

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Н. В. Макарова [N. V. Makarova]

Д. Ф. Игнатова [D. F. Ignatova]

Ю. С. Кудусова [Yu. S. Kudusova]

УДК 664.849

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУФАБРИКАТОВ
НА ОСНОВЕ ОВОЩНОГО СЫРЬЯ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ
АНТИОКСИДАНТОВ И β -КАРОТИНА****DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF SEMI-FINISHED
PRODUCTS BASED ON VEGETABLE RAW MATERIALS WITH A HIGH CONTENT
OF ANTIOXIDANTS AND β -CAROTENE**

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара, Россия,
e-mail: makarovnv1969@yandex.ru / Samara state technical University, Samara, Russia, e-mail: makarovnv1969@yandex.ru

Аннотация. Овощи играют важную роль в пищевом рационе человека. Они насыщают организм витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами и т.п. Кроме того некоторые овощи содержат антиоксидантные вещества, которые защищают организм человека от воздействия свободных радикалов, повышают тем самым иммунитет, способствуют стойкости организма к влиянию негативных факторов внешней среды. Но несмотря на это использование их в пищевой промышленности ограничено. В связи с этим перспективным направлением является использование овощных пюре в производстве кондитерских изделий.

Методы и материалы, результаты. В приведенной статье представлена химическая характеристика овощных пюре с добавлением сахара: моркови, томатов, тыквы. Приводятся результаты исследований физико-химического состава и антиоксидантных свойств морковного, томатного и тыквенного пюре, используемых для производства кондитерских изделий.

Заключение. По результатам исследований были получены следующие результаты. Лидирующее положение по содержанию фенолов (227), флавоноидов (74), и β -каротина (17,90) занимает томатное пюре. Меньше всего фенолов обнаружено в морковном пюре (114), флавоноидов (24) и β -каротина (1,98) в тыквенном пюре. По показателю восстанавливающей силы самое высокое значение определено у морковного пюре (1,89) и наименьшее у тыквенного (0,27). Наибольшей способностью связывать свободные радикалы обладает томатное пюре и это значение для него составляет 72, у морковного и тыквенного пюре данные составляют 485 и 453.

Ключевые слова: морковь, томаты, тыква, овощные пюре, антиоксиданты, β -каротин, фенолы, флавоноиды, антирадикальная активность, восстанавливающая сила.

Abstract. Vegetables play an important role in the human diet. They saturate the body with vitamins, minerals, dietary fibers, etc. In addition, some vegetables contain antioxidant substances that protect the human body from the effects of free radicals, thereby increasing immunity, contribute to the body's resistance to the influence of negative environmental factors. But despite this, their use in the food industry is limited. In this regard, a promising direction is the use of vegetable puree in the production of confectionery.

Methods and materials, results. The article presents the chemical characteristics of vegetable purees with the addition of sugar: carrots, tomatoes, pumpkins. The results of studies of the physical and chemical composition and antioxidant properties of carrot, tomato and pumpkin puree used for the production of confectionery products are presented.

Conclusion. According to the results of the research, the following results were obtained. The leading position in the content of phenols (227), flavonoids (74), and β -carotene (17,90) is tomato puree. The least phenols were found in carrot puree (114), flavonoids (24) and β -carotene (1.98) in pumpkin puree. In terms of restoring power, the highest value was determined in carrot puree (1.89) and the lowest in pumpkin puree (0.27). The greatest ability to bind free radicals has tomato puree and this value for it is 72, carrot and pumpkin puree data is 485 and 453.

Key words: carrots, tomatoes, pumpkin, vegetable purees, antioxidants, β -carotene, phenols, flavonoids, antiradical activity, regenerating force.

Введение. Овощи являются важной составной частью пищевого рациона. Употребление в пищу овощей, позволяет предотвращать многочисленное количество заболеваний, так же способствует повышению тонуса и

работоспособности человека. Все это возможно благодаря полезным веществам, которые содержатся в овощах – это витамины, пищевые волокна, минеральные вещества и многие другие соединения. Например, витамин С, который содержится в овощах, обеспечивает нормальный метаболизм углеводов, так же помогает вывести из организма токсичные вещества, укрепляет иммунитет, что обеспечивает устойчивость организма к болезням. Известно так же, что некоторые органические кислоты, эфирные масла и ферменты, содержащиеся в овощах, способны усилить выделение желудочных соков, это помогает усвоению белков и жиров, что, в свою очередь, положительно сказывается на пищеварении. Кроме того некоторые овощи содержат антиоксидантные вещества, которые защищают организм человека от воздействия свободных радикалов, повышают тем самым иммунитет, способствуют стойкости организма к влиянию негативных факторов внешней среды и замедляют процессы старения. Также овощи, по сравнению с фруктами, являются наиболее дешевым сырьем и ежегодно выращиваются в больших объемах. Среди таких овощей, произрастающих в Самарской области, можно выделить морковь, томаты и тыкву.

Морковь – самый распространенный и всеми любимый корнеплод, который встречается повсеместно: в Африке, Австралии, Новой Зеландии, Америке и т.д. Этот овощ является полезным для организма, благодаря его составу. В моркови обнаружены такие витамины как, С, К, В, РР, а также некоторые кислоты (пантотеновая, никотиновая и т.д.). Кроме того в овоще содержатся такие минеральные вещества как калий, фосфор, железо, магний и др. Благодаря эфирным маслам, содержащимся в моркови, она имеет характерный запах. Так же известно, что каротин, содержащийся в моркови, является предшественником витамина А, который в свою очередь способствует улучшению зрения и оказывает положительное действие на слизистые оболочки и кожу человека. Кроме того, этот витамин необходим для роста детского организма. Также, корнеплод содержит в своем составе большое количество сахаров, особенно глюкозы, немного крахмала и пектиновые вещества. Употребление моркови способствует улучшению зрения, снижению холестерина, улучшению пищеварения. Вследствие того, что в моркови содержится много полезных веществ, она несомненно занимает одно из почетных мест в рационе человека [1].

Морковь можно употреблять в пищу в отварном, консервированном, тушеном, сушеном и сыром виде. И в зависимости от выбранного вида обработки, в корнеплоде будет меняться содержание полезных веществ. Так, например, в работе ученых из Нигерии [2], проводивших физико-химические исследования свежевыжатого морковного сока, были получены следующие результаты: содержание влаги составило 91,1 %, содержание белков, жиров и углеводов составило 1,067, 0,367 и 6,1 соответственно, рН сока составило 6,233. Это свидетельствует о том, что морковь не может использоваться в качестве поставщика белков и жиров, но может зарядить организм энергией, благодаря высокому содержанию углеводов. Кроме того, было обнаружено большое содержание витамина А ($2805 \pm 6,532$), который необходим для хорошего зрения и витамина С ($16,667 \pm 1,332$). Высокие концентрации β -каротина ($2730 \pm 43,589$) борются со свободными радикалами и проявляют антимутогенное действие. Также, в ходе исследований в продукте были обнаружены такие вещества как: кальций, железо, фосфаты, тиамин, ниацин, рибофлавин. Наряду с этим, изучен морковный сок [3], полученный после нагревания при температуре 85 °С в течение 5 мин и хранившегося от 0 до 60 дней и получены другие результаты. Значение рН сока составило 4,4 и не менялось в течение всего срока хранения. Содержание витамина С было 23,56 мг/100 мл и снижалось на протяжении всего срока хранения, так же как и содержание β -каротина. В качестве сравнения был приготовлен морковно-ананасовый сок в соотношениях 1:1 и 1:2. По содержанию витамина С объект в соотношении 1:1 превосходил другие образцы. Кроме того, была исследована антиоксидантная активность, которая составила у морковного сока 27,03 %, что меньше по сравнению с морковно-ананасовым соком приготовленным в соотношении 1:1 (42,96 %). Эти результаты подчеркивают целесообразность смешивания соков, для получения более питательного продукта.

Антиоксидантная активность моркови была изучена и в работе словацких ученых [4], которые исследовали экстракты пяти образцов моркови, полученные из 25 г сырья и 50 мл 80 % этанола. В результате было получено, что сорт моркови Koleseum по содержанию антиоксидантных веществ, β -каротина и общих полифенолов превосходит остальные изучаемые образцы.

В статье турецких ученых [5] представлены интересные результаты по деструкции β -каротина в моркови при сушке в конвективной печи. Образцы сушили при трех разных температурах 45, 55 и 65 °С до содержания влаги 10 %, затем хранили в фольге при минус 20 °С для дальнейших анализов. Содержание β -каротина определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). В результате было получено, что при температуре от 45 до 55 °С сохраняется больше β -каротина, чем при 65 °С.

Еще в одной статье словацких ученых [6], проводивших извлечение β -каротина при различных температурах (20, 40 и 60 °C) из свежих, хранившихся при температуре 3-5 °C и замороженных при минус 18 °C корнеплодов было выявлено следующее. Больше извлечение β -каротина получилось из замороженных и обработанных при 60 °C образцов. Однако, можно сделать вывод, что повышенная температура способствует выходу веществ из моркови, но для технологии переработки лучше использовать более низкие температуры.

Также, можно отметить, что изменение содержания веществ зависит и от цвета корнеплода. Так, например, это доказали польские и германские ученые [7], которые исследовали содержание лютеина, α -каротина, β -каротина, общих фенолов и антоцианов в моркови разного цвета. Было получено, что лютеина, фенолов и антоцианов больше всего содержится в корнеплоде фиолетового цвета и α - и β -каротина в корнеплоде оранжевого цвета. Плоды белого цвета, по сравнению с желтыми, имеют большее содержание фенолов, по остальным параметрам эти корнеплоды имеют сравнительно небольшие значения.

Томаты – одни из самых популярных и ценных сельскохозяйственных культур в мире. Более 80 % томатов перерабатываются в такие продукты как: томатный сок, паста, пюре, соусы. В своем составе томаты содержат белки, жиры, минеральные вещества, органические кислоты, витамины группы В, РР и т.д. Кроме того плоды богаты β -каротином и ликопином, которые проявляют антиоксидантные свойства. Химический состав плодов колеблется в зависимости от стадии созревания. Так, в статье латвийских ученых [8] показаны результаты исследований химического состава (кислотность, содержание сухих веществ, витамин С, ликопина) трех видов томатов, выращенных в парниковых условиях и собранных на разных сроках созревания. Результаты анализа показали, что в процессе созревания увеличивается содержание растворимых сухих веществ в среднем в два раза во всех анализируемых сортах; наибольшее содержание витамина С и ликопина определяли в томатах сорта Sunstream на последней стадии созревания. Наибольшая общая кислотность, наблюдалась в розовых томатах сорта Sacuga.

Аналогичные результаты получили латвийские ученые [9] которые показали, что в процессе созревания количество каротиноидов, особенно ликопина в плодах увеличивается. Наивысшее содержание ликопина и β -каротина установлено в спелых красных плодах сорта Rutuliai. Это показывает, что стадии созревания оказывают значительное влияние на биохимический состав томатов.

Также, варшавские ученые в своих исследованиях показали [10], что томаты, собранные в июле содержат больше сахаров, кислоты и сухих веществ. Кроме того можно отметить, что содержание азотных удобрений в почве, никак не сказывается на содержании сухих веществ, клетчатки, пищевых волокон, сахаров, значении рН и кислотности. Но если увеличить его содержание в почве то, можно увидеть увеличение антиоксидантной активности (по DPPH) и фенолов, хотя при этом уменьшается восстанавливающая сила по методу FRAP [11].

Можно так же наблюдать, что антиоксидантная активность уменьшается при тепловой обработке (70 °C) томатного пюре. Так, ирландские ученые [12] показали, что антиоксидантная активность, содержание витамина С и каротиноидов больше сохраняется при обработке высоким давлением (400-600 МПа), чем при термической обработке (70 °C/ 2 мин). Также результаты показали, что цвет томатного пюре лучше сохраняется при обработке высоким давлением.

В статье ученых из Ганы [13] представлены интересные результаты по изучению сухих веществ, титруемой кислотности, содержания влаги, золы, ликопинов, витаминов А и С, а также значение рН в свежих томатах и томатном соке, полученном нагреванием при 80 °C. Результаты показали, что в свежем продукте витаминов содержится больше чем в соке, тогда как остальные показатели возрастают при нагревании.

Тыква – самое крупное травянистое растение и одна из ценных сельскохозяйственных культур, которая является очень полезной для здоровья и незаменимой в диетическом питании. Благодаря содержанию большого числа полезных веществ, обуславливается пищевая и лечебная значимость плодов тыквы. Она обгоняет многие овощи по количеству углеводов, витаминов и минеральных веществ. Известно, что такие витамины как А и Е, входящие в состав тыквы, борются с морщинами и препятствуют преждевременному старению, а витамины группы В способствуют укреплению волос и ногтей. Большое содержание солей калия, поддерживает щелочную реакцию крови человеческого организма. Мякоть тыквы богата антиоксидантами и β -каротином (о чем свидетельствует ее насыщенный оранжевый цвет). В организме β -каротин преобразуется в витамин А, который отвечает за функционирование иммунной системы и здоровье кожи, волос, за состояние костной ткани и зрения.

Известно, что в зависимости от зоны произрастания, агротехнических условий, вида и сорта плодов тыквы и т.п., химический состав значительно изменяется. Что и доказали в статье малазийские ученые [14], которые

исследовали методом ВЭЖХ содержание каротиноидов и лютеина в 5 сортах тыквы выращенных в разных районах Малазии. В ходе исследования было выявлено, что содержание каротиноидов изменяется в зависимости от сорта и места произрастания.

Подобные результаты получили ученые из Кении [15], исследовавшие содержание минеральных веществ, белков, клетчатки и β -каротина в разных сортах тыквы.

Кроме того, польские ученые в своих исследованиях [16] показали, что при хранении овоща на протяжении 90 дней содержание в нем каротиноидов, витамина С, крахмала, полифенолов, сухих веществ, общих и редуцирующих сахаров, микроэлементов снижается, в то время как содержание калия и кальция увеличивается. Также, при анализе [17] тыквы разных этапов зрелости, были получены следующие результаты: такие параметры как, рН, редуцирующие сахара, общее содержание белков, витамина С и каротиноидов в процессе созревания тыквы возрастают. Хотя содержание титруемых кислот, не редуцирующих сахаров, общего сахара, аминокислот и фенолов уменьшается к концу созревания плода.

Потеря пищевых веществ происходит также при тепловой обработке. Например, бразильские ученые [18], изучавшие содержание сухих веществ и каротиноидов в тыкве, приготовленной на воде, на пару и с добавлением сахара, получили следующее: результаты показали, что сухих веществ больше содержится в тыкве, приготовленной с сахаром и меньше в тыкве, приготовленной в воде. Общее содержание каротиноидов больше сохраняется в тыкве, приготовленной на пару, и меньшее их содержание обнаружено в тыкве, приготовленной на воде. Аналогичные результаты были получены в исследованиях белградских ученых [19]. В ходе работы было выявлено, что самое высокое удерживание каротиноидов наблюдалось в овощах, приготовленных без воды, и низкое удерживание было в продукте, приготовленном с добавлением воды. Также исследование содержания фенолов показали, что наибольшее их количество содержится в продукте, приготовленном с добавлением сахара. Было выявлено, что такие факторы как температура, контакт с кислородом и светом приводят к потере веществ в продукте.

Таким образом, при анализе литературы было доказано, что рассмотренные овощи являются перспективным сырьем для производства продуктов питания. Однако их использование ограничено приготовлением консервированных продуктов, соков, а также употреблением в сыром, вареном и тушеном виде. Целью данной работы является разработка технологии овощных пюре для производства кондитерских изделий. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: изучить физико-химические характеристики, проанализировать антиоксидантные свойства овощных пюре используемых в производстве кондитерских изделий и начинки для шоколадных конфет.

Материалы и методы исследования. В качестве объектов исследования использовались пюре из моркови, томатов и тыквы приготовленные с добавлением сахара. На 100 г сырья было добавлено 25 г сахара. Это является оптимальным соотношением, что было установлено экспериментальным путем.

Метод приготовления овощных пюре. Овощи (морковь, тыква) моют, чистят, нарезают. Припускают 10-20 мин при температуре 90-95 °С. Припущенные овощи измельчают в блендере 3-5 мин, добавляют сахар и уваривают 10-15 мин при температуре 80-85 °С. Полученное пюре используют для последующих опытов.

Томаты моют, удаляют плодоножку. Помещают в кипящую воду и бланшируют 1 мин. С томатов снимают кожу и протирают. Добавляют сахар и уваривают 10-15 мин при температуре 80-85 °С. Полученное пюре используют для последующих опытов.

Метод приготовления экстрактов исследуемых образцов. Навеску заранее приготовленного пюре массой 1 г (для экстракта концентрацией 0,1 г/см³) помещают в колбу с притертой пробкой, добавляют 10 мл смеси дистиллированной воды и 96 %-го этилового спирта (соотношение 1:1), выдерживают в термостате при 37 °С в течение 2 ч при непрерывном перемешивании. Фильтруют приготовленный экстракт через ватный фильтр, для получения прозрачного раствора, центрифугировали 30 мин. при 3000 об/мин.

Для исследования физико-химических и антиоксидантных показателей овощных пюре были использованы следующие методики.

Содержание растворимых сухих веществ. Определение проводят по ГОСТ 28562-90 [20]. В качестве рабочего раствора используют отфильтрованный экстракт.

Массовая доля титруемых кислот в расчете на лимонную кислоту. Определение проводят по ГОСТ 25555.0-82 [21] визуальным методом. Метод основан на титровании исследуемого раствора раствором гидроксида натрия $c(\text{NaOH})=0,1$ моль/дм³ в присутствии фенолфталеина.

Массовая доля общих сахаров. Определение проводят по ГОСТ 5903-89 [22] ускоренным методом. Метод состоит в окислении всех сахаров сернокислым раствором двуххромовокислого калия до углекислоты и воды и колориметрировании образовавшегося Cr^{3+} , эквивалентного количеству вступившего в реакцию сахара.

В мерную колбу вместимостью 100 cm^3 мерным цилиндром вносят 25 cm^3 сернокислого раствора двуххромовокислого калия, 10 cm^3 фильтрата исследуемого раствора и 15 cm^3 дистиллированной воды. Колбу помещают в кипящую водяную баню на 10 мин, охлаждают до комнатной температуры, доводят объем дистиллированной водой до метки, тщательно перемешивают и измеряют оптическую плотность.

Общее содержание фенольных соединений. Измерение выполняют колориметрическим способом с применением реактива Folin-Ciocalteu [23]. Метод построен на окислении фенольных групп исследуемого водного экстракта реактивом Folin-Ciocalteu в среде насыщенного карбоната натрия.

В пробирках к 0,25 cm^3 исследуемого экстракта прибавляют 0,25 cm^3 50 %-ого водного раствора реактива Folin-Ciocalteu, 0,50 cm^3 насыщенного раствора карбоната натрия и 4,00 cm^3 дистиллированной воды. В контрольной пробе вместо экстракта добавляют 0,25 cm^3 дистиллированной воды. Реакцию проводят при комнатной температуре в течение 30 мин, далее проводят измерение коэффициента пропускания при 725 нм. Определение общего количества фенольных соединений проводят по калибровочной кривой и выражают в мг галловой кислоты/100 г исходного сырья.

Общее содержание флавоноидов. Измерения проводят колориметрическим методом [24]. В пробирки приливают 0,50 cm^3 исследуемого экстракта, 2,50 cm^3 дистиллированной воды, 0,15 cm^3 раствора 5 %-го нитрита натрия. Выдерживают 5 мин, далее прибавляют 0,30 cm^3 10 %-ого хлорида алюминия (III), выдерживают еще 5 мин. Прибавляют 1,00 cm^3 1 М гидроксида натрия и 5,00 cm^3 дистиллированной воды. Содержание флавоноидов определяют колориметрическим методом на спектрофотометре. Измерение проводят при длине волны 510 нм в кювете с толщиной слоя жидкости 10 мм. Содержание флавоноидов выражают в мг катехина (К) на 100 г.

Общее содержание β -каротина. Определение проводят колориметрическим методом [25]. Определяют коэффициент пропускания исследуемых водных экстрактов овощей при длине волны 470 нм. Количество β -каротина находят по калибровочной кривой и выражают в мг β -каротина/100 г исходного сырья.

Восстанавливающая сила по методу FRAP. Определяют фотоколориметрически по методу FRAP [26]. Метод измерения основан на способности активных веществ исходного экстракта восстанавливать трехвалентное железо. В пробирки приливают 1,00 cm^3 реактива FRAP, 3,00 cm^3 дистиллированной воды, 0,10 cm^3 готового экстракта. В контрольной пробе вместо экстракта приливают 0,10 cm^3 дистиллированной воды. Смесь выдерживают 4 мин. Коэффициент пропускания измеряют при длине волны 593 нм. Восстанавливающую силу вычисляют по калибровочному графику и выражают в ммоль Fe^{2+} /1 кг исходного сырья.

Антирадикальная активность по методу DPPH. Определяют фотоколориметрическим методом [27]. Метод определения основан на способности антиоксидантов исходного сырья связывать стабильный хромоген-радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (DPPH).

В пробирки прибавляют 0,20 cm^3 экстракта овощных пюре, 2,00 cm^3 дистиллированной воды, 2,00 cm^3 спиртового раствора 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила. В контрольной пробе по экстракту заменяют раствора 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила на дистиллированную воду. В контрольной пробе по раствору 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила заменяют экстракт на дистиллированную воду. Полученный раствор выдерживают 30 мин в темном месте.

Измерение выполняют фотоколориметрическим методом при длине волны 517 нм.

Результаты и обсуждения Анализируя физико-химические показатели пюре из моркови, томатов и тыквы, мы получили результаты, представленные в таблице 1.

По данным таблицы 1 можно наблюдать, как варьируются значения показателей. Наибольшее содержание сухих веществ и сахаров наблюдается в томатном пюре, наибольшая титруемая кислотность у тыквенного пюре. Наименьшие показатели по содержанию сухих веществ и кислотности наблюдаются в морковном пюре. Меньше всего сахаров содержится в тыквенном пюре.

Таким образом, по сумме трех определенных показателей можно выделить томатное пюре как имеющее высокие значения сухих веществ, титруемых кислот, сахаров.

Таблица 1

Физико-химические показатели овощных пюре

Table 1

Physical and chemical characteristics of mashed vegetables

Исследуемые объекты	Содержание растворимых сухих веществ, %	Массовая доля титруемых кислот, %	Массовая доля сахаров, %
Морковное пюре	47,12	0,14	12,88
Томатное пюре	60,39	0,18	17,80
Тыквенное пюре	57,37	0,20	6,77

Результаты данных, полученных при изучении антиоксидантных свойств овощных пюре представлены на рис. 1-5.

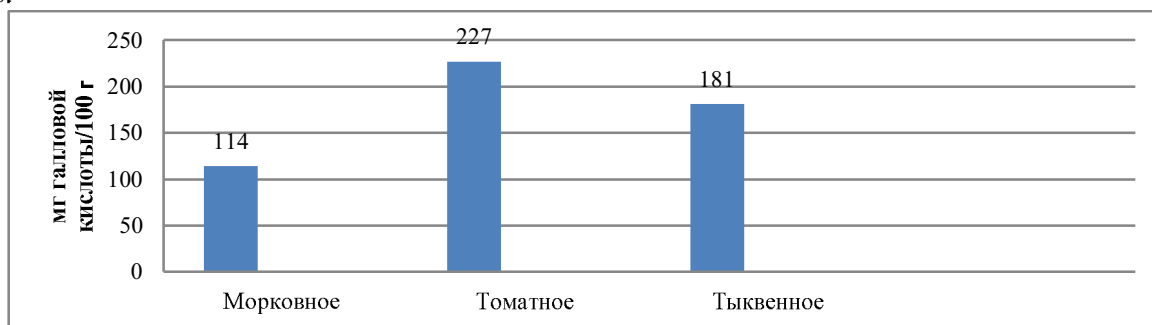


Рис. 1. Общее содержание фенолов в овощных пюре/ Fig. 1. The total phenol content in vegetable purees

Фенолы – вторичные арены, в которых один или несколько атомов водорода ароматического кольца замещены на гидроксильные группы. Фенольные соединения являются одним из самых известных классов природных соединений, которые обладают биологической активностью. Так же, данные соединения проявляют наибольшую антиоксидантную активность по сравнению с такими витаминами как Е и С. Физиологическое воздействие этих соединений разнообразно, кроме того, чтобы блокировать вредное воздействие свободных радикалов, они еще обладают капилляроукрепляющим, антиканцерогенным, противоопухолевым, противовоспалительным и антиаллергическим свойством [28].

По показателю общего содержания фенолов (см. рис. 1) исследованные нами объекты можно разместить в следующий ряд по убыванию: томатное пюре (227) > тыквенное пюре (181) > морковное пюре (114).

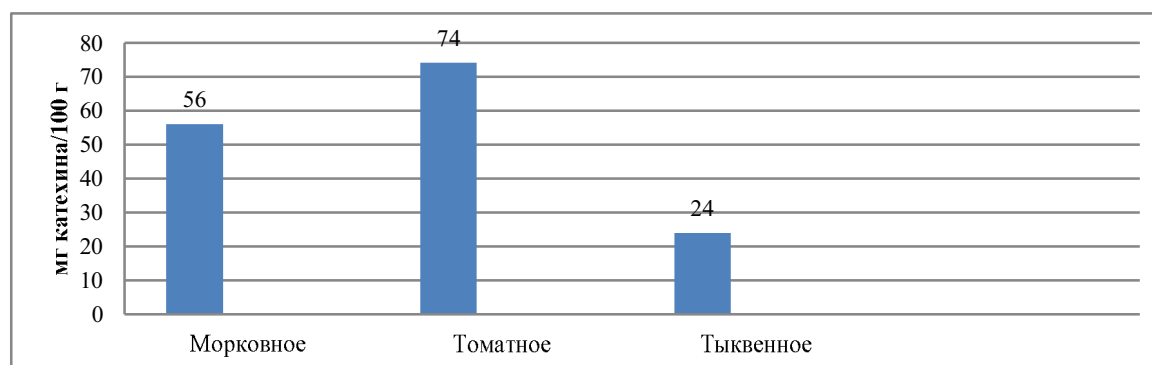


Рис. 2. Общее содержание флавоноидов в овощных пюре/ Fig. 2. The total content of flavonoids in vegetable purees

Флавоноиды – являются биологически активными полифенольными соединениями исключительно растительного происхождения, в их основе лежит молекула флавана. Флавоноиды являются сильными антиоксидантами, которые защищают организм от повреждающего воздействия ультрафиолетового излучения, окисления и борются со свободными радикалами. Механизм воздействия флавоноидов основывается на способности обрывать разветвленные цепные реакции окисления: при взаимодействии с радикалом, флавоноиды передают им протон, таким образом радикал превращается в молекулярный продукт, а сам флавоноид превращается в слабый

феноксил-радикал, который не способен принимать дальнейшее участие в развитии цепной реакции. Антиоксидантные свойства флавоноидов обладают наиболее разнообразным спектром воздействия, чем такие сильнейшие антиоксиданты, как витамины С и Е, селен и цинк [29].

Анализируя данные показателя общего содержания флавоноидов (см. рис. 2) можно отметить, что наибольшее их количество обнаружено в томатном пюре (74), меньшее в тыквенном (24) и среднее в морковном пюре (56).

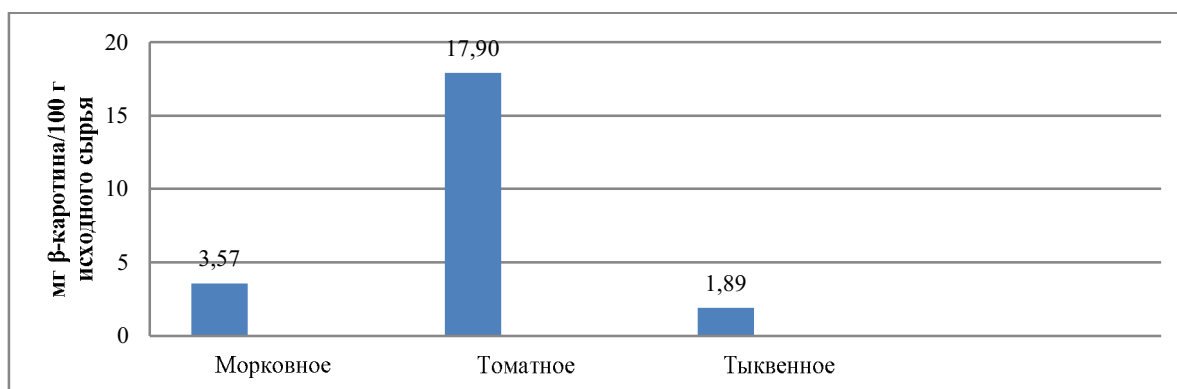


Рис. 3. Общее содержание β-каротина в овощных пюре / Fig. 3. The total content of β-carotene in vegetable purees

β-каротин – относится к классу каротиноидов, является распространенным антиоксидантом и пигментом, придающим желтый и красно-оранжевый цвет многим цветам и плодам. Некоторые растения и бактерии применяют β-каротин как пигмент, который улавливает свет и защищает их от влияния ультрафиолетового излучения солнца. Кроме того, β-каротин представляет собой микронутриент, который является предшественником витамина А и антиоксидантом, который защищает кожу человека от окислительного стресса. На сегодняшний день β-каротин – является единственным надежным средством, которое используется для лечения фоточувствительности и поражения кожи ультрафиолетом у людей, страдающих эритропоэтической протопорфирией. Для людей, не имеющих такие заболевания, применение β-каротина способствует предотвращению или ослаблению выражения отдельных дерматозов, аллергий и преждевременного старения кожи [30].

Результаты исследования β-каротина (см. рис. 3) показали, что несомненным лидером по его содержанию является томатное пюре (17,9), аутсайдером – тыквенное пюре (1,89).

Таким образом, рассмотрев общее содержание фенолов, флавоноидов и β-каротина, среди исследуемых объектов, как продукт содержащий наибольшее количество веществ ответственных за антиоксидантную активность, на первое место можно поставить томатное пюре, на второе тыквенное пюре и на третье место морковное пюре. Исходя из анализа экспериментальных данных, можно сказать, что выбранные продукты являются перспективным сырьем для производства полуфабрикатов на основе овощного сырья, что предопределяет целесообразность разработки технологии их производства.

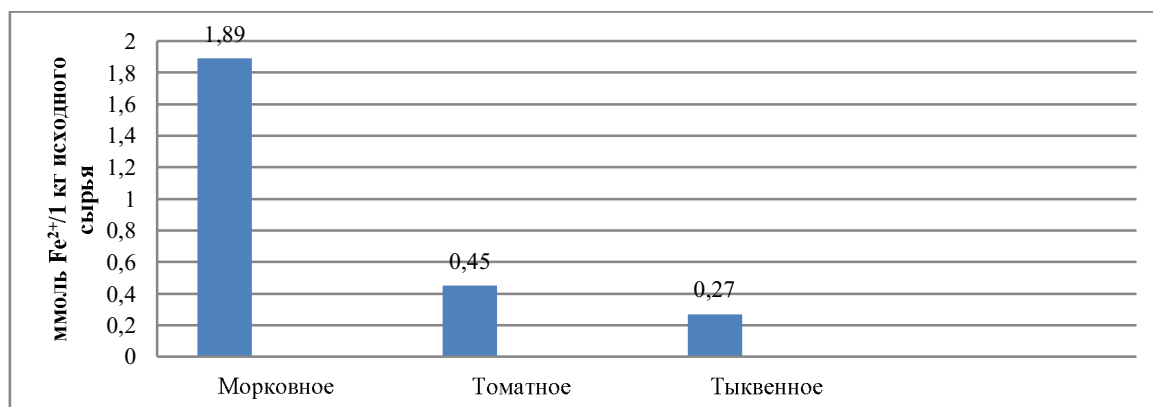


Рис. 4. FRAP-значение для овощных пюре / Fig. 4. FRAP value for vegetable purees

В основе метода FRAP применяется реакция восстановления Fe (III) до Fe (II). Данный метод предоставляет возможность определить низкомолекулярные антиоксиданты. Измерение антиоксидантов основано на их

умении тормозить катализирующее влияние ионов железа в ходе окислительного действия реакционных частиц, генерируемых в реакционной смеси. Данный метод отличен простотой, быстротой выполнения и незначительными расходами при проведении [31].

По показателю восстанавливающей силы по методу FRAP (см. рис. 4) можно увидеть, что исследованные овощные пюре обладают небольшими показателями восстанавливающей силы. Самое высокое значение наблюдается у морковного пюре (1,89) и наименьшее у тыквенного (0,27).

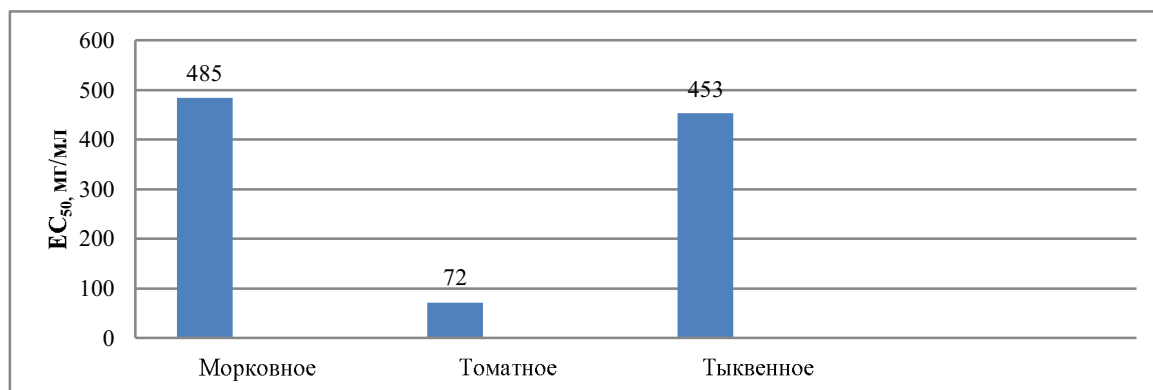


Рис. 5. Антирадикальная активность овощных пюре / Fig. 5. Antiradical activity of vegetable purées

Для определения антирадикальной активности (АОА) растительных экстрактов применялся метод DPPH. Анализ основан на спектрофотометрическом определении изменения концентрации стабильного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила. Именно уровень улавливания свободных радикалов характеризует способность антиоксиданта противостоять состоянию организма, называемому оксидативным стрессом. Уровень улавливания свободных радикалов является чрезвычайно важным показателем [32].

По показателям антирадикальной активности (см. рис. 5), полученным в ходе исследований, можно увидеть, что наибольшей способностью связывать свободные радикалы обладает томатное пюре и это значение для него составляет 72 мг/мл, что значительно отличается от исследований [33], где значения колеблются в пределах 75-950 мг/мл. Для морковного и тыквенного пюре значения АОА составили 485 и 453 мг/мл, сравнительные данные для них составляют 235-415 и 400-850 мг/мл соответственно.

Выводы. На основании полученных результатов можно сделать выводы, что морковное, томатное и тыквенное пюре являются перспективным сырьем для использования их в кондитерской промышленности. Эти пюре обладают сбалансированным химическим составом, обеспечивающим обогащение продукта витаминами и антиоксидантными веществами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дубровин И. А. Все об обычной моркови. М.: Эксмо-пресс, 2000. 73 с.
2. Olalude C. B., Oyedele F. O., Adegboye A. M. Physico-chemical analysis of *Daucus Carota* (Carrot) Juice for possible industrial applications. *J. Appl. Chem. (IOSR-JAC)*, 2015, vol. 7, no. 8, pp. 110-113.
3. Owolade S. O., Akinrinola A. O., Popoola F. O., Aderibigbe O. R., Ademoyegun O. T., Olabode I. A. Study on physico-chemical properties, antioxidant activity and shelf stability of carrot (*Daucus carota*) and pineapple (*Ananas comosus*) juice blend. *Int. Food Res. J.*, 2017, vol. 24, no. 2, pp. 534-540.
4. Bystricka J., Kavalcova P., Musilova J., Vollmannova A., Toth T., Lenkova M. Carrot (*Daucus carota* L. ssp. sativus (Hoffm.) Arcang.) as source of antioxidants. *J. Acta Agr. Slov.*, 2015, vol. 2, no. 105, pp. 303-311.
5. Demiray E., Tulcek Y. Degradation kinetics of β -carotene in carrot slices during convective drying. *Int. J. Food Prop.*, 2017, vol. 20, no. 1, pp. 151-156.
6. Baranski R., Maksylewicz-Kaul A., Kaminska I., Leja M., Schulz-Witte J., Schulz H., Nothnagel T., Carle R. Characterisation of carrots of various root colour. *J. Ecol. Chem. and Eng.*, 2010, vol. 17, no. 9, pp. 1053-1059.
7. Fikselova M., Silhar S., Marecek J., Francakova H. Extraction of carrot (*Daucus carota* L.) carotenes under different conditions. *Czech J. Food Sci.*, 2010, vol. 26, no. 4, pp. 268-274.
8. Duma M., Alsina I., Dubova L., Erdberga I. Chemical composition of tomatoes depending on the stage of ripening. *Chem. Techn. J.*, 2015, vol. 1, no. 66, pp. 24-28.

9. Viskelis P., Jankauskiene J., Bobinaite R. Content of carotenoids and physical properties of tomatoes harvested at different ripening stages. *J. Plant Phys.*, 2010, vol. 76, no. 6, pp. 166-170.
10. Kowalczyk K., Gajc-Wolska J., Radzanowska J., Marcinkowska M. Assessment of chemical composition and sensory quality of tomato fruit depending on cultivar and growing conditions. *Acta Sci. Polon., Hort. Cultus*, 2011, vol. 10, no. 4, pp. 133-140.
11. Jorge M.F., Nascimento K.O., Barbosa J.J.L., Batista Da Silva L.D., Barbosa M.I. physicochemical characteristics, antioxidant capacity and phenolic compounds of tomatoes fertigated with different nitrogen rates. *J. Rev. Caatinga, Mossoro*, 2017, vol. 30, no. 1, pp. 237-243.
12. Patras A., Brunton N., Pieve S., Butler F., Downey G. Effect of thermal and high pressure processing on antioxidant activity and instrumental colour of tomato and carrot purees. *J. Inn. Food Sci. and Emerg. Technol.*, 2010, vol. 11, no. 2009, pp. 16-22.
13. Adubofuor J., Amankwah E.A., Arthur B.S., Appiah F. Comparative study related to physico-chemical properties and sensory qualities of tomato juice and cocktail juice produced from oranges, tomatoes and carrots. *Afr. J. of Food Sc.*, 2010, vol. 4, no. 7, pp. 427- 433.
14. Norshazila S., Irwandi J., Jthman R., Lyumi Zuhani H. H. Carotenoid content in different locality of pumpkin (*Cucurbita moschata*) in Malaysia. *Int. J. of Pharm. and Pharmac. Sci.*, 2014, vol. 6, no. 3, pp. 29-32.
15. Karanja J.K., Mugendi B.J., Fathiya M., Khamis F.M., Muchugi A.M. Nutritional Evaluation of Some Kenyan Pumpkins (*Cucurbita spp.*). *Int. J. of Agr. and For.*, 2014, vol. 4, no. 3, pp. 195-200.
16. Biesiada A., Nawirska A., Kucharska A., Sokol-Letowska A. Chemical composition of pumpkin fruit depending on cultivar and storage. *J. Ecol. Chem. and Eng.*, 2011, vol. 18, no. 1, pp. 9-18.
17. Sharma S., Ramana Rao T. V. Nutritional quality characteristics of pumpkin fruit as revealed by its biochemical analysis. *Int. Food Res. J.*, 2013, vol. 20, no. 5, pp. 2309-2316.
18. Carvalho L.M.J., Smiderle L.A.S., Carvalho J.L.V., Cardoso F.S.N., Koblitz M.G.B. Assessment of carotenoids in pumpkins after different home cooking conditions. *J. Food Sc. and Techn.*, 2014, vol. 34, no. 2, pp. 365-370.
19. Gordana M. Z., Nebojsa R.M., Jadrantin M.B., Novakovic M.M., Savikin C.P., Zivkovic J.C. Phenolic compounds and carotenoids in pumpkin fruit and related traditional products. *Hem. Ind. J.*, 2016, vol. 70, no. 4, pp. 429-433.
20. ГОСТ 28562-90. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. М.: Стандартинформ, 2010. с. 166-168.
21. ГОСТ 25555.0-82 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности. М.: Стандартинформ, 2010. с. 75-78.
22. ГОСТ 5903-89. Изделия кондитерские. Методы определения сахара. М.: Стандартинформ, 2012. с. 79-102.
23. Miguel M.G., Nunes S., Dandlen S.A., Cavaco A.M., Antunes M.D. Phenols, flavonoids and antioxidant activity of aqueous and methanolic extracts of propolis (*Apis mellifera L.*) from Algarve, South Portugal. *Food Sci. and Techn. (Campinas)*, 2014, vol. 34, no. 1, pp. 16-23.
24. Figueroa L.A., Navarro L.B., Vera M.P., Petricevich V.L. Antioxidant activity, total phenolic and flavonoid contents, and cytotoxicity evaluation of *Bougainvillea xbutiana*. *Int. J. of Pharm. and Pharmac. Sci.*, 2014, vol. 6, no. 5, pp. 497-502.
25. Juntachote, T., Berghofer E. Antioxidative properties and stability of ethanolic extracts of Holy basil and Galangal. *Food Chem.*, 2005, vol. 92, no. 2, pp. 193-202.
26. Freedes C., Montenegro G., Zoffoli J.P., Gómez M., Robert P. Polyphenol content and antioxidant activity of Maqui (*Aristotelia chilensis [Molina] stuntz*) during fruit development and maturation in central Chile. *Chil. J. Agr. Res.*, 2012, vol. 72, no. 4, pp. 582-589.
27. Rabeta M.S., Lin S.P. Effects of different drying methods on the antioxidant activities of leaves and berries of *Cayratia trifolia*. *Sans Malaysiana*, 2015, vol. 44, no. 2, pp. 275-280.
28. Шипарева М.Г. Разработка и товароведная оценка полуфабрикатов мучных кондитерских и кулинарных изделий на основе семян бобовых культур: дис. канд. биол. наук. – М., 2014. – С. 43-44.
29. Синютина С. Е., Романцова С. В., Савельева В. Ю. Экстракция флавоноидов из растительного сырья и изучение их антиоксидантных свойств // Вестник Тамбовского Государственного Университета. 2011. №1. С. 345-347.
30. Сергеев Ю. В., Черверзев М. О. Принципы применения бета-каротина в дерматологии // Иммунопатология, аллергология, инфектология. 2016. №3. С. 21-25.
31. Воронина М. С. Совершенствование рецептур и оптимизация технологий тортов и пирожных с применением натуральных антиоксидантов из продуктов переработки плодов и ягод: дис. канд. техн. наук. Самара, 2017. С. 40-41.
32. Анохина И. Н., Скрыпник Л. Н. Влияние растворителя на антирадикальную активность экстрактов лекарственных растений // Успехи современного естествознания. 2018. №7. С. 15-19.
33. Борисова А. В., Макарова Н. В. Экспериментальное определение физико-химических и антиоксидантных показателей четырех видов овощей // Техника и технология пищевых производств. 2012. №3. С. 18-22.

REFERENCES

1. Dubrovin I.A. Vse ob obychnoy morkovi. – М.: Ehksmo-press, 2000. – 73 s.
2. Olalude C.B., Oyedeji F.O., Adegboyega A.M. Physico-chemical analysis of *Daucus Carota* (Carrot) Juice for possible industrial applications. *J. Appl. Chem. (IOSR-JAC)*, 2015, vol. 7, no. 8, pp. 110-113.

3. Owolade, S.O., Akinrinola, A.O., Popoola, F.O., Aderibigbe, O.R., Ademoyegun, O.T., Olabode, I. (Daucus carota) and pineapple (*Ananas comosus*) juice blend. *Int. Food Res. J.*, 2017, vol. 24, no. 2, pp. 534-540.
4. Bystricka J., Kavalcova P., Musilova J., Vollmannova A., Toth T., Lenkova M. Carrot (*Daucus carota* L. ssp. *sativus* (Hoffm.) Arcang.) as source of antioxidants. *J. Acta Agr. Slov.*, 2015, vol. 2, no. 105, pp. 303-311.
5. Demiray E., Tulek Y. Degradation kinetics of β -carotene in carrot slices during convective drying. *Int. J. Food Prop.*, 2017, vol. 20, no. 1, pp. 151-156.
6. Baranski R., Maksylewicz-Kaul A., Kaminska I., Leja M., Schulz-Witte J., Schulz H., Nothnagel T., Carle R. Characterisation of carrots of various root colour. *J. Ecol. Shem. and Eng.*, 2010, vol. 17, no. 9, pp. 1053-1059.
7. Píkselova M., Silhar S., Marecek J., Francakova H. Extraction of carrot (*Daucus carota* L.) carotenes under different conditions. *Czech J. Food Sci.*, 2010, vol. 26, no. 4, pp. 268-274.
8. Duma M., Alsina I., Dubova L., Erdberga I. Chemical composition of tomatoes depending on the stage of ripening. *Chem. Techn. J.*, 2015, vol. 1, no. 66, pp. 24-28.
9. Viskelis P., Jankauskiene J., Bobinaite R. Content of carotenoids and physical properties of tomatoes harvested at different ripening stages. *J. Plant Phys.*, 2010, vol. 76, no. 6, pp. 166-170.
10. Kowalczyk K., Gajc-Wolska J., Radzanowska J., Marcinkowska M. Assessment of chemical composition and sensory quality of tomato fruit depending on cultivar and growing conditions. *Acta Sci. Polon., Hort. Cultus*, 2011, vol. 10, no. 4, pp. 133-140.
11. Jorge M.F., Nascimento K.O., Barbosa J.J.L., Batista Da Silva L.D., Barbosa M.I. physicochemical characteristics, antioxidant capacity and phenolic compounds of tomatoes fertigated with different nitrogen rates. *J. Rev. Caatinga, Mossoro*, 2017, vol. 30, no. 1, pp. 237-243.
12. Patras A., Brunton N., Pieve S., Butler F., Downey G. Effect of thermal and high pressure processing on antioxidant activity and instrumental colour of tomato and carrot purees. *J. Inn. Food Sci. and Emerg. Technol.*, 2010, vol. 11, no. 2009, pp. 16-22.
13. Adubofuor J., Amankwah E. A., Arthur B. S., Appiah F. Comparative study related to physico-chemical properties and sensory qualities of tomato juice and cocktail juice produced from oranges, tomatoes and carrots. *Afr. J. of Food Sc.*, 2010, vol. 4, no. 7, pp. 427-433.
14. Norshazila S., Irwandi J., Jhman R., Lyumi Zuhani H. H. Carotenoid content in different locality of pumpkin (*Scurbita moschata*) in Malaysia. *Int. J. of Pharm. and Pharmac. Sci.*, 2014, vol. 6, no. 3, pp. 29-32.
15. Karanja J. K., Mugendi B. J., Pathiya M., Khamis F.M., Muchugi A.M. Nutritional Evaluation of Some Kenyan Pumpkins (*Cucurbita* spp.). *Int. J. of Agr. and For.*, 2014, vol. 4, no. 3, pp. 195-200.
16. Biesiada A., Nawirska A., Kucharska A., Sokol-Letowska A. Chemical composition of pumpkin fruit depending on cultivar and storage. *J. Ecol. Shem. and Eng.*, 2011, vol. 18, no. 1, pp. 9-18.
17. Sharma S., Ramana Rao T. V. Nutritional quality characteristics of pumpkin fruit as revealed by its biochemical analysis. *Int. Food Res. J.*, 2013, vol. 20, no. 5, pp. 2309-2316.
18. Carvalho L.M.J., Smiderle L.A.S., Carvalho J.L.V., Cardoso F.S.N., Koblitz M.G.B. Assessment of carotenoids in pumpkins after different home cooking conditions. *J. Food Sc. and Techn.*, 2014, vol. 34, no. 2, pp. 365-370.
19. Gordana M. Z., Nebojsa R. M., Jadranin M. B., Novakovic M. M., Savikin C. P., Zivkovic J. C. Phenolic compounds and carotenoids in pumpkin fruit and related traditional products. *Hem. Ind. J.*, 2016, vol. 70, no. 4, pp. 429-433.
20. GOST 28562-90. Продукты переработки плодов и овощей. A. Study on physico-chemical properties, antioxidant activity and shelf stability of carrot. *Refraktometricheskij metod opredeleniya rastvorimyh sukhikh veshchestv.* – M.: Standartinform, 2010. s. 166-168.
21. GOST 25555.0-82 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности. M.: Standartinform, 2010. s. 75-78.
22. GOST 5903-89. Изделия кондитерские. Методы определения сахара. M.: Standartinform, 2012. s. 79-102.
23. Miguel M. G., Nunes S., Dandlen S. A., Cavaco A. M., Antunes M. D. Phenols, flavonoids and antioxidant activity of aqueous and methanolic extracts of propolis (*Apis mellifera* L.) from Algarve, South Portugal. *Food Sci. and Techn. (Campinas)*, 2014, vol. 34, no. 1, pp. 16-23.
24. Figueroa L. A., Navarro L. B., Vera M. P., Petricevich V. L. Antioxidant activity, total phenolic and flavonoid contents, and cytotoxicity evaluation of *Bougainvillea xbutiana*. *Int. J. of Pharm. and Pharmac. Sci.*, 2014, vol. 6, no. 5, pp. 497-502.
25. Juntachote T., Berghofer E. Antioxidative properties and stability of ethanolic extracts of Holy basil and Galangal. *Food Chem.*, 2005, vol. 92, no. 2, pp. 193-202.
26. Freedee C., Montenegro G., Zoffoli J.P., Gómez M., Robert P. Polyphenol content and antioxidant activity of Maqui (*Aristotelia chilensis* [Molina] Stuntz) during fruit development and maturation in central Chile. *Chil. J. Agr. Res.*, 2012, vol. 72, no. 4, pp. 582-589.
27. Rabeta M. S., Lin S. P. Effects of different drying methods on the antioxidant activities of leaves and berries of *Cayratia trifolia*. *Sans Malaysiana*, 2015, vol. 44, no. 2, pp. 275-280.
28. Shipareva M. G. Razrabotka i tovarovednaya otsenka polufabrikatov muchnykh konditerskikh i kulinarnykh izdeliy na osnove semyan bobovykh kul'tur: dis. kand. biol. nauk. M., 2014. S. 43-44.
29. Sinyutina S. E., Romantsova S. V., Savel'eva V. Yu. Ehkstraksiya flavonoidov iz rastitel'nogo syr'ya i izuchenie ikh antioksidantnykh svoystv // *Vestnik Tambovskogo Gosudarstvennogo Universiteta.* – 2011. – №1. – S. 345-347.

30. Sergeev Yu. V., Pereverzev M. O. Printsipy primeneniya beta-karotina v dermatologii // Immunopatologiya, allergologiya, infektologiya. 2016. №3. S. 21-25.
31. Voronina M. S. Sovershenstvovanie retseptur i optimizatsiya tekhnologiy tortov i pirozhnykh s primeneniem natural'nykh antiokisliteley iz produktov pererabotki plodov i yagod: dis. kand. tekhn. nauk. Samara, 2017. S. 40-41.
32. Anokhina I. N., Skrypnik L. N. Vliyaniye rastvoritelya na antiradikal'nuyu aktivnost' ehkstraktov lekarstvennykh rasteniy // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2018. №7. S. 15-19.
33. Borisova A. V., Makarova N. V. Eksperimental'noe opredelenie fiziko-khimicheskikh i antioksidantnykh pokazateley chetyrekh vidov ovoshchey // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. 2012. №3. S. 18-22.

ОБ АВТОРАХ

Макарова Надежда Викторовна, доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой «Технология и организация общественного питания» Самарского государственного технического университета, г. Самара, ул. Молодогвардейская 244. E-mail: makarovanv1969@yandex.ru
Makarova Nadezhda Viktorovna, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the Department "Technology and Catering Organization" of Samara State Technical University, Samara, Molodogvardeyskaya st. 24. E-mail: makarovanv1969@yandex.ru

Игнатова Динара Фанисовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и организация общественного питания» Самарского государственного технического университета, г. Самара, ул. Молодогвардейская 244. E-mail: dinara-bakieva@mail.ru
Ignatova Dinara Fanisovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Technology and Organization of Public Catering" of Samara State Technical University, Samara, Molodogvardeyskaya st. 24. E-mail: dinara-bakieva@mail.ru

Кудусова Юлия Салаватовна, студент 4 курса бакалавриата, кафедра «Технология и организация общественного питания» Самарского государственного технического университета, г. Самара, ул. Молодогвардейская 244. E-mail: kususova-j@mail.ru
Kudusova Yuliya Salavatovna, 4th year undergraduate student, Department of Technology and Catering Organization of Samara State Technical University, Molodogvardeyskaya st. 24. E-mail: kususova-j@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 16.02.2019

После рецензирования: 11.08.2019

Дата принятия к публикации: 04.09.2019