

**Применение плодово-ягодного сырья в рецептурах горячих напитков**

Д-р техн. наук **О.В. Чугунова**, chugunova@usue.ru  
 канд. техн. наук **Д.В. Гращенко**, 1@edtd.ru, **А.В. Вяткин**, 3dognight2009@mail.ru  
*Уральский государственный экономический университет*  
*620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45*

Моделировали органолептически совместимые рецептуры горячих напитков с высокими антиоксидантными свойствами на основе плодово-ягодного сырья, произрастающего в Свердловской области, с добавлением чая черного байхового «Английский завтрак» и «Эрл Грей», чая байхового зеленого «Те Гуань Инь», «Молочный Улун» и «Зеленая сенча», чайных композиций и пакетированного чая различных торговых наименований. Дополнительно использовали высушенное лекарственно-техническое сырье и пряности. Установлено, что значения антиоксидантной активности пакетированных чаев и чайных напитков находятся в диапазоне 0,274–12,809 ммоль-экв/дм<sup>3</sup>; байховых чаев – в пределах 9,375–14,531 ммоль-экв/дм<sup>3</sup>; сырья растительного происхождения, выведенного в Свердловской области, – 0,513–8,227 ммоль-экв/дм<sup>3</sup>. При этом наибольшая общая антиоксидантная активность наблюдается у облепихи сорта Превосходная – 2,204 ммоль-экв/дм<sup>3</sup>; вишни сорта Владимирская – 4,971 ммоль-экв/дм<sup>3</sup>; аронии сорта Черноплодная – 8,026 ммоль-экв/дм<sup>3</sup>; черной смородины сорта Глобус – 8,227 ммоль-экв/дм<sup>3</sup>. Выявлено, что значение общей антиоксидантной активности (АОА) у разработанных горячих напитков, приготовленных из свежих плодов и ягод, составило 13,641–20,815 ммоль-экв/дм<sup>3</sup>, а у горячих напитков, приготовленных на основе замороженного полуфабриката из плодов и ягод, 13,576–20,772 ммоль-экв/дм<sup>3</sup>, что составляет 42–65% от рекомендуемой суточной нормы потребления в пересчете на аскорбиновую кислоту (значения АОА аскорбиновой кислоты – 32,024 ± 0,350 ммоль-экв/дм<sup>3</sup>). Показано, что разработанные горячие напитки обладают высокими значениями антиоксидантной активности, способствуя увеличению количества антиоксидантов в рационе потребителей и снижая негативное воздействие окислительного стресса. Предложенная технология приготовления горячих напитков с использованием замороженного полуфабриката позволяет значительно ускорить технологический процесс.

**Ключевые слова:** чайные напитки; плодово-ягодное сырье; антиоксидантная активность; оценка качества.

DOI: 10.17586/2310-1164-2020-10-4-39-52

**Application of fruit and berry raw materials in hot drink recipes**

D. Sc. **Olga V. Chugunova**, chugunova@usue.ru  
 Ph.D. **Dmitriy V. Graschenkov**, 1@edtd.ru, **Anton V. Vyatkin**, 3dognight2009@mail.ru  
*Ural State University of Economics*  
*62/45, 8 Marta/Narodnaya Volya str., Ekaterinburg, 620144, Russia*

The article presents research on the development of organoleptically compatible recipes and technologies for hot drinks of the pronounced antioxidant properties based on fruits and berries of varieties growing in the Sverdlovsk region with the addition of English Breakfast black tea, Earl Gray black tea, Tie Guan Yin green tea, Milk Oolong green tea, and Sencha green tea, as well as various brands of tea blends and tea-bags. In addition, we used dried medicinal and technical raw materials and spices. It was found that the values of the antioxidant activity (AOA) of tea bags and tea drinks are in the range from 0.274 to 12.809 mmol-eq/dm<sup>3</sup>; in the pekoe teas they are in the range from 9.375 to 14.531 mmol-eq/dm<sup>3</sup>; in the raw materials of plant origin growing in the Sverdlovsk region they are from 0.513 to 8.227 mmol-eq/dm<sup>3</sup>. The greatest total antioxidant activity has been observed in: Prevosshodnaya sea buckthorn cultivar– 2.204 mmol-eq/dm<sup>3</sup>; Vladimirskaya cherry variety – 4.971 mmol-eq/dm<sup>3</sup>; Chernoplodnaya aronia variety – 8.026 mmol-eq/dm<sup>3</sup>; Globus black currant variety– 8.227 mmol-eq/dm<sup>3</sup>. According to the research results, the total AOA value for developed hot drinks prepared from fresh fruits and berries was from 13.641 to 20.815 mmol-eq/dm<sup>3</sup>, and for hot drinks prepared on the basis of Frozen semi-finished product from fruits and berries – from 13.576 to 20.772 mmol-eq/dm<sup>3</sup>, which is 42-65% of the recommended daily consumption rate in terms of ascorbic acid (ascorbic acid AOA values – 32.024 ± 0.350 mmol – eq/dm<sup>3</sup>). The developed hot drinks have high values of antioxidant activity, which means that they can increase the amount of antioxidants in the diet of consumers and thereby reduce the negative impact of oxidative stress. The proposed technique of hot drinks manufacturing with the use of frozen semi-finished product allows to increase the rate of technological process significantly.

**Keywords:** tea drinks; fruit and berry raw materials; antioxidant activity; quality assessment.

## Введение

Использование сырья растительного происхождения для создания продукции общественного питания имеет ряд преимуществ за счет высоких органолептических свойств и биологически активных веществ (БАВ). Химический состав сырья растительного происхождения определяет возможность формирования и изменения вкуса, аромата и особенно цвета в результате технологических операций при изготовлении продуктов питания. Антиоксиданты плодов и ягод принимают участие в работе защитного механизма организма человека для противодействия заболеваниям, связанным с негативным воздействием свободных радикалов, способствуя ингибированию окислительных процессов.

Ранее наиболее известными природными антиоксидантами считали витамины Е, С и каротиноиды. Однако эти антиоксиданты не обладают достаточной активностью для эффективного применения с целью коррекции антиоксидантного статуса человека [1, 2]. Особую ценность представляют биофлавоноиды, обладающие антиканцерогенными, антисклеротическими, противовоспалительными и антиаллергическими свойствами. По антиоксидантной активности они в десятки раз превосходят витамины С, Е и каротиноиды.

Среди флавоноидов наиболее обоснована антиоксидантная активность флаванолов. Эти соединения эффективно хелатируют ионы железа и тем самым снижают вероятность протекания реакции Фентона. Имеются данные, доказывающие, что в условиях стресса они защищают липиды от перекисидации. Кроме того, известно, что окисленные флавоноиды рециклизуются – их восстанавливает аскорбиновая кислота [3].

Лучшими антиоксидантами среди флавоноидов считается – кверцетин. Он в пять раз более эффективен в сравнении с витаминами С и Е, а кроме того, хелатирует переходные металлы. Кверцетин обычно присутствует в растениях в форме рутина, представляющего собой кверцетин, у которого одна гидроксильная группа замещена рутинозой [1].

Исследования, направленные на рационализацию использования сырья растительного происхождения при разработке функциональных и специализированных продуктов питания, проводили В.М. Позняковский, О.В. Голуб, С.Н. Кравченко, М.И. Кременевская, Е.В. Пастушкова.

В работе коллектива авторов КемГиПП [4] показана возможность и перспективность использования сухих фруктов как сырья для промышленного производства безалкогольных напитков. Состав компонентов для напитков включает сухофрукты, сахарный сироп и лимонную кислоту.

В Мичуринском государственном аграрном университете разработаны, апробированы рецептуры, изготовлены и продегустированы образцы шести чайных композиций: «Бодрое утро», «Детский», «Женская гармония», «Мичуринская палитра», «Фруктовая энергия», «Упоительные вечера». Подбор компонентов для чайных композиций в рецептурах проводился в зависимости от содержания БАВ и антиоксидантной активности в сушеных фруктах, листьях и травах, а также в соответствии с литературными рекомендациями для функционального применения используемого растительного сырья. В ходе исследований установлено, что использование нетрадиционного растительного сырья, а также вторичных растительных ресурсов, в частности листьев плодовых и ягодных культур, трав, сухофруктов, цедры, выжимок для производства функциональных чайных напитков, дает возможность получения нового ассортимента фруктовых чайных напитков с высокими органолептическими показателями и антиоксидантными свойствами [5].

В исследованиях Т.В. Пилипенко, Л.Б. Коротышева [6] рассмотрена и обоснована возможность разработки функциональных напитков на основе черного байхового чая и добавок из сырья растительного происхождения (сушеные плоды аронии, шиповника и др.). В статье приведены данные по комплексному исследованию качества и функциональных свойств шести образцов чая. Оценку функциональных свойств чая проводили по таким показателям, как содержание танина, кофеина, витаминов С и Р, флавоноидов, а также по антиоксидантной активности готовых напитков.

Во всех исследованиях для приготовления напитков используется преимущественно сушеное растительное сырье, что значительно снижает пищевую ценность напитка за счет потери ценных веществ при сушке и частичном изменении органолептических показателей сушеного сырья [10–12]. В научных трудах нет данных по разработке рецептур горячих напитков антиоксидантной направленности с использованием сырья растительного происхождения Свердловской области непосредственно предприятиями общественного питания, что представляется актуальным.

Анализ ассортимента напитков, реализуемых в предприятиях общественного питания Екатеринбурга, и потребительских предпочтений в отношении их выбора показал необходимость расширения спектра, прежде всего, горячих напитков (31% посетителей отдает предпочтение чаям и чайным напиткам) [7–9].

Цель работы – разработка рецептур горячих напитков антиоксидантной направленности в условиях предприятий общественного питания на основе плодов и ягод сортов, районированных в Свердловской области.

### Материалы и методы исследования

Объектами исследования для определения антиоксидантной активности в работе выступили образцы чайной продукции компаний «Юнилевер» и «Орими-трейд», наиболее широко используемые на предприятиях общественного питания Екатеринбурга:

- чай байховый черный торговых наименований «Английский завтрак» и «Эрл Грей»;
- чай байховый зеленый торговых наименований «Те Гуань Инь», «Молочный Улун» и «Зеленая сенча»;

- чайные композиции торговых наименований «Английский садовник» (черный чай, смородина, ежевика, вереск), «Ирландский виски» (черный чай, миндаль), «Трое в лодке» (черный чай, клубника, малина, манго, василек), «Жасмин и ежевика» (зеленый чай, жасмин, подсолнечник, ежевика, земляника), «Японская липа» (зеленый чай, апельсин, ромашка);

- пакетированный чай Greenfield, в том числе черный чай торговых наименований Classic Breakfast, Fine Darjeeling, Kenyan Sunrise, Magic Yunnan, Premium Assam, Earl Grey Fantasy, Golden Ceylon, и черный ароматизированный чай торговых наименований Lemon Spark, Currant and Mint, Chocolate Toffee, Barberry Garden, Blueberry Nights, Easter Cheer, Spring Melody, Christmas Mystery, Vanilla Cranberry, зеленый чай – Japanese Sencha, Flying Dragon, Jasmine Dream, Milky Oolong и зеленый ароматизированный чай – Mango Delight, Lotus Breeze, Green Melissa, Tropical Marvel, а также чайные напитки – Festive Grape, Rich Camomile, Creamy Rooibos, Mate Aguante, Summer Bouquet, Ginger Red.

С целью повышения пищевой ценности и антиоксидантной активности в опытных образцах горячих напитков использовалось сырье растительного происхождения [12, 13], произрастающее в Свердловской области, в том числе плоды и ягоды следующих наименований:

- облепиха (*Hippóphae*) сорта Превосходная, малина (*Rúbus idáeus*) сорта Антарес, ежевика (*Rubus fruticosus*) сорта Агатоя, черная смородина (*Ribes nígrum*) сорта Глобус, вишня (*Prúnus subg. Cérasus*) сорта Владимирская, брусника (*Vaccínium vítis-idaéa*) сорта Рубин, клюква (*Oxycóccus*) сорта Краса Севера, голубика (*Vaccínium myrtillus*) сорта Аврора, арония черноплодная (*Arónia melanocárpa*) сорта Черноплодная.

Для исследования антиоксидантных показателей отобраны наилучшие сорта плодов и ягод, выведенных Свердловской селекционной станцией садоводства, обладающие такими положительными свойствами, как крупноплодность, высокие вкусовые качества, устойчивость к болезням и вредителям, высокая зимостойкость. Достоинства плодового сырья, произрастающего в Свердловской области, связаны главным образом с природными условиями региона (географическое положение местности, среднегодовая температура, осадки, скорость и направление ветра), позволяющими сократить количество обработок ядохимикатами против вредителей и болезней.

Наряду с этим в качестве объектов исследования использовали дополнительное сырье:

- высушенное лекарственно-техническое сырье: соцветия ромашки лекарственной (*Matricária chamomilla*), листья Melissa лекарственной (*Melissa officinalis*), трава и листья чабреца (*Thýmus vulgáris*), листья перечной мяты (*Méntha piperíta*), закупленное в розничной аптечной и торговой сетях (заготовитель и фасовщик сырья ООО «Травы Урала и Сибири», Россия, Свердловская область, Ирбитский район);

- пряности, в том числе корица молотая ТУ 9199-001-523031-35-2006, мускатный орех молотый ТУ 9199-001-523031-35-2006, кардамон молотый ТУ 9199-001-523031-35-2006, гвоздика соцветиями ТУ 9199-001-523031-35-2006, бадьян звездчатый ТУ 9199-001-523031-35-2006 (изготовитель пряностей – ООО «Айдиго», Россия, Свердловская область, Екатеринбург), реализуемые в розничных торговых точках и используемые на предприятиях питания.

Кроме того, объектами исследования были разработанные горячие напитки антиоксидантной направленности, полученные на основе плодов и ягод, произрастающих в Свердловской области.

На первом этапе моделировали органолептически совместимые рецептуры горячих напитков с высокими антиоксидантными (АО) свойствами на основе плодово-ягодного сырья с добавлением чая черного байхового «Английский завтрак». В процессе разработки каждого напитка моделировали три варианта напитков (таблица 1), используя свежее плодово-ягодное сырье и предусматривая замену в зимний период на эквивалентное количество замороженного полуфабриката, отбирали лучшие по органолептическим показателям [14]. Для производства замороженного полуфабриката плодово-ягодное сырье мыли, сортировали и загружали в вибратор с щелевым ситом ( $s = 3,0$  мм) на дне для удаления избытка воды. Установленный в конечной части вибратора вентилятор способствовал дополнительному удалению избытка влаги с поверхности передвигающегося в направлении разгрузки продукта. Плодово-ягодное сырье измельчали, формовали в брикеты, упаковывали в пищевую стретч пленку ПВХ NR 108MW – 450 мм и замораживали при температуре воздуха минус  $42^{\circ}\text{C}$  до конечной среднеобъемной температуры, равной температуре хранения минус  $18^{\circ}\text{C}$ . Масса замороженного полуфабриката составляла  $30,0 \pm 2,0$  г.

Контрольным образцом при оценке антиоксидантной активности напитков принят раствор аскорбиновой кислоты с содержанием 90 мг реактива (Тульская фармацевтическая фабрика, Россия) в 250 см<sup>3</sup> воды ( $T = (20 \pm 3)^{\circ}\text{C}$ ), что соответствует суточной потребности взрослого человека в витамине С.

Для приготовления горячих напитков применяли следующее оборудование: блендер Electrolux, параметры обработки  $P = 700$  Вт,  $V = 15\ 000$  об/мин; для доведения до температуры подачи  $T = (75 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  использовали кофемашину Astoria Pratic Avant; для контроля температуры использовали кулинарный термометр Electrolux E4TAM01.

Измерение общей антиоксидантной активности исследуемого плодового и растительного сырья, а также разработанных горячих напитков антиоксидантной направленности осуществлялось методом инверсионной потенциометрии, в основе которого лежит химическое взаимодействие антиоксидантов с медиаторной системой  $\frac{K_{3[Fe(CN)_6]}}{K_{4[Fe(CN)_6]}}$ , которое приводило к изменению ее окислительно-восстановительного потенциала. Процедуру регистрации аналитического сигнала методом потенциометрии проводили на приборе «ЦветЯуза-01-АА», который удобен в исполнении и не является дорогостоящим.

Определение антиоксидантных свойств растворов основано на химическом взаимодействии антиоксидантов с медиаторной системой  $\frac{Me^{ox}}{Me^{red}}$ , которое приводит к изменению ее окислительно-восстановительного потенциала, по методике предложенной Х.З. Брайниной [15, 16].

При обеспечении технологического контроля качества пищевых продуктов, содержащих антиоксиданты, необходимо выделить проблему оценки суммарного содержания аналитов, родственных в структурном или функциональном отношении. Актуальным является определение суммарного содержания антиоксидантов или близкого к нему интегрального показателя – общей антиоксидантной активности исследуемого объекта, учитывая не только содержание, но и удельную активность, а также значение каждого компонента в нем. Используемый потенциометрический метод не требует применения стандарта и позволяет получать достоверные результаты.

Показатели качества образцов разработанных горячих напитков антиоксидантной направленности определяли согласно ГОСТ 28188-2014 следующими методами:

- органолептические показатели качества готового напитка (внешний вид, прозрачность, цвет, аромат и вкус) по ГОСТ Р 54607.1-2011;
- определение массовой доли сухих веществ по ГОСТ 6687.2;
- определение кислотности по ГОСТ 6687.4.

Пищевую ценность разработанных горячих напитков антиоксидантной направленности определяли расчетным способом с использованием справочных данных о химическом составе и установленных потерях пищевых веществ при технологической обработке, определенных НИИ питания РАМН.

Исследования проводили в трехкратной повторности. Результаты исследований обработаны методом вариационной статистики путем группировки количественных показателей выборок по средним значениям с использованием коэффициента Стьюдента (одновыборочного  $t$ -критерия).

Уровень доверительной вероятности – 0,95<sup>1,2</sup>.

### Результаты и их обсуждение

Для разработки рецептурного состава горячих напитков антиоксидантной направленности была разработана математическая модель в формате Microsoft Excel, которая представлена в матричной форме

$$\begin{matrix} x_1 & y_1 & z_1 \\ \dots & \dots & \dots \\ x_n & y_n & z_n \end{matrix}$$

Модель содержит информацию о нормах вложения продовольственного сырья и пищевых продуктов в рецептуре ( $x$ , массой брутто и/или нетто), органолептическая оценка ( $y$ ) и антиоксидантная активность ( $z$ ). Количество уникальных компонентов рецептуры ( $n$ ) может иметь как постоянное значение (*const*), так и переменное (*var*) в зависимости от сложности изделия. Полученная матрица позволяет задать целевую функцию, которая стремится к минимальному или максимальному значению в зависимости от требуемого результата и оптимизируемых параметров

$$F_x \rightarrow \max, \min.$$

Для получения целевой функции установлены ограничения. Первое – по органолептической оценке готовых напитков, которое можно описать уравнением

$$F_x = A \cdot K_1 + B \cdot K_2 + C \cdot K_3 \rightarrow \max,$$

где  $A, B, C$  – результат органолептической оценки (внешний вид, аромат и вкус), балл;

$K_1, K_2, K_3$  – коэффициент весомости внешнего вида, аромата и вкуса соответственно.

Общая сумма баллов с учетом коэффициента весомости составляет 5 баллов, что является максимальным значением функции.

Вторым ограничением явилась антиоксидантная активность

$$F_x = M \cdot X \rightarrow \max,$$

где  $M$  – массовая доля компонента в напитке (нетто), г;

$X$  – коэффициент антиоксидантной активности компонента.

Поиск решения задачи осуществлялся методом обобщенного понижающего градиента с определением целевой функции, изменяемых параметров, набором ограничений. В качестве изменяемых параметров использовалась норма вложения продовольственного сырья и пищевых продуктов массой нетто с интервалом 0,01 г (шаг изменяемых значений), а также совместимость рецептурных компонентов, матрица совместимости которых представлена на рисунке 1.

На следующем этапе исследования изучена антиоксидантная активность чая, чайных напитков и плодового сырья.

Результаты измерения общей антиоксидантной активности черного пакетированного чая, в том числе ароматизированного, представлены на рисунке 2. Для определения АОА был выбран чай байховый черный и зеленый пакетированный, наиболее широко используемый на предприятиях общественного питания Екатеринбурга.

<sup>1</sup> ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Ч.1. Основные положения и определения. М.: Стандартинформ, 2002. 24 с.

<sup>2</sup> ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Ч. 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений. М.: Стандартинформ, 2002. 43 с.

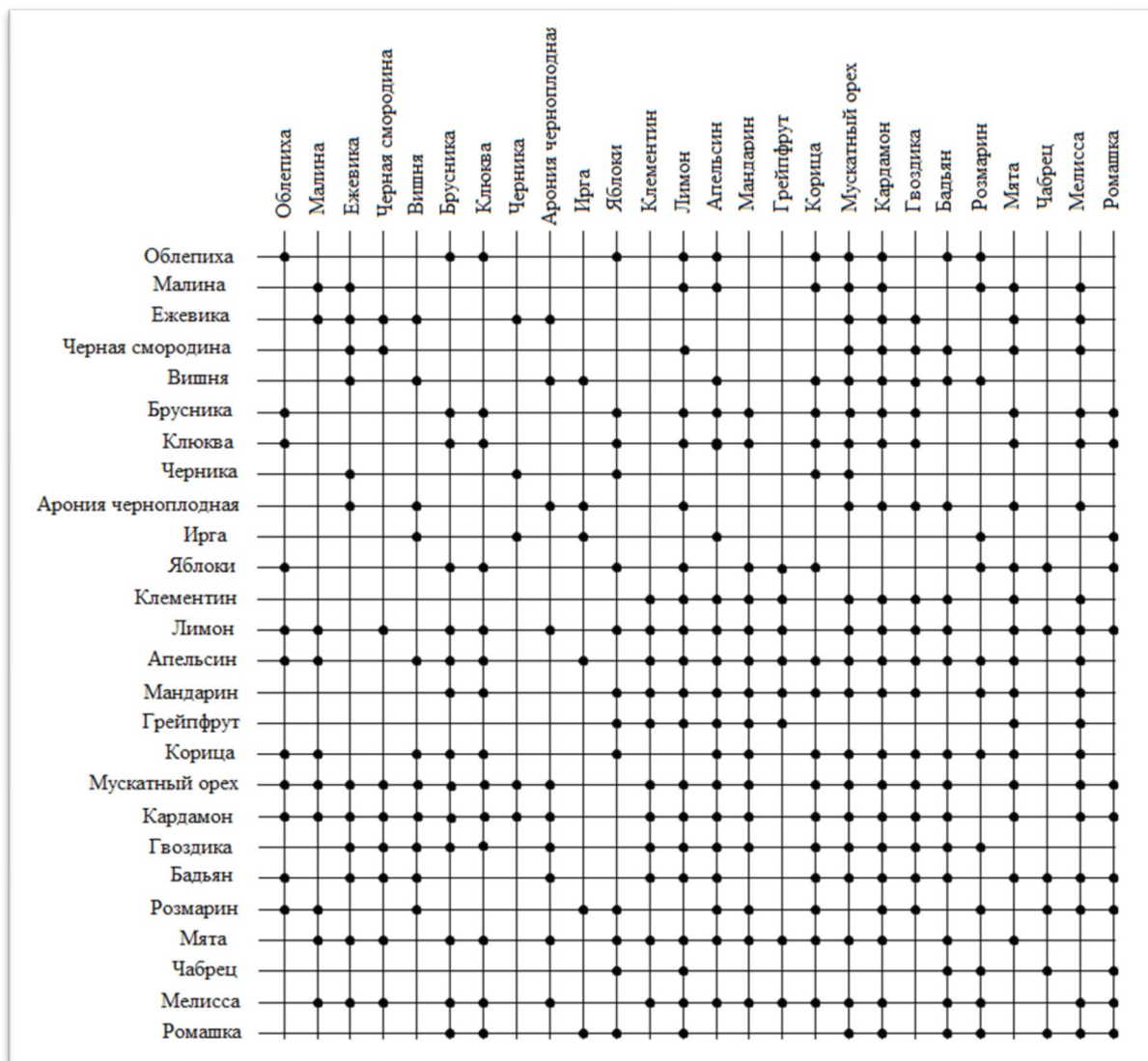


Рисунок 1 – Матрица совместимости рецептурных компонентов горячих напитков  
 Figure 1. Compatibility matrix for formulation components the of hot drinks

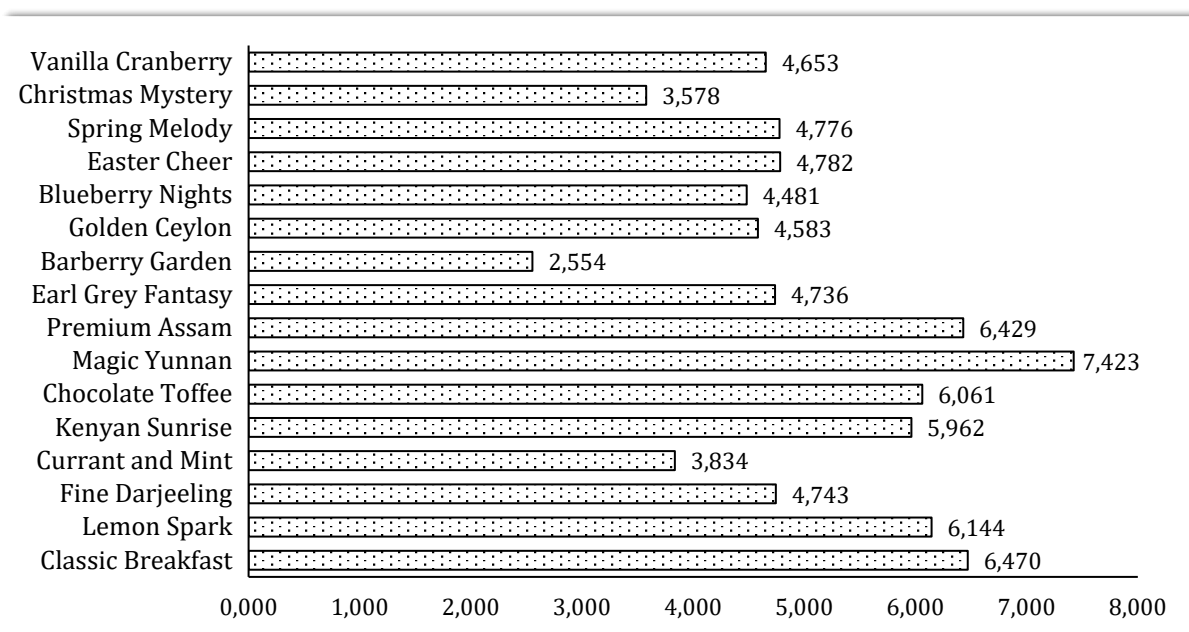


Рисунок 2 – Результаты исследования антиоксидантной активности черного пакетированного чая, ммоль-экв/дм³  
 Figure 2. Antioxidant activity of black tea bags, mmol eq/dm³

Общая антиоксидантная активность исследуемых образцов зеленого пакетированного чая представлена на рисунке 3.

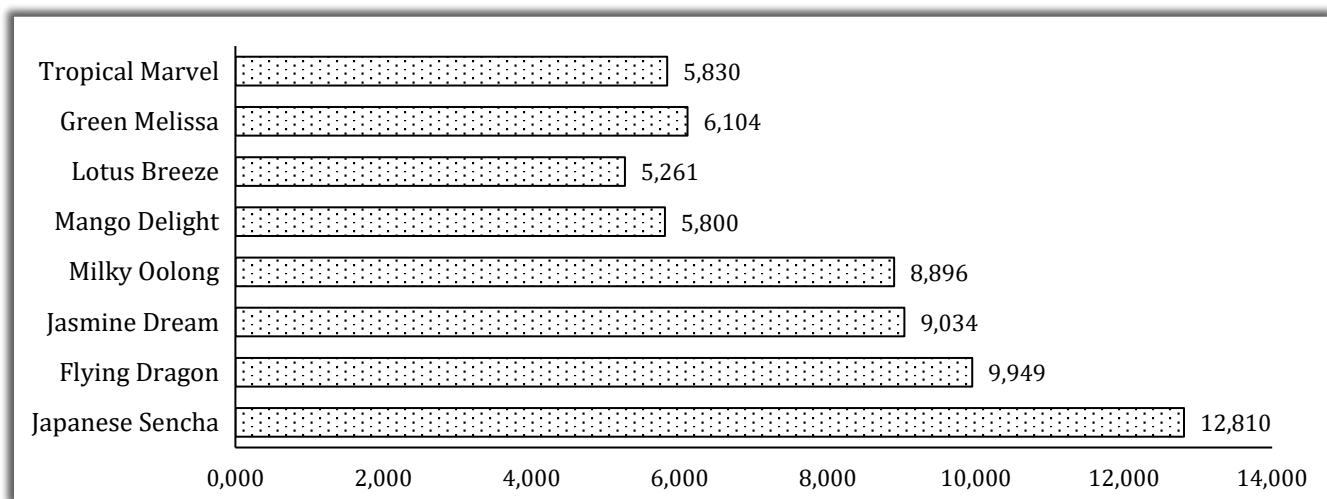


Рисунок 3 – Результаты исследования антиоксидантной активности зеленого пакетированного чая, ммоль-экв/дм³  
 Figure 3. Antioxidant activity of green tea bags, mmol eq/dm³

Общая антиоксидантная активность исследуемых образцов пакетированных травяных чайных напитков представлена на рисунке 4.

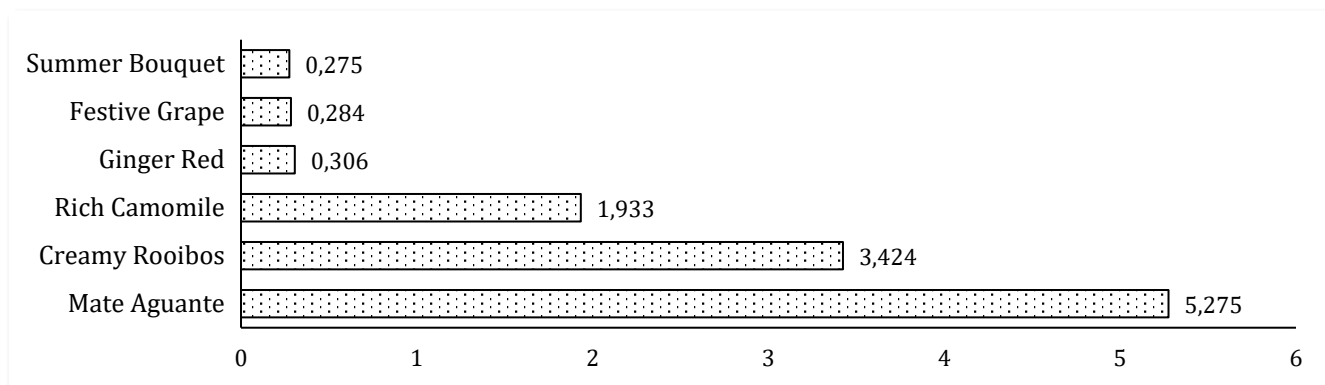


Рисунок 4 – Результаты исследования антиоксидантной активности пакетированных чайных напитков из растительного сырья, ммоль-экв/дм³  
 Figure 4. Antioxidant activity of plant tea bags, mmol eq/dm³

Общая антиоксидантная активность исследуемых образцов байхового рассыпчатого чая (черного чая «Английский завтрак» и «Эрл Грей»; зеленого чая «Зеленая сенча», «Те Гаунь Инь» и «Молочный улун») и готовых чайных композиций (на основе зеленого чая с добавлением жасмина, подсолнечника, ежевики и земляники «Жасмин и ежевика»; на основе черного чая с добавлением манго, василька и различных ягод «Трое в лодке»; на основе черного чая с добавлением миндаля «Ирландский виски»; на основе черного чая с добавлением смородины, ежевики и вереска «Английский садовник») представлена на рисунке 5.

По результатам исследования установлено, что значения антиоксидантной активности пакетированных чаев и чайных напитков находятся в диапазоне 0,274–12,809 ммоль-экв/дм³. При этом значения данного показателя у пакетированных чайных напитков составили от 0,274 ммоль-экв/дм³ у чайного напитка Summer Bouquet до 5,275 ммоль-экв/дм³ у чайного напитка Mate Aguante; у черных пакетированных чаев – от 2,554 ммоль-экв/дм³ у черного чая Barberry Garden до 7,422 ммоль-экв/дм³ у черного чая Magic Yunnan; у зеленых пакетированных чаев – от 5,260 ммоль-экв/дм³ у зеленого чая Lotus Breeze до 12,809 ммоль-экв/дм³ у зеленого чая Japanese Sencha. Значения АОА у байховых чаев лежат в диапазоне от 9,375 до 14,531 ммоль-экв/дм³. При этом у черных байховых чаев значения данного показателя составили от 9,375 ммоль-экв/дм³ у черного чая «Трое в лодке» до 12,881 ммоль-экв/дм³ у черного чая «Английский завтрак»; у зеленых байховых чаев – от 10,090 ммоль-экв/дм³ у зеленого чая «Японская липа» до 14,531 ммоль-экв/дм³ у зеленого чая «Те Гуань Инь».

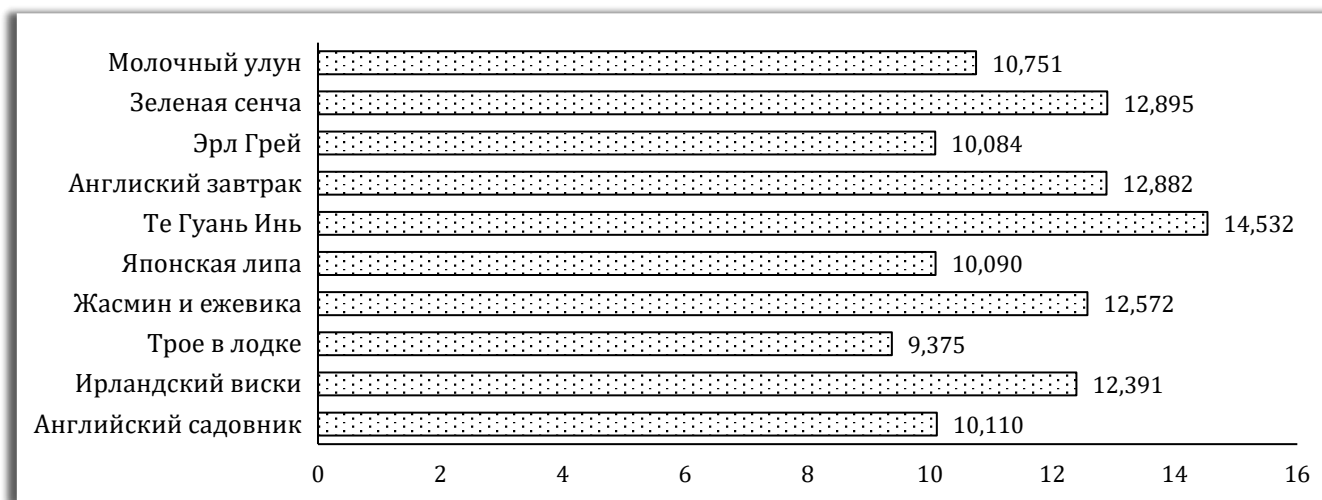


Рисунок 5 – Результаты исследования антиоксидантной активности байхового чая, экв/дм³  
 Figure 5. Antioxidant activity of pekoe teas, mmol eq/dm³

Из полученных данных следует, что наиболее целесообразно для дальнейших исследований и разработки рецептур горячих напитков антиоксидантной направленности использовать байховые чаи, а именно, черный байховый чай «Английский завтрак» и зеленый байховый чай «Те Гуань Инь» ввиду их высоких антиоксидантных характеристик, которые равны 12,881 и 14,531 ммоль-экв/дм³ соответственно.

Проведены исследования общей антиоксидантной активности плодового сырья, результаты которого представлены на рисунке 6.

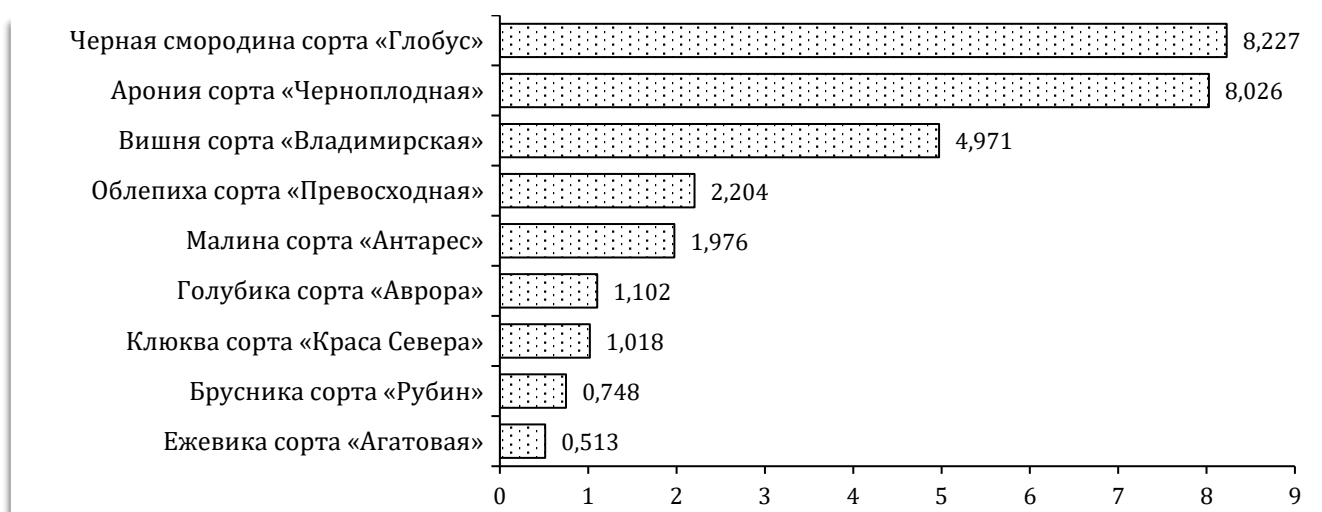


Рисунок 6 – Общая антиоксидантная активность плодового сырья (период исследования 2017–2018 гг.), среднее значение, ммоль-экв/дм³

Figure 6. General antioxidant activity of the fruit raw-materials (for the period of 2017-2018) of average value, mmol eq/dm³

Установлено, что значение общей антиоксидантной активности сырья местного растительного происхождения составило от 0,513 до 8,227 ммоль-экв/дм³. При этом наибольшая общая антиоксидантная активность наблюдается у облепихи сорта Превосходная – 2,204 ммоль-экв/дм³; вишни сорта Владимирская – 4,971 ммоль-экв/дм³; аронии сорта Черноплодная – 8,026 ммоль-экв/дм³; черной смородины сорта Глобус – 8,227 ммоль-экв/дм³.

На следующем этапе моделировали органолептически совместимые рецептуры горячих напитков с высокими антиоксидантными свойствами на основе плодов и ягод, произрастающих в Свердловской области, с добавлением чая черного байхового «Английский завтрак». Рецепт горячего напитка «Мультиягодный» включает в себя свежие плоды вишни, свежие ягоды малины, ежевики, черники, черный байховый чай, а также свежие листья мяты. Расход сырья представлен в таблице 1.



Таблица 1. Рецептуры горячего напитка «Мультиягодный»

Table 1. Multiyagodny hot drink formulation

Продукт	Расход сырья нетто, г					
	Образец № 1		Образец № 2		Образец № 3	
	брутто	нетто	брутто	нетто	брутто	нетто
чай черный байховый «Английский завтрак»	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
плоды вишни сорта Владимирская*	31,0	30,0	63,0	60,0	47,0	45,0
ягоды малины сорта Антарес*	31,0	30,0	63,0	60,0	47,0	45,0
ягоды ежевики сорта Агатова*	63,0	60,0	31,0	30,0	47,0	45,0
ягоды голубики сорта Аврора*	63,0	60,0	31,0	30,0	47,0	45,0
листья мяты свежие	11,0	10,0	11,0	10,0	11,0	10,0
вода питьевая $T = 90^{\circ}\text{C}$	–	350,0	–	350,0	–	350,0
выход готового напитка, мл	–	500,0	–	500,0	–	500,0

\* Допускается замена на эквивалентное количество замороженного полуфабриката из плодов и ягод

Для органолептической оценки разработанных горячих напитков составлена балльная шкала таких показателей качества, как аромат, вкус и послевкусие, а также внешний вид. Изначально производили выбор номенклатуры органолептических показателей качества горячих напитков на основе плодов и ягод экспертным методом [11]. Данные показатели наиболее полно отражают качество и идентификационные характеристики разрабатываемых напитков.

Порядок подачи горячих чайных напитков на дегустацию определяется с учетом интенсивности запаха и насыщенности вкуса плодово-ягодного сырья, используемого в рецептуре и долготы послевкусия. Оценка каждого образца осуществляется с сохранением порядка представления без возврата к ранее опробованным образцам. Оценку напитков проводили при температуре подачи  $75^{\circ}\text{C}$ .

Образец описательной балльной шкалы представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Описательная балльная шкала органолептической оценки горячего напитка «Мультиягодный»

Table 2. Rating scale of sensory evaluation for Multiyagodny hot drink

Показатель	Оценка, балл				
	5	4	3	2	1
Аромат	интенсивный гармоничный, ягодно-мятный аромат без посторонних нот	интенсивный гармоничный, ягодно-мятный аромат	интенсивный аромат мяты или ягод с возможными посторонними нотами	слабый аромат мяты или ягод с наличием посторонних нот	посторонний аромат или отсутствующий аромат мяты и ягод
Вкус и послевкусие	полный, гармоничный, приятный, сладковатый вкус с легкой кислинкой и долгим ягодным послевкусием	приятный, гармоничный, сладковатый вкус с продолжительным ягодным послевкусием	приятный, кисло-сладкий вкус с легким ягодным послевкусием	яркий кислый вкус с легким или отсутствующим послевкусием	негармоничный вкус с неприятной кислинкой и отсутствием послевкусия
Внешний вид	гомогенный замутненный напиток без осадка и посторонних включений, яркого, насыщенного фиолетово-красного цвета	замутненный напиток с допущением легкого осадка, без посторонних включений, насыщенного фиолетово-красного цвета	замутненный напиток с выраженным осадком, без посторонних включений, фиолетово-красного цвета	замутненный напиток с ярко выраженным осадком и возможными посторонними включениями*, бледного фиолетово-красного цвета	замутненный напиток с ярко выраженным осадком и посторонними включениями*

\* Посторонние включения – семечки, плодоножки, веточки и др.

По результатам органолептической оценки установлено, что наиболее высокие значения органолептических показателей имеет образец № 2 (рисунок 7), который отличает интенсивный, ягодно-мятный аромат, а также полный, гармоничный ягодный вкус со сладковатыми нотками, выраженной кислинкой и долгим приятным послевкусием. Данный образец выбран для дальнейших физико-химических исследований.

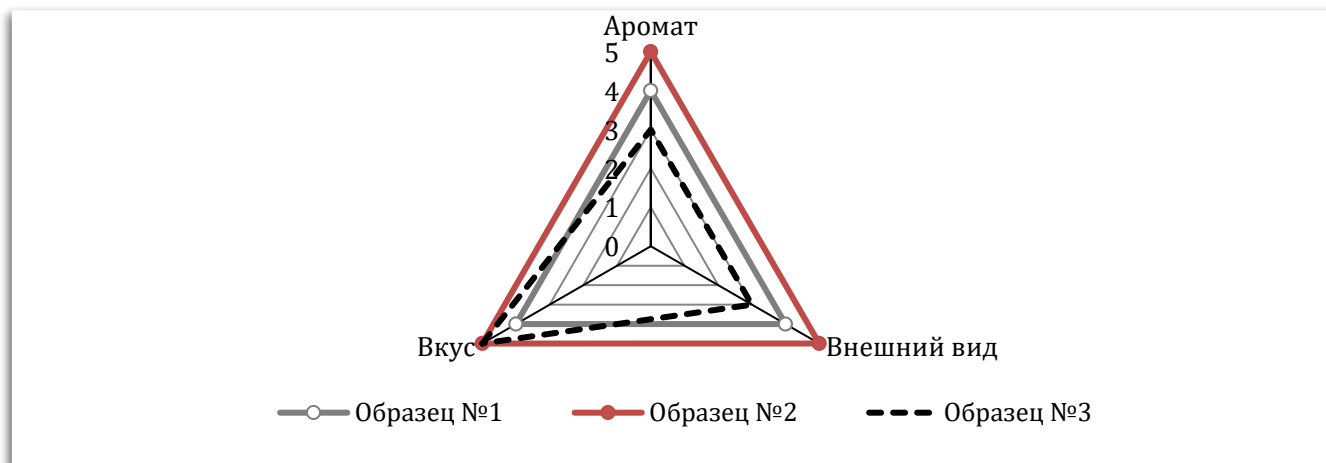


Рисунок 7 – Профилограмма органолептических показателей горячего напитка «Мультиягодный»  
 Figure 7. Organoleptic indicators profilogram for Multiyagodny hot drink

Установлены показатели качества: массовая доля сухих веществ – 16,2–16,5%; кислотность – 1,0–1,1 см<sup>3</sup> гидроокиси натрия концентрацией 1 моль/дм<sup>3</sup>, пошедшего на титрование 100 см<sup>3</sup> напитка. Пищевая ценность разработанного напитка – 75,80 ккал, содержание белков – 2,09 г, жиров – 0,81 г, углеводов – 15,24 г. Калорийность на 100 мл – 15,16 ккал.

Значение общей антиоксидантной активности разработанных горячих напитков представлено на рисунке 8.

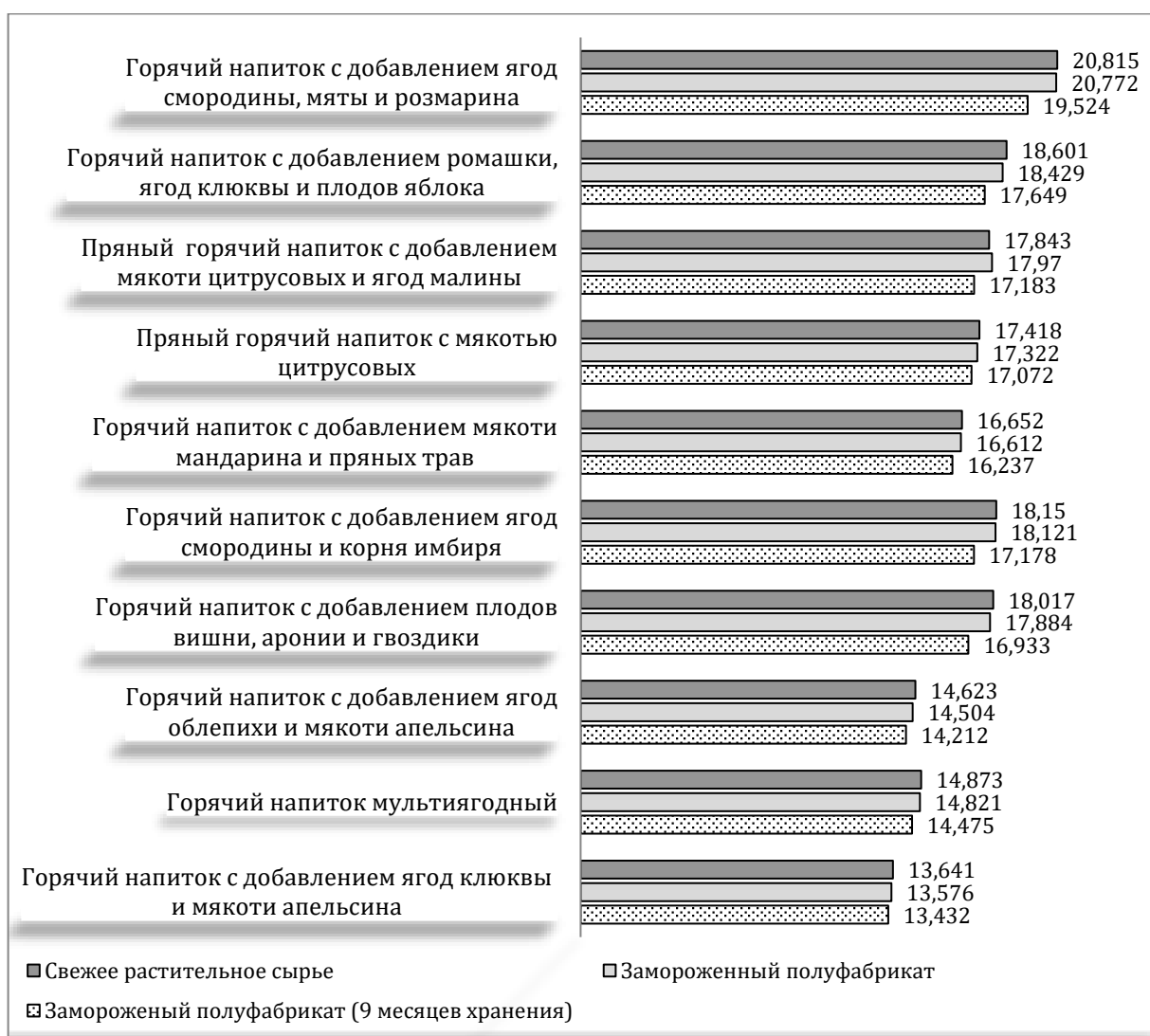


Рисунок 8 – Значение общей антиоксидантной активности разработанных горячих напитков, ммоль·экв/ дм<sup>3</sup>  
 Figure 8. General antioxidant activity of the developed hot drinks, mmol eq/dm<sup>3</sup>

Таким образом, при отсутствии значительных отличий показателей общей АОА между напитками, приготовленными на свежем плодовом сырье и с использованием замороженных полуфабрикатов (ПФЗ), использование последнего, обладающего высокими показателями биологически активных веществ, будет технологически оправданно.

L-аскорбиновая кислота является преобладающим витамином с антиоксидантными свойствами во многих плодах и ягодах [17] и часто используется в качестве маркера их пищевой ценности [18, 19]. С целью расчета антиоксидантной активности одной порции напитка проведен сравнительный анализ. Одним из наиболее распространенных антиоксидантов пищевых продуктов является витамин С, поэтому за эталон при оценке антиоксидантной активности напитков принята антиоксидантная активность раствора аскорбиновой кислоты, рекомендуемая суточная доза которой составляет 90 мг, что составляет 32,024 ммоль-экв/дм<sup>3</sup>.

Согласно результатам исследований, значение общей антиоксидантной активности разработанных горячих напитков (порция 250 мл), приготовленных из свежих плодов и ягод, составило от 13,641 до 20,815 ммоль-экв/дм<sup>3</sup>, а горячих напитков, приготовленных на основе замороженного полуфабриката из плодов и ягод, – от 13,576 до 20,772 ммоль-экв/дм<sup>3</sup>, что составляет 42–65% от значения антиоксидантной активности 90 мг аскорбиновой кислоты (32,024 ± 0,350 ммоль-экв/дм<sup>3</sup>).

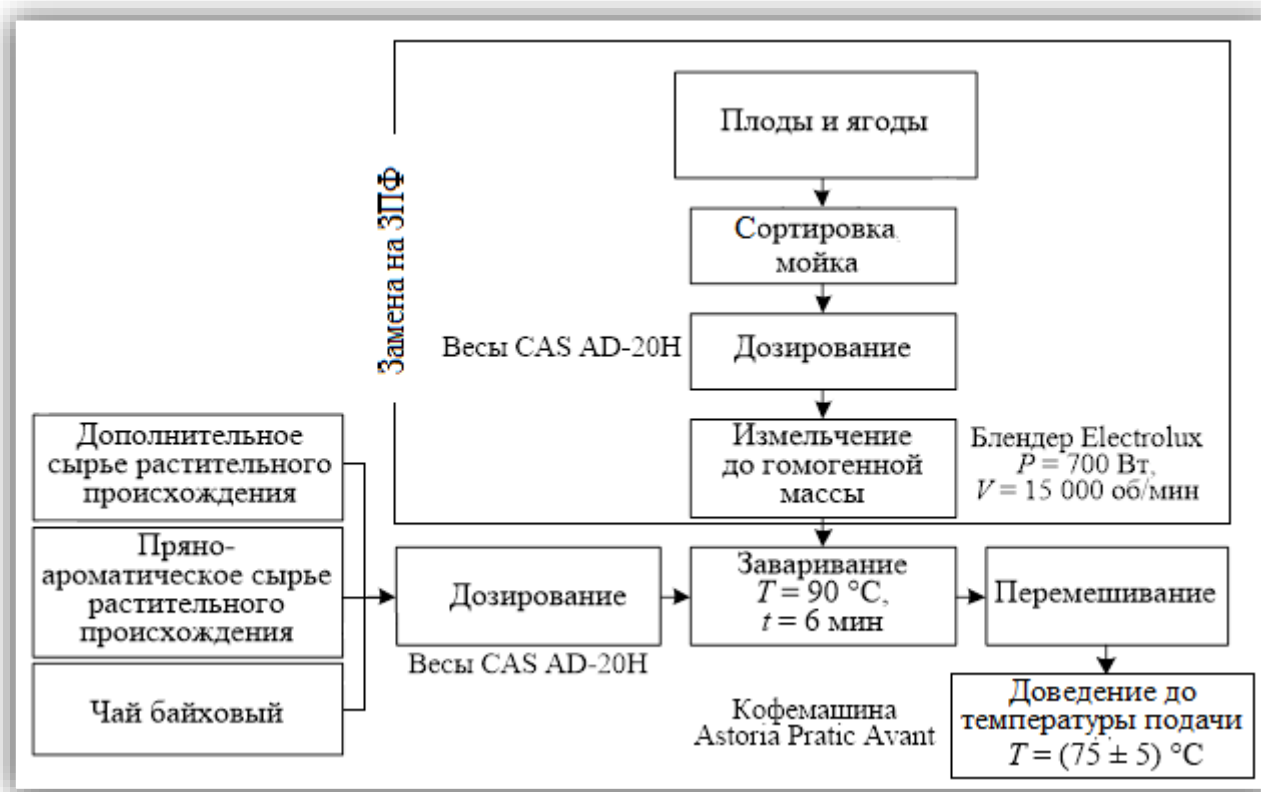


Рисунок 9 – Общая технико-технологическая схема приготовления разработанных горячих напитков на основе плодов и ягод

Figure 9. Process flow diagram for the developed hot drinks on the basis of fruits and berries

Технологический процесс приготовления напитка на свежем сырье идет параллельно по двум направлениям. В фарфоровом чайнике заваривается чай черный байховый (температура воды  $T = 95^{\circ}\text{C}$ ). В это же время свежие плоды и ягоды перебираются с целью устранения посторонних примесей, ягод и плодов ненадлежащего качества, промываются и добавляются в блендер. Туда же помещается мытое и очищенное дополнительное плодовое сырье (апельсин, лимон и др.). Смесь подготовленных плодов и ягод измельчается до получения однородного гомогенного плодового пюре, которое в дальнейшем смешивается с пряностями и добавляется в заваренный черный байховый чай. Температура подачи  $(75 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , что позволяет наиболее полно раскрыть вкус и аромат напитка. В случае использования ПФЗ, технология приготовления напитка предусматривает сокращенную технологическую схему приготовления горячего напитка: черный чай заваривается в фарфоровом чайнике ( $T$  воды  $90^{\circ}\text{C}$ , в течение 6 мин), в который

добавляется ПФЗ из плодов и ягод, доводится до  $T$  подачи ( $75 \pm 5$ )°С с помощью паротводной трубки кофемашины при постоянном контроле температуры кулинарным термометром Electrolux E4TAM01. Непосредственно перед подачей добавляется дополнительное растительное сырье согласно рецептуре.

Таким образом, на основании разработанной математической модели, позволившей сформировать комплексный подход к разработке рецептов, используя матрицу совместимости компонентов, учитывая особенности химического состава [20] и АОА плодов и ягод сортов, районированных в Свердловской области, а также дополнительного растительного сырья и чая байхового, научно обоснованы рецептуры и технология горячих напитков.

Общая технико-технологическая схема приготовления разработанных горячих напитков антиоксидантной направленности с добавлением растительного сырья, произрастающего в Свердловской области, представлена на рисунке 9.

Для приготовления разработанных горячих напитков антиоксидантной направленности принято использовать керамический чайник ввиду его повышенной способности поддерживать температуру напитка, объемом 0,5 дм<sup>3</sup> (наиболее популярный у потребителей на предприятиях питания), при этом чай и растительное сырье, в том числе пряности, помещаются в бумажный фильтр-пакет.

Температура реализации разработанных напитков на основе плодов и ягод сортов, произрастающих в Свердловской области, в соответствии с регламентированными требованиями ГОСТ 30390-2013 составляет не менее ( $75 \pm 5$ )°С.

### Заключение

Разработаны научно обоснованные рецептуры горячих напитков антиоксидантной направленности на основе плодов и ягод сортов, произрастающих в Свердловской области, для предприятий общественного питания.

Доказана возможность и целесообразность использования плодов и ягод, произрастающих в Свердловской области как функционального компонента для разрабатываемых горячих напитков ввиду их высоких органолептических и антиоксидантных свойств.

Показано, что использование плодов и ягод значительно повышает значение АОА до 0,772 ммоль-экв/дм<sup>3</sup> у горячих напитков с добавлением зеленого чая и до 18,121 ммоль-экв/дм<sup>3</sup> у горячих напитков с добавлением черного чая.

Пищевая ценность разработанных горячих напитков варьирует от 48 до 120 ккал на 100 мл напитка. Таким образом, разработанные горячие напитки обладают высокими значениями антиоксидантной активности, а значит, могут повысить количество антиоксидантов в рационе потребителей и тем самым снизить негативное воздействие окислительного стресса.

На весь разработанный ассортимент горячих напитков разработаны технико-технологические карты (ТТК): № 325 «Облепиховый горячий напиток с добавлением апельсина»; № 326 «Клюквенный горячий напиток с добавлением аронии и апельсина»; № 327 «Мультиягодный горячий напиток»; № 328 «Смородиновый горячий напиток с добавлением имбиря и розмарина»; № 329 «Вишневый горячий напиток с аронией и гвоздикой»; № 330 «Мандариновый чайный напиток с клюквой»; № 331 «Пряный цитрусовый чайный напиток с облепихой»; № 332 «Ромашковый горячий напиток с добавлением клюквы и яблока»; № 333 «Смородиновый горячий напиток с розмарином», № 334 «Пряный горячий напиток с добавлением малины», которые внедрены в производство в сети предприятий общественного питания Екатеринбург.

### Литература

1. Ismaeel A., Brumberg R., Kirk J., Papoutsaki E., Farmer P., Bohannon W., Smith R., Eidson J., Sawick I. Oxidative stress and arterial dysfunction in peripheral artery disease. *Antioxidants*. 2018, V. 7, pp. 1–16.
2. Kasote D., Katyare S., Hegde M., Bae H. Significance of antioxidant potential of plants and its relevance to therapeutic applications. *International Journal of Biological Sciences*. 2015, V. 11, Is. 8, pp. 982–991.
3. Loizzo M., Tundis R. Plant antioxidant for application in food and nutraceutical industries. *Antioxidants*. 2019, V. 8, pp. 1–4.
4. Киселева Т.Ф., Ушакова А.С., Иванов П.П. Разработка технологии и рецептуры напитков с использованием сушеных фруктов // Техника и технология пищевых производств. 2015. № 1(36). С. 18–23.
5. Ефремова Ю.Е., Винницкая В.Ф. Органолептические показатели некоторых чайных композиций функциональной направленности из фруктов, фруктовых листьев и трав // Технологии пищевой

- и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2016. № 4(12). С. 65–70.
6. Пилипенко Т.В., Коротышева Л.Б. Изучение качества и функциональных свойств напитков на основе чая // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2016. № 1. С. 87–93.
  7. Арисов А.В., Вяткин А.В., Чугунова О.В. Анализ потребительского рынка общественного питания Свердловской области // Проблемы импортозамещения и безопасности потребительского рынка: сб. тр. Орел: Изд-во Орлов. гос. ун-та, 2018. С. 12–15.
  8. Вяткин А.В., Чугунова О.В. Напитки антиоксидантной направленности как метод борьбы с окислительным стрессом // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2016. Т. 6. № 4(19). С. 119–126.
  9. Дубодел Н.П. Тенденции развития безалкогольных напитков на основе растительного сырья // Пиво и напитки. 2014. № 2. С. 28–31.
  10. Заворохина Н.В., Соловьев М.П., Чугунова О.В., Фозилова В.В. Растительное сырье Уральского региона для производства безалкогольных напитков антиоксидантной направленности // Пиво и напитки. 2013. № 3. С. 34–37.
  11. Заворохина Н.В., Чугунова О.В., Фозилова В.В. Чайные напитки антиоксидантной направленности на основе кипрея узколистного // Пиво и напитки. 2013. № 1. С. 28–31.
  12. Калинина И.В., Бьков А.Е., Устинович А.О., Понятенко Е.В. Разработка продуктов с антиоксидантными свойствами на основе ягодного сырья // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2018. Т. 6, № 3. С. 33–41.
  13. Черевач Е.И., Вдовченко М.Е., Палагина М.В., Фищенко Е.С. Технология товароведная оценка безалкогольных ароматизированных напитков с растительными экстрактами // Пищевая промышленность. 2016. № 11. С. 26–29.
  14. Ананина В.А., Ахиба С.Л., Лапшина В.Т., Малыгина Р.М., Соколов В.Л., Рубан А.П., Ясюченя З.И. Сборник технологических нормативов. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. М.: Хлебпродинформ, 1996. 620с.
  15. Brainina K.Z. Zakharov A.S., Vibrevich M.B. Potentiometry for the determination of oxidant activity. *Analytical Methods*. 2016, V. 8, pp. 5667–5675.
  16. Брайнина Х.З., Иванова А.В., Шарафутдинова Е.П. Оценка антиоксидантной активности пищевых продуктов методом потенциометрии // Известия вузов. Пищевая технология. 2004. № 4. С. 73–75.
  17. Бькова Т.О., Алексашина С.А., Демидова А.В., Макарова Н.В., Деменина Л.Г. Сравнительный анализ химического состава плодов вишни и черешни различных сортов, выращенных в Самарской области // Известия вузов. Пищевая технология. 2017. № 1. С. 32–35.
  18. Артемова Е.Н., Мясничева Н.В., Макаркина М.А. Технологическое обоснование целесообразности использования ягод красной смородины новых сортов в производстве желе // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2016. № 1(36). С. 66–69.
  19. Kiokias S., Varzakas T., Oreopoulou V. In vitro activity of vitamins, flavonoids, and natural phenolic antioxidants against the oxidative deterioration of oil-based systems. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2008, V. 48, pp. 78–93.
  20. Чугунова О.В., Заворохина Н.В., Вяткин А.В. Исследование антиоксидантной активности и ее изменения при хранении плодово-ягодного сырья Свердловской области // Аграрный вестник Урала. 2019. № 11. С. 59–65.

### References

1. Ismaeel A., Brumberg R., Kirk J., Papoutsiki E., Farmer P., Bohannon W., Smith R., Eidson J., Sawick I. Oxidative stress and arterial dysfunction in peripheral artery disease. *Antioxidants*. 2018, V. 7, pp. 1–16.
2. Kasote D., Katyare S., Hegde M., Bae H. Significance of antioxidant potential of plants and its relevance to therapeutic applications. *International Journal of Biological Sciences*. 2015, V. 11, Is. 8, pp. 982–991.
3. Loizzo M., Tundis R. Plant antioxidant for application in food and nutraceutical industries. *Antioxidants*. 2019, V. 8, pp. 1–4.
4. Kiseleva T.F., Ushakova A.S., Ivanov P.P. Development of technology and recipe for beverage based on dried fruits. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2015. no. 1, pp. 18–23 (In Russian).
5. Efremova J.E., Vinnitskaya V.F. Organoleptic characteristics of some tea compositions functional orientation of fruit, fruit leaves and herbs. *Technologies for the Food and Processing Industry of AIC – Healthy Hood*. 2016, no. 4, pp. 65–70 (In Russian).
6. Pilipenko T.V., Korotysheva L.B. Study of quality and functional properties of drinks on the basis of tea. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. 2016, V. 4, no. 1, pp. 87–94 (In Russian).
7. Arisov A.V., Vyatkin A.V., Chugunova O. V. Analysis of the consumer market of public catering in the Sverdlovsk region. *Problems of Import Substitution and Consumer Market Security*. Collection of Works. Orel, Orel State University Publ. 2018, pp. 12–15 (In Russian).
8. Vyatkin A.V., Chugunova O.V. Antioxidant beverages as a method of the fight against oxidative stress. *University News. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2016, V. 6, no. 4, pp. 119–126 (In Russian).

9. Dubodel N.P. Market trends of non-alcoholic soft drinks based on the plant origin. *Beer and Beverages*. 2014, no. 2, pp. 28–31 (*In Russian*).
10. Zavorokhina N.V., Solovyov M.P., Chugunova O.V., Fozilova V.V. Plant raw materials of the Ural region for the production of soft drinks of antioxidant orientation. *Beer and Beverages*. 2013, no. 3, pp. 34–37 (*In Russian*).
11. Zavorokhina N.V., Chugunova O.V., Fozilova V.V. Tea drinks of antioxidant orientation on the basis of narrow-leaved cypress. *Beer and Beverages*. 2013, no. 1, pp. 28–31 (*In Russian*).
12. Kalinina I.V., Bykov A.E., Ustinovich A.O., Poysenko E.V. Development of products with antioxidant properties on the basis of berry raw material. *Bulletin of the South Ural state University. Series: Food and Biotechnology*. 2018, V. 6, no. 3, pp. 33–41 (*In Russian*).
13. Cherevach E.I., Vdovchenko M.E., Palagina M.V., Fishchenko E.S. Technology and commodity expert evaluation of soft drinks flavored with plant extracts. *Food Industry*. 2016, no. 11, pp. 26–29 (*In Russian*).
14. Ananina V.A., Ahiba S.L., Lapshina V.T., Malygina R.M., Sokolov V.L., Ruban A.P., Yasyuchenya Z.I. Collection of technological standards. Collection of recipes of dishes and culinary products for public catering enterprises. Moscow, Khlebproinform Publ., 1996. 620 p. (*In Russian*).
15. Brainina K.Z., Zakharov A.S., Vibrevich M.B. Potentiometry for the determination of oxidant activity. *Analytical Methods*. 2016, V. 8, pp. 5667–5675.
16. Brainina, K.Z., Ivanova A.V., E.P. Sharafutdinova. Evaluation of the antioxidant activity of food products by the method of potentiometry. *University News. Food Technology*. 2004, № 4, pp. 73–75 (*In Russian*).
17. Bykova T.O., Aleksashina S.A., Demidova A.V., Makarova N.V., Demenina L.G. Comparative analysis of the chemical compound of the fruits cherry and sweet cherry of different varieties grown in the Samara region. *University News. Food Technology*. 2017, no. 1, pp. 32–35 (*In Russian*).
18. Artemova E.N., Myasishcheva N.V., Makarkina M.A. Technological feasibility of the use of berries red currants new varieties in the production of jelly. *Technology and Commodity Science of Innovative Food Products*. 2016, no. 1, pp. 66–69 (*In Russian*).
19. Kiokias S., Varzakas T., Oreopoulou V. In vitro activity of vitamins, flavonoids, and natural phenolic antioxidants against the oxidative deterioration of oil-based systems. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2008, V. 48, pp. 78–93.
20. Chugunova O.V., Zavorokhina N.V., Vyatkin A.V. Research of antioxidant activity and its changes during storage of fruit and berry raw materials of the Sverdlovsk regionю. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019, no. 11, pp. 59–65 (*In Russian*).

Статья поступила в редакцию 06.07.2020