-желтый	насыщенный темно-желтый	насыщенный темно-желтый
Прозрачность	прозрачный	прозрачный	прозрачный	прозрачный
Газообразование	обильное пенообразование, пузырьки газа прилипают к стенкам бокала, ощущение на языке легкого покалывания	слабое ощущение во вкусе двуокиси углерода	обильное пенообразование, пузырьки газа прилипают к стенкам бокала, ощущение на языке легкого покалывания	слабое ощущение во вкусе двуокиси углерода
Аромат	выраженный кисло-сладкий	кислый с терпкостью	выраженный кисло-сладкий	кислый с терпкостью
Вкус	гармоничный кисло-сладкий, с терпкостью, приятное с легкой кислинкой послевкусие	ярко выраженный кислый вкус	гармоничный кисло-сладкий, с терпкостью, приятное с легкой кислинкой послевкусие	ярко выраженный кислый вкус

Результаты исследования физико-химических показателей и содержание аскорбиновой кислоты полученных ферментированных напитков представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Физико-химические показатели полученных ферментированных напитков

Показатель качества	Яблочный сок «ФрутоНяня» прямого отжима, сброженный дрожжами <i>Sacharomyces cerevisiae</i>	Яблочный сок «ФрутоНяня» прямого отжима, сквашенный молочно-кислыми бактериями <i>Lactobacillus plantarum</i>	Яблочный сок «ФрутоНяня» восстановленный сброженный дрожжами <i>Sacharomyces cerevisiae</i>	Яблочный сок «ФрутоНяня» восстановленный сквашенный молочно-кислыми бактериями <i>Lactobacillus plantarum</i>
Массовая доля сухих веществ, %	4,000±0,012	4,600±0,015	4,300±0,014	4,800±0,016
Титруемая кислотность, г/дм ³	3,506±0,134	3,802±0,128	3,354±0,143	3,703±0,152
pH	3,53±0,01	3,72±0,01	3,58±0,01	3,78±0,01
Массовая доля этилового спирта, %	4,72±0,01	<0,5	4,45±0,01	<0,5
Объемная доля этилового спирта, %	6,13±0,01	<0,5	5,78±0,01	<0,5
Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100 г	1,934±0,007	1,556±0,007	1,311±0,005	1,038±0,005

В состав сока яблок входят такие важные в технологическом отношении для сбраживания ферментами микроорганизмов вещества, как моно- и полисахариды [15]. Моносахариды, являясь основным компонентом сухих веществ плодов яблок, почти полностью состоят из гексоз-глюкозы и фруктозы (редуцирующие сахара), а также сахарозы. Их количественное соотношение меняется в зависимости от сорта, но обычно фруктоза преобладает, составляя 50–70% общего количества сахаров. Другие моно- и олигосахариды встречаются в плодах чаще в виде соединений с другими компонентами. В целом содержание сахаров составляет 6–11%.

Полисахариды (полиозы), имеющиеся в яблоках, состоят в основном из крахмала, целлюлозы, гемицеллюлозы и пектинов. Крахмал является составной частью незрелых плодов и при их созревании большей частью расщепляется. При переработке яблок, особенно на шнековых прессах, крахмал переходит в сок, что осложняет его осветление. Есть данные, что около 200–400 мг/л полисахаридов переходит из плодов яблок в сок [2].

Выводы

По органолептическим и физико-химическим показателям видно, что при сбраживании яблочного сока различными видами микроорганизмов получают принципиально разные продукты: слабоалкогольный напиток и безалкогольный напиток. Основными продуктами метаболизма дрожжей являются этиловый спирт и углекислый газ, поэтому яблочный сок, сброженный *Saccharomyces cerevisiae*, по всем группам показателей напоминает сидр. Основным продуктом метаболизма *Lactobacillus plantarum* является молочная кислота, поэтому во втором случае получился яблочный квас.

По физико-химическим показателям из таблицы 4 видно, что образцы отличаются по содержанию этилового спирта и массовой доли аскорбиновой кислоты. Степень сбраживания выше у сока прямого отжима. По-видимому, это связано с тем, что в данном образце больше редуцирующих сахаров и меньше сахарозы. Редуцирующие сахара, являясь моносахарами, сбраживают быстрее дисахарида сахарозы, поэтому в данных образцах этилового спирта накопилось больше, чем в образцах из восстановленного яблочного сока.

Самые значительные изменения между исследуемыми образцами замечены в содержании аскорбиновой кислоты, которой в соке прямого отжима почти в 1,5 раза больше, чем в соке восстановленном. В данном случае это можно объяснить тем, что аскорбиновая кислота самый нестойкий из витаминов, быстро разрушающийся при доступе кислорода воздуха. При любых технологических операциях ее количество значительно снижается. В слабоалкогольном напитке витамина С значительно больше, чем в безалкогольном. По нашему мнению, в образце с содержанием этилового спирта больше содержится углекислого газа, создаются анаэробные условия, меньше контакта с кислородом воздуха и витамин С меньше окисляется. Но может быть и другая причина его низкого содержания, связанная с микроорганизмами, участвующими в процессе брожения, поскольку молочнокислым бактериям нужен витамин С для роста и развития.

Таким образом, имея одинаковое сырье и различные микроорганизмы, в производственных условиях можно осуществлять целенаправленный гидролиз сырья и получать различные виды готовой продукции: сидр и яблочный квас. Яблочный квас можно употреблять в пищу большему количеству потребителей, а наличие в нем пробиотических микроорганизмов позволяет отнести его к функциональным продуктам питания. Исследования в данном направлении продолжаются.

Литература

1. Тутельян В.А., Разумов А.Н., Вялков А.И., Михайлов В.И., Москаленко К.А., Одинец А.Г. Научные основы здорового питания. М.: Панорама, 2010. 816 с.
2. Шобингер У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии /пер. с нем. под общ. науч. ред. А.Ю. Колеснова, Н.Ф. Берестеня и А.В. Орещенко. СПб.: Профессия, 2004. 640 с.
3. Белокурова Е.С., Дмитриченко М.И. Качество и конкурентоспособность продовольственного сырья и пищевых продуктов: монография. СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2009. 119 с.
4. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Введ. 18.02.2008. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 38 с.
5. Мачарашвили Г.Н. Исследование состава ароматических веществ яблочного суслу, вина и сидра // Прикладная биохимия и микробиология, 1971. Т. 7. № 5. С. 566–570.
6. Скрипников Ю.Г. Производство плодово-ягодных вин и соков. М.: Колос, 1983. 256 с.
7. Юрченко Л.А. Биохимия яблочного виноделия. Минск: Наука и техника, 1983. 166 с.
8. Бурьян Н.И., Тюрина Л.В. Микробиология виноделия. М.: Пищевая промышленность, 1979. 271 с.
9. Белокурова Е.С., Борисова Л.М., Панкина И.А. Ферментация традиционного растительного сырья для получения функциональных пищевых продуктов // Актуальная биотехнология. 2015. № 1(12). С.13–17.
10. Белокурова Е.С., Борисова Л.М., Панкина И.А. Перспективные направления переработки овощного сырья Северо-Западного региона // Chemistry and chemical technology. Construction and architecture. Agriculture. 2014, V. 22, pp. 59–62.
11. Белокурова Е.С., Борисова Л.М., Семёнова Е.Ю. Разработка технологии получения ферментированных напитков функционального назначения из овощного сырья // Материалы международной научно-практической

- конференции «Проблемы гигиены и технологии питания. Современные тенденции и перспективы развития» (Донецк, 19–20 апреля 2012 г.). Донецк: Изд-во Донецкого ун-та эконом. и торговли им. Туган-Барановского, 2012 г., С. 16–17.
12. ТР ТС 023/2011. Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей. Введ. 01.07.2013 [Электронный ресурс] // Консорциум кодекс URL:// <http://docs.cntd.ru/document/902320562> (дата обращения 18.10.2016).
 13. Романова Е. В., Введенский В. В. Технология хранения и переработки продукции растениеводства: учеб. пособие. М.: РУДН, 2010. 185 с.
 14. Белокурова Е. С., Борисова Л. М., Панкина И. А. Инновационные технологии получения ферментированных напитков функционального назначения // Вопросы питания. 2016. № 2. С. 133–134.
 15. Applications of biotechnology to traditional fermented foods. *Report of an ad hoc panel of the Board on Science and Technology for International Development*. Washington, D.C: National Academy Press. 1992. pp.15–45

References

1. Tutel'yan V.A., Razumov A.N., Vyalkov A.I. Mikhailov V.I., Moskalenko K.A., Odinets A.G. *Nauchnye osnovy zdorovogo pitaniya* [Scientific basis for a healthy diet]. Moscow, Panorama Publ., 2010. 816 p.
2. Shobinger U. *Fruktovye i ovoshchnye soki: nauchnye osnovy i tekhnologii* [Fruit and vegetable juices: the scientific bases and technologies]. St. Petersburg, Professiya Publ., 2004. 640 p.
3. Belokurova E.S., Dmitrichenko M.I. *Kachestvo i konkurentosposobnost' prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevykh produktov: monografiya* [The quality and competitiveness of the food raw materials and food products]. St. Petersburg, SPbGUSE Publ., 2009, 119 p.
4. MR 2.3.1.2432-08. *Normy fiziologicheskikh potrebnostei v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiiskoi Federatsii* [The norms of physiological requirements in energy and nutrients for different groups of the Russian population]. Moscow, Federal'nyi tsentr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora Publ., 2009. 38 p.
5. Macharashvili G.N. Issledovanie sostava aromaticeskikh veshchestv yablochnogo susla, vina i sidra [The research of the composition of aromatic substances of the apple wort, wine and cider]. *Applied Chemistry and Microbiology*. 1971, V. 7, no. 5. pp. 566–570.
6. Skripnikov Yu.G. *Proizvodstvo plodovo-yagodnykh vin i sokov* [Production of fruit wines and juice]. Moscow, Kolos Publ., 1983, 256 p.
7. Yurchenko L.A. *Biokhimiya yablochnogo vinodeliya* [Biochemistry apple wine]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1983. 166 p.
8. Bur'yan N.I., Tyurina L.V. *Mikrobiologiya vinodeliya* [Microbiology of wine] Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1979. 271 p.
9. Belokurova E.S., Borisova L.M., Pankina I.A. Fermentatsiya traditsionnogo rastitel'nogo syr'ya dlya polucheniya funktsional'nykh pishchevykh produktov [The fermentation of traditional vegetable raw materials for the functional foods]. *Urgent biotechnology*. 2015, no. 1(12), pp.13–17.
10. Belokurova E.S., Borisova L.M., Pankina I.A. Perspektivnye napravleniya pererabotki ovoshchnogo syr'ya Severo-Zapadnogo regiona. [Perspective directions the processing of vegetable raw materials of Northwest region]. . *Chemistry and chemical technology. Construction and architecture. Agriculture*. 2014, V. 22, pp. 59–62.
11. Belokurova E.S., Borisova L.M., Semenova E.Yu. Razrabotka tekhnologii polucheniya fermentirovannykh napitkov funktsional'nogo naznacheniya iz ovoshchnogo syr'ya. [Development of technology for fermented drinks of the functional purpose of the vegetable raw material]. *Proceedings of the international scientific-practical conference "Problems of hygiene and food technology. Current trends and prospects"* (Donetsk, April 19–20, 2012). Donetsk: Donetsk Univ. economy. and trade. Tugan-Baranowski Publ., 2012, pp. 16–17.
12. ТР ТС 023/2011. *Tekhnicheskii reglament na sokovuyu produktsiyu iz fruktov i ovoshchei* [Technical regulations on juice production from fruit and vegetables] Vved. 01.07.2013. URL:// <http://docs.cntd.ru/document/902320562> (Accessed 18.10.2016).
13. Romanova E.V., Vvedenskii V.V. *Tekhnologiya khraneniya i pererabotki produktsii rastenievodstva* [Technology of storage and processing of plant products]. Textbook. Moscow, RUDN Publ., 2010, 185 p.
14. Belokurova E.S., Borisova L.M., Pankina I.A. Innovatsionnye tekhnologii polucheniya fermentirovannykh napitkov funktsional'nogo naznacheniya [Innovative technology of fermented beverages of the functional purpose]. *Food questions*. 2016, no. 2, С. 133–134.
15. Applications of biotechnology to traditional fermented foods. *Report of an ad hoc panel of the Board on Science and Technology for International Development*. Washington, D.C: National Academy Press. 1992. pp.15–45.

Статья поступила в редакцию 18.11.2016