

Влияние предварительной тепловой обработки сырья на антиоксидантную активность овощного пюре

Алексашина Софья Анатольевна

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»
Адрес: 443100, город Самара, ул. Молодогвардейская, дом 244
E-mail: vsasofi@rambler.ru*

Макарова Надежда Викторовна

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»
Адрес: 443100, город Самара, ул. Молодогвардейская, дом 244
E-mail: makarovav1969@yandex.ru*

Приводятся результаты измерений антиоксидантных свойств при обработке овощей в условиях двух технологических режимов: бланширование в горячей воде, бланширование острым паром (шпарение). Авторами изготовлены опытные образцы согласно технологическим параметрам: для бланширования температура воды составляла 85-100°C (10-15 мин), для шпарения температура пара составляла 105-110°C (5-10 мин). Цель исследования – изучение влияния предварительной тепловой обработки овощного сырья (бланширование и шпарение) на содержание фенольных веществ, флавоноидов, а так же на антиоксидантную активность готового продукта – пюре. В экстрактах анализируемых образцов определялись фенолы, флавоноиды, антиоксидантная активность по методам DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразила) и FRAP (железо-восстанавливающая антиоксидантная способность). Результаты исследования показали, что более щадящим для определяемых показателей является технологическая операция – бланширование при температуре 85-100°C в течении 10-15 мин. При этом лидером по большинству параметров выступает свекольное пюре.

Ключевые слова: овощное пюре, бланширование, шпарение, фенолы, флавоноиды, антиоксидантная активность, антирадикальное действие

Введение

Пропаганда здорового образа жизни все больше обращает внимание потребителей на полезные для человека продукты. В современных реалиях наблюдается растущий интерес к пище, которая помимо основных питательных функций обладает высоким антиоксидантным потенциалом. Согласно научным данным, дефицит антиоксидантов в ежедневном рационе питания человека является причиной преждевременного старения организма, а многочисленные хронические заболевания не инфекционной природы – следствие окислительного стресса. Таким образом, весьма оправдан поиск источников антиоксидантов, которые могли бы эффективно нейтрализовать избыток свободных радикалов, негативно влияющих на клеточную структуру организма (Piechowiak, Grzelak-Błaszczuk, Bonikowski,

Balawejder, 2019, p. 2-3; Лебедева, Жамсаранова, Чукаев, Дымшеева, 2018, с. 35-43; Колесникова, Даренская, Гребенкина, Осипова, Долгих, Натяганова, 2013, с. 27-33; Колесникова, Даренская, Гребенкина, Осипова, Долгих, Семенова, 2015, с. 66-73; Hansen, Thomsen, 2018, p. 55-67; Mailinda, Lestari, 2019, p. 81-84; Szaboa, Pikob, Fitzpatrick, 2019, p. 104-416; Балуюн, 2018, с. 272).

Литературный обзор

К наиболее популярным природным антиоксидантам относят витамины Е и С, флавоноиды, ароматические оксикислоты. Большую ценность представляют биофлавоноиды, которые обладают антиканцерогенными, антисклеротическими, противовоспалительными и антиаллергическими свойствами (Nirmala, Bisht, Bajwa, Santosh,

2018, p. 91-99; Yong, Fan, Qu, Bao, Zhang, Dai, Yang, 2019, p. 1; Шаповалова, Шидин, Бессонова, 2017, с. 35-37, Сагарадзе, Бабаева, Уфимов, Загурская, Трусов, Короткий, Маркин, Пещанская, Можаяева, Каленикова, 2018, с. 95-104). Согласно данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), при регулярном употреблении достаточного количества растительной пищи, можно предотвратить или замедлить развитие сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. ВОЗ рекомендует употреблять не менее 400 г фруктов и овощей в день, за исключением крахмалистых клубней. Однако в половине стран Европейского региона потребление растительной пищи составляет менее 400 г/сутки, а в некоторых странах эта цифра многим меньше 300 г/сутки (Bacchetti, Turco, Urbano, Morresi, Ferretti, 2019, p. 164-165).

Одной из возможных причин несоблюдения рекомендаций ВОЗ может служить сезонная доступность растительной пищи и ее быстрая микробиологическая порча в процессе хранения. В связи с этим именно консервированные овощи составляют значительную долю от общего потребления овощей (Serrano, Gallego, Silva, 2017, p. 21-22).

Важным этапом технологии производства овощных пюреобразных консервов является предварительная тепловая обработка сырья. Разрушение клеток овощей в технологическом процессе изготовления пюре является значимым шагом для улучшения гомогенизации готового продукта и инактивации окислительных ферментов. Овощное сырье различается по своим текстурным свойствам, составу, размеру, наличию вторичных метаболитов растений, которые необходимо учитывать при разработке целевых и адаптированных концепций дезинтеграции клеток (Mannozi, Fauster, Haas, Tylewicz, Romani, Dalla Rosa, Jaeger, 2018, p. 131-133). Таким образом, термическая обработка овощного сырья является весьма важной операцией, так как она напрямую влияет на конечный состав готового продукта.

Среда так же важна для изготовления пюреобразных консервов: вода, пар или жир. Например, использование кипящей воды может снизить концентрацию некоторых водорастворимых соединений, а при применении жира возможно увеличение антиоксидантного потенциала в связи с улучшением содержания фитохимических веществ (Perez-Burillo, Pastoriza, Jiménez-Hernández, D'Auria, Francino, Rufián Henares, 2018, p. 514-523).

Теоретическое обоснование

При производстве овощного пюре сырье подвергают бланшированию или шпарению.

При этом белки протоплазмы в растительном сырье при нагревании коагулируют. Это облегчает выход клеточного сока, происходит частичный гидролиз протопектина с дальнейшим переходом его в растворимый пектин. Ткани плодов размягчаются, облегчая процесс протирания растительного сырья. За счет этого изменяется объем и масса продукта, что является результатом удаления воздуха и воды. При таком способе теплового воздействия происходит потеря некоторого количества ценных питательных веществ, которые частично мигрируют в водный раствор (Wen, Prasad, Yang, Ismail, 2010, p. 464-467). Под действием повышенной температуры и кислот, присутствующих в овощах, гидролизуется протопектин, который находится в клеточных стенках. В результате связь между клетками нарушается, стенки их разрушаются, ткань сырья размягчается. Шпарение увеличивает выход готового растительного пюре и так же частично разрушает биологически активные вещества (Lafarga, Bobo, Almenar Viñas, 2018, p. 134-139).

Цель настоящей работы заключается в исследовании стандартных, применяемых в промышленности параметров предварительной тепловой обработки сырья (бланширование и шпарение) в процессе производства овощного пюре на содержание фенольных веществ, флавоноидов, а также на его антиоксидантную активность.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

1. Определить содержание фенолов и флавоноидов для овощного пюре после стадий бланширования и шпарения;
2. Установить влияние технологических параметров предварительной тепловой обработки на изменение антиоксидантной активности по методам DPPH и FRAP;
3. Произвести анализ полученных данных и сделать выводы о наличии в исследуемых образцах пюре фенолов, флавоноидов, а также зафиксировать антиоксидантную активность по методам DPPH и FRAP;
4. Выявить влияние параметров предварительной тепловой обработки растительного сырья на изменение концентрации антиоксидантов и изменение антиоксидантной активности.

Материалы

В качестве объектов исследования представлены овощные пюре из местного сырья: моркови, свеклы, тыквы и цветной капусты, подвергнутые бланшированию и шпарению. Образцы были получены в лабораторных условиях с соблюдением технологических параметров промышленного производства.

Овощи бланшировались в горячей воде при температуре 85-100°C. Продолжительность данной операции составила 15 мин для моркови и свеклы, и 10 мин для тыквы и цветной капусты.

Шпарение осуществляли в пароконвектомате марки Abat ПКА 10-1/1 ВМ2. Для моркови и свеклы обработка острым паром составила 10 мин, для тыквы и цветной капусты 7 мин при температуре 100-110°C.

Методы исследований

Анализ антиоксидантной активности и химического состава объектов исследования проводили спектрофотометрическим методом на приборе КФК. Использовались кюветы толщиной слоя жидкости 10 мм.

Из анализируемых образцов получали экстракты при соотношении 1:5 (пюре: 50%-ный этанол). Опыты осуществляли в трехкратной повторности.

Метод определения общего содержания фенольных веществ основан на способности фенолов связываться с белковыми веществами анализируемого объекта. При этом происходит окисление и осаждение их реактивом Folin-Ciocalteu с образованием раствора голубого цвета. Содержание фенолов в прозрачном растворе было определено при длине волны 725 нм и выражено в виде мг галловой кислоты (GAE)/100 г (Augusto Obara, Scheuermann, Alencar, D'Arce, de Camargo, Vieira, 2014, p. 667-673).

Метод определения общего содержания флавоноидов заключается в формировании флавоноид-алюминиевого комплекса. Общее содержание флавоноидов выражали как эквивалент мг катехина на 100 г исходного вещества и определено по собственной калибровочной кривой (Settharaksa, Jongjareonrak, Hmadhlu, Chansuwan, Siripongvutikorn, 2012, p. 1581-1587).

Метод определения антиоксидантной активности по гашению свободных радикалов

(DPPH-метод) основан на реакции спиртового раствора стабильного синтетического радикала DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил) с образцом антиоксиданта, который предположительно содержится в экстракте. По мере восстановления антиоксидантами свободного радикала DPPH его фиолетовая окраска постепенно меняется на желтую. Определение свободных радикалов 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила проводили при длине волны 517 нм спектрофотометрическим методом (Heshmati Afshar, Delazar, Nazemiyeh, Esnaashari, Moghadam, 2012, p. 165-170).

Определение железовосстанавливающей антиоксидантной способности образцов (FRAP-метод) позволяет осуществить прямое определение низкомолекулярных антиоксидантов. Железосстанавливающую силу выражали в ммоль Fe²⁺ на 1 кг исходного сырья (Mussatto, Ballesteros, Martins, Teixeira, 2011, p. 173-179).

Результаты и их обсуждение

Наиболее широко в технологии продуктов общественного питания используются плодовые и овощные пюре: детское питание, овощная консервация, овощные соки и нектары, соусы, кондитерские изделия.

Глава Nestle в регионе Россия и Евразия Марсиаль Роллан сообщил в интервью «Интерфаксу» о том, что значительный рост продемонстрировал сегмент детского питания, в частности, молочные смеси и пюре. На его долю приходится 19,5% от общего рынка детского питания (Российский потребитель действительно меняется – глава Nestle в регионе, 2019).

За последние несколько лет наблюдается тенденция к увеличению использования овощных пюре в таких нетрадиционных изделиях как мармелад, кисломолочные напитки, макаронные изделия, конфеты. Разрабатываются нормативные документы, предусматривающие классификацию с учетом внесения в рецептуры данного вида полуфабриката: овощной и желеино-овощной мармелад (ГОСТ 6442-2014), овощная (фруктово-овощная) помадная масса (ГОСТ 4570-2014) (Табаторович, 2018, с. 11-13).

По прогнозам крупнейшего в России и странах СНГ разработчика готовых обзоров промышленных и потребительских рынков BusinesStat на 2018-2022 гг. производство плодово-овощных

пюре и томатной пасты в стране будет расти на 3,2-14,7% в год. К концу анализируемого периода производство достигнет 181,6 тыс т, что выше показателей 2017 года на 34,4%. Развитие отечественного производства в 2018-2022 гг. приведет к сокращению импортных поставок на 2,3-8,4% в год. Как итог к 2022 году они составят всего 96,8 тыс т, что меньше показателей 2017 года – 19,8% (Анализ рынка томатной пасты и пюре в России, 2018).

В представленной работе проводили исследование на определение содержания фенольных веществ (ФВ, мг GAE/100 г ИВ), флавоноидов (Фл, мг К/100 г ИВ), антиоксидантной активности овощного пюре, прошедшего такие технологические операции, как бланширование и шпарение. В Таблице 1 отражены результаты исследований по определению содержания фенольных соединений и флавоноидов, а также антиоксидантной активности методами DPPH и FRAP.

Установлено, что массовая доля фенолов в пюре из свеклы бланшированной составляет 99 мг галловой кислоты (GAE)/100 г, что в 1,6 раз больше, чем у образца подвергнутого шпарению. Прочие представленные варианты овощного пюре, прошедшего данную стадию, также показали более низкие результаты в сравнении с бланшированными образцами: пюре из цветной капусты в 1,2 раза, тыквенное пюре в 2 раза, морковное в 1,6 раз (Таблица 1).

Оценка содержания флавоноидов в овощном пюре выявила значительный уровень данного показателя у образца пюре свеклы, подвергнутого бланшированию (194 мг катехина/100 г исходного вещества). Это значение в 1,3 раза превышает значения образца свекольного пюре, подвергнутого шпарению (154 мг катехина/100 г исходного вещества) (Таблица 1).

В работе проводили анализ антиоксидантного потенциала образцов пюре по методам DPPH и FRAP. Стабильный свободный радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (DPPH) позволяет изучить способность экстрактов исследуемых пюре приостанавливать цепные реакции радикального окисления. За наилучший результат принимается тот из образцов, антиоксиданты которого ингибируют половину свободных радикалов при минимальной концентрации экстрактов (Быкова, Алексашина, Демидова, Макарова, Деменина, 2017, с. 33). Таким свойством в наибольшей степени обладает свекольное пюре, прошедшее стадию бланширования – 27 мг/мл (Рисунок 3). Антиоксидантная активность экстрактов пюре тыквы по методу DPPH не была обнаружена.

Показатель восстанавливающей силы (метод FRAP) у пюре из свеклы, подвергнутой шпарению, соответствует значению 16,56 моль Fe²⁺/кг исходного сырья, что в 2,7 раз превышает показатель бланшированного образца свеклы (Таблица 1).

Таблица 1

Влияние предварительной тепловой обработки (бланширование и шпарение) сырья на содержание фенолов, флавоноидов и антиоксидантную активность овощного пюре

Наименование пюре	Определяемый показатель			
	ФВ, мг (GAE)/100 г ИВ	Фл, мг К/100 г ИВ	DPPH, E _{CS0} , мг/мл	FRAP, мМоль Fe ²⁺ /1 кг ИС
Образцы, подвергнутые бланшированию				
Цветная капуста	86	154	126	1,62
Тыква	45	94	27	6,12
Свекла	99	194	Не обнаружено	1,35
Морковь	38	136	99	6,3
Образцы, подвергнутые шпарению				
Цветная капуста	73,0	132	182	2,43
Тыква	27,0	78	39	16,56
Свекла	62,0	154	Не обнаружено	3,42
Морковь	23,3	108	150	6,84

Выводы

В работе представлены экспериментальные данные по определению содержания фенольных веществ, флавоноидов и антиоксидантной активности образцов овощных пюре, подвергнутых бланшированию и шпарению.

Показано, что:

1. Содержание фенольных веществ и флавоноидов максимально сохраняется при бланшировании: для образцов пюре из цветной капусты в 1,2 раза, образцов из тыквы в 2 раза, образцов из свеклы в 1,6 раз, образцов из моркови в 1,6 раз;
2. Результаты определения антиоксидантной активности по методу DPPH показывают более низкие значения для образцов пюре, подвергнутых шпарению. Однако антиоксидантная активность по методу FRAP у тех же образцов пюре выше. Данные методы определяют различные группы веществ, обладающих антиоксидантной активностью, в связи с чем можно объяснить противоположность результатов;
3. Лидирующую позицию по содержанию антиоксидантов по всем методам исследования занимают образцы свекольного пюре;
4. Обработка овощей горячей водой (бланширование) позволяет получить пюре с большей сохранностью фенольных веществ, обладающих антиоксидантными свойствами, нежели обработка острым паром (шпарение).

Литература

- Анализ рынка томатной пасты и пюре в России в 2013-2017 гг., прогноз на 2018-2022 гг. URL: <https://marketing.rbc.ru/research/28024/> (дата обращения: 16.01.2020).
- Балуян Х.А. Экструзионные продукты для здорового питания // Вопросы питания. 2018. № 5(87). С. 272.
- Быкова 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. № 4. С. 32-35.
- Колесникова Л.И., Даренская М.А., Гребенкина Л.А., Осипова Е.В., Долгих М.И., Натяганова Л.В. Состояние антиоксидантного статуса у детей разного возраста // Вопросы питания. 2013. № 4. С. 27-33.
- Колесникова Л.И., Даренская М.А., Гребенкина Л.А., Осипова Е.В., Долгих М.И., Семенова Н.В. Анализ антиоксидантного статуса и фактического питания студенток // Вопросы питания. 2015. № 4. С. 66-73.
- Лебедева С.Н., Жамсаранова С.Д., Чукаев С.А., Дымшеева Л.Д. Оценка рациона питания и антиоксидантной активности биологических жидкостей организма студентов // Вопросы питания. 2018. № 1. С. 35-43.
- Российский потребитель действительно меняется – глава Nestle в регионе. URL: <http://www.finmarket.ru/interview/?id=4997706> (дата обращения: 14.05.2019).
- Сагарадзе В.А., Бабаева Е.Ю., Уфимов Р.А., Загурская Ю.В., Трусов Н.А., Короткий И.Н., Маркин В.И., Пещанская Е.В., Можаяева Г.Ф., Каленикова Е.И. Содержание флавоноидов в цветках с листьями боярышников (*Crataegus L.*) флоры РФ // Химия растительного сырья. 2018. № 4. С. 95-104.
- Табаторович А.Н. Исследование химического состава и качества полуфабрикатов из тыквы для кондитерского производства // Индустрия питания. 2018. Т. 3. № 1. С. 11-13.
- Шаповалова Е.М., Шидин А.В., Бессонова Н.С. Витамин С и антиоксидантная защита // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. Т. 04. № 58. С. 35-37.
- Augusto Obara Th., Scheuermann E., Alencar S., D'Arce M., de Camargo A., Vieira Th. Phenolic compounds and antioxidant activity of hydroalcoholic extracts of wild and cultivated murtila (*Ugni molinae Turcz*) // Food Science and Technology. 2014. Vol. 34. No. 4. P 667-673.
- Bacchetti T., Turco I., Urbano A., Morresi C., Ferretti G. Relationship of fruit and vegetable intake to dietary antioxidant capacity and markers of oxidative stress: A sex-related study // Nutrition. 2019. Vol. 61. P. 164-165.
- Hansen T., Thomsen T.U. The influence of consumers' interest in healthy eating, definitions of healthy eating, and personal values on perceived dietary quality // Food policy. 2018. Vol. 80. P. 55-67.
- Heshmati Afshar F., Delazar A., Nazemiyeh H., Esnaashari S., Moghadam S.B. Comparison of the Total Phenol, Flavonoid Contents and Antioxidant Activity of Methanolic of *Artemisia spicigera* and *A. splendens* Growing in Iran // Pharmaceutical sciences. 2012. Vol. 18. No. 3. P. 165-170.
- Lafarga T., Bobo T., Almenar Viñas I. Steaming and sous-vide: Effects on antioxidant activity, vitamin C, and total phenolic content of Brassica

- vegetables // *Gastronomy and Food Science*. 2018. Vol. 13. P. 134-139.
- Mailinda E., Lestari R.F. The relationship between level of knowledge and attitude towards behavior in choosing healthy snacks of 4th and 5th grade students // *Enfermería Clínica*. 2019. Vol. 29. P. 81-84.
- Mannozi C., Fauster T., Haas K., Tylewicz U., Romani S., Dalla Rosa M., Jaeger H. Role of thermal and electric field effects during the pre-treatment of fruit and vegetable mash by pulsed electric fields (PEF) and ohmic heating (OH) // *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2018. Vol. 48. P. 131-133.
- Mussatto S.I., Ballesteros L.F., Martins S., Teixeira J.A. Extraction of antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds // *Separation and Purification Technology*. 2011. Vol. 83. P. 173-179.
- Nirmala C., Bisht M.S., Bajwa H.K., Santosh O. Bamboo: A rich source of natural antioxidants and its applications in the food and pharmaceutical industry // *Trends in Food Science & Technology*. 2018. Vol. 77. P. 91-99.
- Perez-Burillo S., Pastoriza S., Jiménez-Hernández N., D'Auria G., Francino M., Rufián Henares J. Effect of Food Thermal Processing on the Composition of the Gut Microbiota // *J Agric Food Chem*. 2018. Vol. 66. No. 43. P. 11500-11509.
- Piechowiak T., Grzelak-Błaszczyk K., Bonikowski R., Balawejder M. Optimization of extraction process of antioxidant compounds from yellow onion skin and their use in functional bread production // *Food Science and Technology*. 2019. No. 117. P. 2-3.
- Serrano M., Gallego M., Silva M. Quantitative analysis of aldehydes in canned vegetables using static headspace-gas chromatography-mass spectrometry // *J. Chromatogr. A*. 2017. No. 1524. P. 21-22.
- Settharaksa S., Jongjareonrak A., Hmadhlu P., Chansuwan W., Siripongvutikorn S. Flavonoid, phenolic contents and antioxidant properties of Thai hot curry paste extract and its ingredients as affected of pH, solvent types and high temperature // *International Food Research Journal*. 2012. Vol. 19. No. 4. P. 1581-1587.
- Szaboa K., Pikob B.F., Fitzpatrick K.M. Adolescents' attitudes towards healthy eating: The role of self-control, motives and self-risk perception // *Appetite*. 2019. Vol. 143. P. 104-416.
- Wen T.N., Prasad K.N., Yang B., Ismail A. Bioactive substance contents and antioxidant capacity of raw and blanched vegetables // *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2010. Vol. 11. P. 464-469.
- Yong G., Fan J., Qu L., Bao Ch., Zhang Q., Dai H., Yang R. Natural products as sources of new antioxidants: Synthesis and antioxidant evaluation of Mannich bases of novel sesamol derivatives // *Industrial Crops & Products*. 2019. Vol. 141. P. 1.

Influence of Preliminary Heat Processing of Raw Materials on the Chemical Composition and Antioxidant Activity of Mashed Vegetables

Sofya A. Aleksashina

Samara State Technical University
244, Molodogvardeiskaya st., Samara, 443100, Russian Federation
E-mail: vsasofi@rambler.ru

Nadezhda V. Makarova

Samara State Technical University
244, Molodogvardeiskaya st., Samara, 443100, Russian Federation
E-mail: makarovav1969@yandex.ru

The technological modes of production of vegetable puree are investigated: blanching in hot water, blanching with hot steam (pairing). The authors made prototypes according to the technological parameters: for blanching, the water temperature was 85-100°C (10-15 min), for pairing, the steam temperature was 105-110°C (5-10 min). The purpose of the study is to study the effect of preliminary heat treatment of vegetable raw materials (blanching and pairing) on the chemical composition and antioxidant activity of the finished product – mashed potatoes. In the extracts of the analyzed samples, phenols, flavonoids, antioxidant activity were determined by the methods of DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) and FRAP (iron-reducing antioxidant ability). The results of the study showed that the technological operation - blanching at a temperature of 85-100°C for 10-15 minutes is more gentle for the defined indicators. At the same time, the leader in most parameters is beetroot puree.

Keywords: vegetable puree, antioxidants, blanching, maturing, phenols, flavonoids, antioxidant activity, antiradical effect

References

- Analiz rynka tomatnoj pasty i pyure v Rossii v 2013-2017 gg, prognoz na 2018-2022 gg [Elektronnyi resurs] [Market analysis of tomato paste and mashed potatoes in Russia in 2013-2017, forecast for 2018-2022]. URL: <https://marketing.rbc.ru/research/28024/> (accessed 16.01.2020).
- Baluyan Kh.A. Ekhstruzionnye produkty dlya zdorovogo pitaniya [Healthy Food Extrusion Products]. *Voprosy pitaniya [Problems of nutrition]*, 2018, vol. 87, no. 5, pp. 272.
- Bykova T.O., Aleksashina S.A., Demidova A.V., Makarova N.V., Demenina L.G. Sravnitelnyj analiz himicheskogo sostava plodov vishni i chereszni razlichnyh sortov, vyrashchennyh v Samarskoj oblasti [Comparative analysis of the chemical composition of cherry fruits of various varieties grown in the Samara region]. *Izvestiya VUZov. Pishchevaya tekhnologiya [University News. Food technology]*, 2017, no. 4, pp. 32-35.
- Kolesnikova L.I., Darenskaya M.A., Grebenkina L.A., Osipova E.V., Dolgikh M.I., Natyaganova L.V. Sostoyanie antioksidantnogo statusa u detej rannego vozrasta [The state of the antioxidant status of children of different ages]. *Voprosy pitaniya [Nutrition issues]*, 2013, no. 4, pp. 27-33.
- Kolesnikova L.I., Darenskaya M.A., Grebenkina L.A., Osipova E.V., Dolgikh M.I., Semenova N.V. Analiz antioksidantnogo statusa i fakticheskogo pitaniya studentok [Analysis of the antioxidant status and actual nutrition of female students]. *Voprosy pitaniya [Nutrition issues]*, 2015, no. 4, pp. 66-73.
- Lebedeva S.N., Zhamsaranova S.D., Chukaev S.A., Dymshcheva L.D. Otsenka ratsiona pitaniya i antioksidantnoj aktivnosti biologicheskikh zhidkostej organizma studentov [Assesment of the nutrition and antioxidant activity of biological liquids in students]. *Voprosy pitaniya [Nutrition issues]*, 2018, vol. 87, no. 1, pp. 35-43.
- Rossijskij potrebitel dejstvitelno menyaetsya – glava Nestle v regione [Russian consumer is really changing – a head of Nestle in the region]. URL: <http://www.finmarket.ru/interview/?id=4997706> (accessed 14.05.2019).
- Sagaradze V.A., Babaeva E.Yu., Ufimov R.A., Zagurskaya Yu.V., Trusov N.A., Korotkikh

- I.N., Markin V.I., Peshhanskaya E.V., Mozhaeva G.F., Kalenikova E.I. Soderzhanie flavonoidov v tsvetkakh s listyami boyaryshnikov (*Crataegus-L.*) flory RF [The content of flavonoids in flowers with leaves of hawthorn (*Crataegus L.*) flora of the Russian Federation]. *Khimiya rastitel'nogo syrya* [Chemistry of plant raw materials], 2018, no. 3, pp. 95-104.
- Tabatorovich A.N. Issledovanie khimicheskogo sostava i kachestva polufabrikatov iz tykvy dlya konditerskogo proizvodstva [Chemical composition and quality study of pumpkin prepared food for confectionery manufacture]. *Industriya pitaniya* [Food Industry], 2018, vol. 3, no. 1, pp. 11-13.
- Shapovalova E.M., Shidin A.V., Bessonova N.S. Vitamin S i antioksidantnaya zashhita [Vitamin C and antioxidant protection]. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], 2017, vol. 4, no. 58, pp. 35-37.
- Augusto Obara Th., Scheuermann E., Alencar S., D'Arce M., de Camargo A., Vieira Th. Phenolic compounds and antioxidant activity of hydroalcoholic extracts of wild and cultivated murtilla (*Ugni molinae Turcz.*). *Food Science and Technology*, 2014, vol. 34, no. 4, pp. 667-673.
- Bacchetti T., Turco I., Urbano A., Morresi C., Ferretti G. Relationship of fruit and vegetable intake to dietary antioxidant capacity and markers of oxidative stress: A sex-related study. *Nutrition*, 2019, vol. 61, pp. 164-165.
- Hansen T., Thomsen T.U. The influence of consumers' interest in healthy eating, definitions of healthy eating, and personal values on perceived dietary quality. *Food policy*, 2018, vol. 80, pp. 55-67.
- Heshmati Afshar F., Delazar A., Nazemiyeh H., Esnaashari S., Moghadam S.B. Comparison of the Total Phenol, Flavonoid Contents and Antioxidant Activity of Methanolic of *Artemisia spicigera* and *A. splendens* Growing in Iran. *Pharmaceutical sciences*, 2012, vol. 18, no. 3, pp. 165-170.
- Lafarga T., Bobo T., Almenar Viñas I. Steaming and sous-vide: Effects on antioxidant activity, vitamin C, and total phenolic content of Brassica vegetables. *Gastronomy and Food Science*, 2018, vol. 13, pp. 134-139.
- Mailinda E., Lestari R.F. The relationship between level of knowledge and attitude towards behavior in choosing healthy snacks of 4th and 5th grade students. *Enfermería Clínica*, 2019, vol. 29, pp. 81-84.
- Mannozi C., Fauster T. Haas K., Tylewicz U., Romani S., Dalla Rosa M., Jaeger H. Role of thermal and electric field effects during the pre-treatment of fruit and vegetable mash by pulsed electric fields (PEF) and ohmic heating (OH). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2018, vol. 48, pp. 131-133.
- Mussatto S.I., Ballesteros L.F., Martins S., Teixeira J.A. Extraction of antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds. *Separation and Purification Technology*, 2011, vol. 83, pp. 173-179.
- Nirmala C., Bisht M.S., Bajwa H.K., Santosh O. Bamboo: A rich source of natural antioxidants and its applications in the food and pharmaceutical industry. *Trends in Food Science & Technology*, 2018, vol. 77, pp. 91-99.
- Pérez-Burillo S., Pastoriza S., Jiménez-Hernández N., D'Auria G., Pilar Francino M., Rufián-Henares J. A. Effect of Food Thermal Processing on the Composition of the Gut Microbiota. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2018, vol. 66, no. 43, pp. 11500-11509.
- Piechowiak T., Grzelak-Błaszczak K., Bonikowski R., Balawejder M. Optimization of extraction process of antioxidant compounds from yellow onion skin and their use in functional bread production. *Food Science and Technology*, 2019, no. 117, pp. 2-3.
- Serrano M., Gallego M., Silva M. Quantitative analysis of aldehydes in canned vegetables using static headspace-gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 2017, no. 1524, pp. 21-22.
- Settharaksa S., Jongjareonrak A., Hmadhlu P., Chansuwan W., Siripongvutikorn S. Flavonoid, phenolic contents and antioxidant properties of Thai hot curry paste extract and its ingredients as affected of pH, solvent types and high temperature. *International Food Research Journal*, 2012, vol. 19, no. 4, pp. 1581-1587.
- Szaboa K., Pikob B.F., Fitzpatrick K.M. Adolescents' attitudes towards healthy eating: The role of self-control, motives and self-risk perception. *Appetite*, 2019, vol. 143, pp. 104-116.
- Wen T.N., Prasad K.N., Yang B., Ismail A. Bioactive substance contents and antioxidant capacity of raw and blanched vegetables. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2010, vol. 11, pp. 464-469.
- Yong G., Fan J., Qu L., Bao Ch., Zhang Q., Dai H., Yang R. Natural products as sources of new antioxidants: Synthesis and antioxidant evaluation of Mannich bases of novel sesamol derivatives. *Industrial Crops & Products*, 2019, vol. 141, pp. 1.