

<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-162-169>
УДК 664.863

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ТОМАТОПРОДУКТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ КАРОТИНОИДОВ

Е. С. Белокурова* , И. А. Панкина 

Дата поступления в редакцию: 28.04.2018
Дата принятия в печать: 28.05.2018

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра Великого»,
195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29

*e-mail: oldseadog@inbox.ru



© Е. С. Белокурова, И. А. Панкина, 2018

Аннотация. Исследования последних лет доказывают, что физическое здоровье населения зависит от качества продуктов питания. Одна из важных проблем современности – недостаток в пищевых продуктах биологически активных веществ, к которым относятся витамины, антиоксиданты, минеральные вещества. Многие из них не могут синтезироваться организмом человека и должны поступать с пищей. Источником необходимых организму человека антиоксидантов может стать томатная паста. Целью данной работы было определение содержания каротиноидов в образцах томатной пасты. В томатной пасте содержится большое количество каротиноидов, но преобладают β -каротин и ликопин. В результате экспериментальных исследований определено содержание каротиноидов, β -каротина и ликопина в образцах томатной пасты отечественного и импортного производства. Установлено, что отмечается прямо пропорциональная зависимость между содержанием каротиноидов и β -каротина: чем выше содержание каротиноидов, тем больше и β -каротина. Во всех исследованных образцах количество β -каротина составляет немногим более 12 % от общего количества каротиноидов. Потребление концентрированных томатопродуктов разными возрастными и социальными группами населения Российской Федерации поможет обогатить пищевой рацион β -каротином и ликопином в соответствии с нормами физиологических потребностей в пищевых веществах.

Ключевые слова. Томатная паста, биологически активные вещества, β -каротин, ликопин

Для цитирования: Белокурова, Е. С. Сравнительный анализ концентрированных томатопродуктов на содержание каротиноидов / Е. С. Белокурова, И. А. Панкина // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 2. С. 162–169. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-162-169>.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CONCENTRATED TOMATO PRODUCTS ON CAROTENOID CONTENT

E.S. Belokurova* , I.A. Pankina 

Received: 28.04.2018
Accepted: 28.05.2018

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
29, Polytechnicheskaya Str., Saint Petersburg, 195251, Russia

*e-mail: oldseadog@inbox.ru



© E.S. Belokurova, I.A. Pankina, 2018

Abstract. Recent scientific works demonstrate that population physical health depends on food quality. One of the important modern problems is lack of biologically active substances such as vitamins, antioxidants, and mineral substances in food. Many of them cannot be synthesized by the human body and must come with food. Tomato paste can be the source of the antioxidants necessary for the human body. The purpose of this work was to determine the content of carotenoids in tomato paste samples. Tomato paste contains a significant amount of carotenoids, mainly β -carotene and lycopene. As a result of experimental studies, the author determined the content of carotenoids, β -carotene and lycopene in tomato paste samples produced in Russia and abroad. It was found out that there is a direct proportion between the content of carotenoids and β -carotene: the higher the content of carotenoids, the higher the content of β -carotene. Proportion of β -carotene in all studied samples is a little more than 12% of the total amount of carotenoids. Consumption of concentrated tomato products by different age and social population groups in Russia will help improve food ration by means of providing β -carotene and lycopene according to the physiological requirements in nutrients.

Keywords. Tomato paste, biologically active substances, β -carotene, lycopene

For citation: Belokurova E.S., Pankina I.A. Comparative analysis of concentrated tomato products on carotenoid content. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2018, vol. 48, no. 2, pp. 162–169 (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-162-169>.

Введение

По данным последних исследований в области питания населения разных стран мира и России в том числе, отмечается недостаточное потребление биологически активных веществ, которые организмом человека не вырабатываются и могут поступать только с пищей. Обеспечить население России качественными, безопасными и полноценными с точки зрения физиологии питания продуктами призвана Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации, рассчитанная до 2030 года [10]. Для удовлетворения потребностей человека в необходимых питательных и биологически активных веществах необходимо расширять ассортимент продукции функционального и специализированного назначения [11].

В настоящее время повсеместно в сельском хозяйстве и в перерабатывающей промышленности используются интенсивные методы хозяйствования [1]. При изготовлении пищевых продуктов применяются технологии глубокой комплексной переработки, воздействие на сырье различными способами с целью получения продуктов длительного срока хранения, что приводит к уменьшению содержания в продуктах биологически активных веществ, таких как витамины и провитамины [2, 4].

Примером таких важных для организма человека биологически активных веществ являются каротиноиды. По своей химической природе каротиноиды представляют собой производные изопрена. Классификация каротиноидов зависит от их химического состава [16]. По этому признаку их делят на две подгруппы: каротины – углеводородные производные изопрена и ксантофиллы – кислородсодержащие производные каротинов [12]. Большинство каротиноидов обладают антиоксидантными, радиопротекторными и антиканцерогенными свойствами [17].

Учитывая неопределимую роль каротиноидов для протекания нормальных физиологических процессов в организме человека, актуальной задачей современной пищевой технологии является исследование и создание инновационных пищевых продуктов, содержащих каротиноиды или обогащенных этими компонентами [6].

При производстве пищевых продуктов каротиноиды могут использоваться не только в виде биологически активных пищевых добавок, но и в виде пищевых красителей, т. к. они имеют широкий спектр окраски, от желтого до красного [1].

Биологическая ценность пищи определяется ее компонентами, не способными синтезироваться в организме. Каротиноиды относятся к таким компонентам, их поступление зависит только от содержания в пищевых продуктах. В настоящее время главными источниками каротиноидов являются овощные культуры: морковь, тыква, томаты, петрушка, укроп; фрукты: абрикосы, персики, хурма; ягоды: облепиха, рябина, шиповник [22]. Преимущества моркови и тыквы состоят в том, что они произрастают в большинстве регионов Российской Федерации и обладают

хорошей лёжкостью, т. е. они доступны для населения в свежем виде круглый год. Из литературных источников известно, что при переработке овощной продукции для длительного хранения каротиноиды сохраняются, что актуально для населения России [15]. Поскольку каротиноиды могут синтезироваться не только высшими растениями, но и бактериями, водорослями и грибами, то одним из перспективных направлений является использование в качестве добавок к пищевым продуктам каротиноидов, выделенных из водорослей или микроорганизмов [21].

В XXI веке отмечается высокая потребность в каротиноидах. Так, например, мировое производство препаратов β-каротина оценивается в 5–10 тыс. т в год. Такие препараты широко используются не только как источник провитамина А в лечебно-профилактических целях, но и в качестве пищевого красителя при промышленном производстве сливочного масла, маргарина, макаронных изделий. Кроме того, β-каротин может применяться в животноводстве и птицеводстве в качестве кормовой добавки [18, 19].

В рационе питания россиян важным естественным источником каротиноидов являются томаты и продукты их переработки, такие как томатный сок, томатная паста, томатный соус, кетчуп [14].

Целью нашего исследования явилось определение содержания каротиноидов в образцах томатной пасты отечественного и импортного производства.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования послужили пять образцов томатной пасты разных производителей. Образец 1 – производитель ЗАО «Нежинский консервный завод» (г. Нежин, Украина); образец 2 – производитель ЗАО «Полтавские консервы» (Краснодарский край, ст. Полтавская, Россия); образец 3 – производитель ООО «Армада» (г. Балашиха, Россия); образец 4 – производитель ЗАО «Булгарконсерв» (г. Калуга, Россия); образец 5 – производитель «Горган» (Иран). Все исследуемые образцы, согласно сведениям на этикетке продукции, имели одинаковое содержание сухих веществ 30 % и были изготовлены только из тоματοпродуктов, без добавления полисахаридов.

При определении содержания каротиноидов пользовались стандартными методиками в соответствии с ГОСТ Р 54058-2010 «Продукты пищевые функциональные. Метод определения каротиноидов» [5]. Определение проводили спектрофотометрическим методом [8].

Количественное определение содержания каротиноидов в томатных пастах проводили поэтапно:

1. Получение навески.
2. Экстракция.
3. Очистка.
4. Измерение оптической плотности раствора.

Перед проведением анализа герметично закрытые банки с томатной пастой интенсивно

встряхивали, поворачивая сверху вниз. Затем отбирали навеску исследуемого образца в 5 г с точностью 0,01 г и помещали в стакан гомогенизатора. Для экстракции каротиноидов в качестве растворителя использовали ацетон в количестве 100 см³ и углекислый магний в количестве 0,1 г. Затем проводили гомогенизацию исследуемой пробы.

После выдерживания пробы в течение некоторого времени с целью формирования и созревания осадка производили декантацию образовавшегося над осадком экстракта в делительную воронку, объем которой составлял 250 см³. Далее осадок, оставшийся в воронке, промывали ацетоном не менее трех раз. При этом жидкость, находившуюся над осадком при его промывании, каждый раз удаляли и затем смешивали в делительной воронке с экстрактом, который получили в результате гомогенизации анализируемой пробы. Общий экстракт, сконцентрированный в делительной воронке, был использован для очистки органической фазы с использованием петролейного эфира.

С целью очистки получившегося экстракта в делительную воронку добавляли петролейный эфир объемом 50 см³. Далее перемешивали раствор, содержащийся в делительной воронке, и оставляли его для выдерживания в течение некоторого времени с целью образования органического верхнего слоя. После удаления из делительной воронки водной экстрактивной фазы добавляли в оставшуюся жидкость дистиллированную воду объемом 50 см³ с целью промывания органической фазы. При этом подвергали осторожному перемешиванию содержимое воронки путем легкого встряхивания. После некоторого отстаивания водная фаза из воронки удалялась.

Органическую (петролейную) фазу количественно переносили из делительной воронки в центрифужную пробирку, куда добавляли 2 г сульфата натрия. Содержимое делительной воронки подвергали тщательному перемешиванию стеклянной палочкой, затем пробу центрифугировали с целью отделения органической фазы от осадка. После центрифугирования петролейную фазу переносили в мерную колбу объемом 100 см³. К осадку в центрифужной пробирке добавляли 30 см³ петролейного эфира, перемешивали стеклянной палочкой и повторно подвергали центрифугированию. Отделяли органическую фракцию и добавляли ее к первой порции в мерной колбе. Объем экстракта в мерной колбе довели до метки петролейным эфиром. Полученный экстракт использовали для спектрофотометрического определения общих каротиноидов [3, 8].

Спектрофотометрический метод определения пигментов базируется на измерении оптической плотности растворов (D) пигментов в области спектрального максимума поглощения света. Оптическая плотность характеризует ослабление излучения в слоях различных веществ:

$$D = \lg I_0 / I,$$

где I_0 – интенсивность излучения падающего луча на поглощающий раствор, I – интенсивность излучения, прошедшего через раствор луча.

На спектрофотометре определяют оптическую плотность раствора (D) по определенной длине волны, соответствующей максимумам поглощения исследуемых пигментов. Максимумы поглощения для каротиноидов составляют 450 нм. В качестве раствора сравнения использовался петролейный эфир.

Результаты и их обсуждение

Содержание каротиноидов в образцах томатной пасты представлено на рис. 1.

Анализ рис. 1 показывает, что в исследуемых образцах томатной пасты общее количество каротиноидов составляет от 22,0 до 33,4 мг на 100 г. Учитывая тот факт, что все образцы имели одинаковое содержание сухих веществ (30 %) и в составе сырья производитель не заявляет другого сырья кроме томатопродуктов, можно предположить, что используемые при изготовлении томаты имели различное содержание каротиноидов. Это вполне объяснимо, т.к. изначально была выбрана продукция разных производителей, которые перерабатывают свежие томаты разных ботанических сортов из разных климатических зон.

Из литературных источников известно, что томат относится к теплолюбивым культурам и самая подходящая температура для его выращивания составляет от 18 до 27 °С. Очень важным при выращивании данной культуры является своевременное сбалансированное питание вегетирующих растений, т.к. это способствует одновременному созреванию плодов. Кроме того, это приводит к накоплению большого количества сухих веществ. По-видимому, данное условие не всегда соблюдается.

Каротиноиды включают большое количество соединений. Наиболее значимым является β -каротин – предшественник витамина А, который преобразуется в ретинол в присутствии жиров и желчи [7].

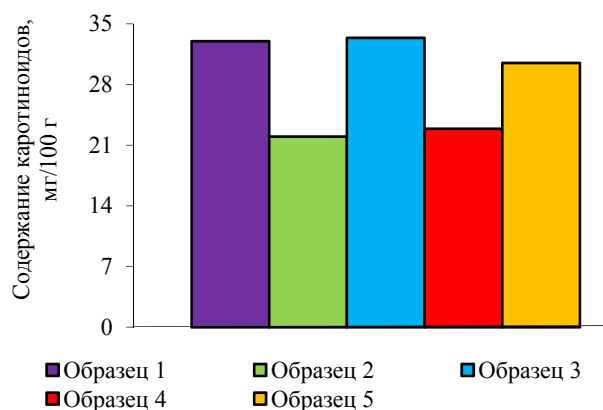


Рисунок 1 – Содержание каротиноидов в образцах томатной пасты, мг/100 г

Figure 1 – Content of carotenoids in tomato paste

samples, mg/100 g

β -каротин в организме человека выполняет роль антиоксиданта, который связывает и выводит радикалы, укрепляет иммунитет, значительно снижает риск заражения инфекционными и бактериальными заболеваниями, смягчает воздействие на здоровье человека вредной агрессивной среды, в частности радиации и химических соединений, которые встречаются в воздухе крупных промышленных центров. Кроме того, β -каротин укрепляет нервную систему и способствует повышению ее устойчивости в стрессовых ситуациях [7].

Результаты по определению содержания β -каротина в исследованных образцах томатной пасты представлены на рис. 2.

Содержание β -каротина в исследованных образцах составило от 2,7 до 4,2 мг на 100 г.

Сравнительный анализ диаграмм, представленных на рис. 1 и 2, показывает, что содержание β -каротина коррелирует с общим содержанием каротиноидов.

β -каротин является провитамином витамина А. Есть данные, что 6 мкг β -каротина эквивалентны 1 мкг витамина А. Рекомендованное среднее потребление в разных странах составляет 1,8–5,0 мг/сутки. Верхний допустимый уровень потребления не установлен. В соответствии с нормами потребления пищевых и биологически активных веществ, разработанных отечественными специалистами, физиологическая потребность для взрослых составляет 5 мг/сутки [11].

Еще одним каротиноидом, оказывающим важное влияние на организм человека, является ликопин.

В клетках высших растений ликопин является предшественником всех остальных каротиноидов, в том числе и β -каротина [13]. Последние медицинские исследования, проведенные учеными из разных стран, доказали, что каротиноид ликопин стимулирует работу всех органов [21], но наиболее важными являются его антиоксидантные свойства, профилактика раковых и сердечно-сосудистых заболеваний человека [20].

Содержание ликопина в исследованных образцах томатной пасты представлено на рис. 3.

Содержание ликопина в исследованных образцах находилось в пределах 4,9–12,2 мг/100 г. Из литературных источников известно, что концентрация ликопина увеличивается при

тепловой обработке сырья [4]. В данном случае можно предположить, что содержание ликопина зависело как от качества перерабатываемого сырья, так и от технологии изготовления. Между содержанием ликопина и общим количеством каротиноидов не наблюдается такой прямой зависимости, как в случае с β -каротином.

Для наглядности было определено процентное содержание ликопина и β -каротина от общего количества каротиноидов в исследованных образцах томатной пасты (табл. 1).

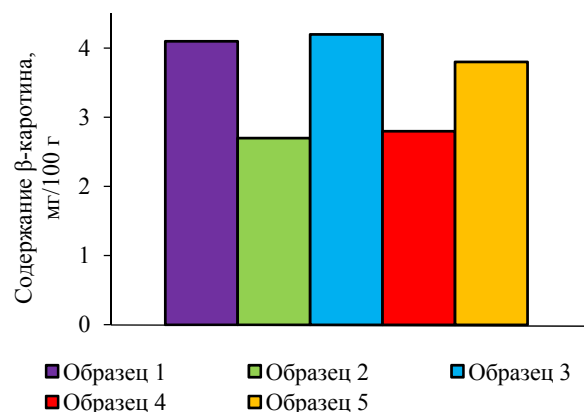


Рисунок 2 – Содержание β -каротина в образцах томатной пасты, мг/100 г

Figure 2 – Content of β -carotene in tomato paste samples, mg/100 g

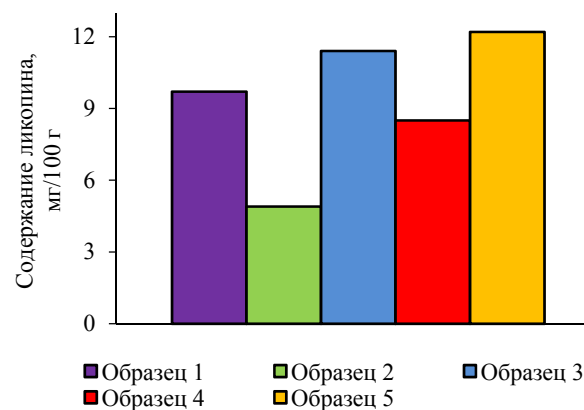


Рисунок 3 – Содержание ликопина в образцах томатной пасты, мг/100 г

Figure 3 – Content of lycopene in tomato paste samples, mg/100 g

Таблица 1 – Содержание ликопина и β -каротина (в %) от общего количества каротиноидов

Table 1 – Lycopene and β -carotene content (%) as a proportion to the general amount of carotenoids

Номер образца	β -каротин, в % от общего количества каротиноидов	Ликопин, в % от общего количества каротиноидов
1	12,42	29,39
2	12,27	22,27
3	12,57	34,13
4	12,23	37,11
5	12,46	40,0

Из данных, представленных в табл. 1, видно, что доля β -каротина во всех исследованных образцах составляла чуть более 12 % от общего количества каротиноидов, тогда как процентное содержание ликопина составляло от 22,27 до 40,0 % от общего количества каротиноидов. Самое высокое содержание ликопина оказалось в образце томатной пасты из Ирана, хотя общее количество каротиноидов и содержание β -каротина в этом образце получилось не самое высокое. Томаты, как известно, способны дозревать при транспортировке и хранении. Можно предположить, что на накопление именно ликопина влияет качество используемого сырья, выращенного под действием большого количества солнечного света. По-видимому, в Иране при производстве томатной пасты используются томаты с более высокой степенью зрелости [9].

По данным зарубежных исследований, на накопление ликопина в свежих томатах большое влияние оказывают применяемые удобрения. Так, увеличение доли калийных удобрений (на примере внесения KNO_3) для вегетирующего растения приводит к увеличению доли ликопина в свежих томатах до 30 %.

Из зарубежных источников литературы и нормативных документов известно, что в странах, специализирующихся на выращивании томатов для производства сгущенной томатной пасты, важными при подготовке сырьевой базы являются следующие показатели качества томатов:

- высокое содержание сухого вещества, что означает более низкое содержание воды в плодах и, соответственно, меньшие затраты на удаление воды в процессе концентрации;
- высокое содержание сахаров;
- цвет сока (до и после процесса концентрации);
- высокое содержание ликопина;
- вязкость (зависит от содержания нерастворимых сухих веществ, которое составляет около 50 % от общих сухих веществ);
- кислотность (рН);
- отсутствие признаков микробиологического заражения плодов.

Таким образом, при подготовке томатов на переработку их исследуют по данным показателям. Все указанные физико-химические показатели качества можно определить инструментальными методами исследования, но в полевых условиях это трудно сделать, поэтому при сборе урожая можно руководствоваться визуальными параметрами, такими как внешний вид и цвет томатов, вид на разрезе. На поперечном срезе томатов должны наблюдаться толстые стенки, что свидетельствует о высоком содержании сухого вещества.

Рекомендуется начинать механизированную уборку томатов, когда 90 % плодов имеют красную окраску. В некоторых регионах мира для ускорения созревания плодов томатов разрешено применять стимуляторы, которые обычно используют за несколько недель до сбора урожая.

По-видимому, при переработке томатов не всегда соблюдаются данные условия. Авторы статьи не имели возможности исследовать

качественные показатели используемого сырья, а работали только с готовой продукцией, но полученные результаты свидетельствуют о том, что при переработке в томатную пасту не всегда использовалось высококачественное сырье, предположительно, часто применялось сырье недозревшее.

По данным наших исследований, даже образцы томатной пасты отечественного производства имели высокое содержание ликопина. Возможно, производители перерабатывали концентрированные томатопродукты из зарубежных стран.

Согласно рекомендации по уровню потребления пищевых и биологически активных веществ, следует употреблять порядка 5 мг ликопина в сутки, верхний допустимый уровень потребления – 10 мг в сутки. Из литературных источников известно, что при совместном приеме ликопина и β -каротина наблюдается синергетический эффект [15].

Вывод

В настоящее время в Российской Федерации кроме свежих овощей, фруктов и ягод одним из важных источников каротиноидов в пищевом рационе являются переработанные томаты. Несомненным преимуществом данной продукции является удобство ее транспортировки и хранения.

На сегодняшний день на рынке концентрированных томатопродуктов томатная паста занимает ведущее место, и ее ассортимент разнообразен за счет большого количества как отечественных, так и иностранных производителей.

Томатная паста содержит значительное количество биологически активных веществ, таких как каротиноиды, из которых в томатной пасте преобладают β -каротин и ликопин.

По результатам проведенных исследований отмечена прямо пропорциональная зависимость между содержанием каротиноидов и β -каротина: чем больше содержание каротиноидов, тем больше и β -каротина. Во всех исследованных образцах количество β -каротина составляет немногим более 12 % от общего количества каротиноидов.

Наибольшее содержание ликопина было отмечено у образца томатной пасты иранского производства. Такой результат мог получиться по двум причинам: из-за использования сырья, выращенного в более благоприятных погодных условиях, например больше солнечного света, и из-за более длительной термической обработки, т. к. томатная паста является одним из немногих продуктов, при изготовлении которого содержание ликопина увеличивается по сравнению с исходным сырьем.

В исследованных нами образцах томатной пасты содержание ликопина составляет от 22 до 40 % от общего количества каротиноидов.

Два образца томатной пасты отечественных производителей показали высокое содержание биологически активных веществ и могут конкурировать по данным показателям с зарубежными производителями.

Список литературы

1. Баздырев, Г. И. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства / Г. И. Баздырев, А. Ф. Сафонов, А. Г. Мякиньюков. – М. : Инфра-М, 2018. – 736 с.
2. Борисова, Л. М. Томатный сок – как источник макро- и микронутриентов / Л. М. Борисова, Е. С. Белокурова, И. А. Панкина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2013. – № 3 (20). – С. 46–52.
3. Вытовтов, А. А. Средства контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции пищевых производств [Электронный ресурс] / А. А. Вытовтов. – СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2016. – Режим доступа: <http://elibr.spbstu.ru/dl/2/s16-213.pdf>. – Дата доступа: 25.03.2018. <https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/s16-213>.
4. Гаджиева, А. М. Теоретическое обоснование и разработка инновационных технологий производства томатопродуктов. – Махачкала : ДагГТУ, 2014. – 137 с.
5. ГОСТ Р 54058-2010. Продукты пищевые функциональные. Метод определения каротиноидов. – Введ. 01.01.2012. – М. : Стандартинформ, 2011. – 11 с.
6. Инновационные технологии переработки плодоовощной продукции / под ред. С. Родригеса, Ф. А. Н. Фернандеса ; пер. с англ. под науч. ред. Ю. Г. Базарновой. – СПб. : Профессия, 2014. – 456 с.
7. Кондратьева, И. Ю. Ликопин и β -каротин томата / И. Ю. Кондратьева, Н. А. Голубкина // Овощи России. – 2016. – № 4 (33). – С. 80–83. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-4-80-83>.
8. Курегян, А. Г. Спектрофотометрия в анализе каротиноидов [Электронный ресурс] / А. Г. Курегян // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2 (ч. 23) – с. 5166–5172. Режим доступа: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38175>. – Дата доступа: 25.03.2018.
9. Мачулкина, В. А. Сорт и качество переработанной продукции из томатов / В. А. Мачулкина, Т. А. Санникова, Ю. И. Авдеев // Селекция, семеноводство и технологии выращивания овощных, бахчевых, технических и кормовых культур. – 2014. – № 1. – С. 150–156.
10. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы : Постановление Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902361843>. – Дата доступа: 23.03.2018.
11. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года : Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.10.2010 № 1873-р // Российская газета. – 2010. – 3 нояб., № 5328. – С. 19.
12. Справочник биохимика / Р. Досон [и др.] ; пер с англ. В. Л. Друцы, О. Н. Королевой. – М. : Мир, 1991. – 544 с.
13. Степанова, Н. Ю. Биохимические основы переработки и хранения сырья растительного происхождения / Н. Ю. Степанова, В. И. Марченко, А. Н. Богатырев. – СПб. : ГИОРД, 2017. – 312 с.
14. Степанова, Н. Ю. Есть ли будущее у российской плодоовощной продукции / Н. Ю. Степанова, В. И. Марченко, А. Н. Богатырев // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 35. – С. 26–31.
15. Научные основы здорового питания / под ред. В. А. Тутельяна. – М. : Панорама, 2010. – 816 с.
16. Яковлева, Н. Б. Химическая природа нужных для жизни витаминов / Н. Б. Яковлева. – М. : Просвещение, 2006. – 120 с.
17. Яремко Е. Р. Ликопин как фактор алиментарной профилактики неинфекционных заболеваний [Электронный ресурс] / Е. Р. Яремко // Студенты и молодые ученые Белорусского государственного медицинского университета – медицинской науке и здравоохранению Республики Беларусь : сборник научных трудов студентов и молодых ученых. – Минск, 2015. – С. 314–317.
18. Ninet, L. Carotenoids / L. Ninet, J. Renault // Microbial Technology / H. J. Peppler, D. Perlman eds. – 2nd ed. – New York : Academic Press. – Vol. 1. – P. 529–544.
19. Lycopene inhibits DNA damage and liver necrosis in rats treated with ferric nitrilotriacetate / H. R. Matos [et al.] // Archives of Biochemistry and Biophysics. – 2001. – Vol. 396 (2). – P. 171–177. <https://doi.org/10.1006/abbi.2001.2611>.
20. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer / E. Giovannucci [et al.] // Journal of the National Cancer Institute. – 1995. – Vol. 87 (23). – P. 1767–1776.
21. Stahl, W. Lycopene: a biologically important carotenoid for humans? / W. Stahl, H. Sies // Archives of Biochemistry and Biophysics. – 1996. – Vol. 336 (1). – P. 1–9. <https://doi.org/10.1006/abbi.1996.0525>.
22. Clinton, S. K. Lycopene: chemistry, biology, and implications for human health and disease / S. K. Clinton // Nutrition Reviews. – 1998. – Vol. 56 (2). – P. 35–51. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1998.tb01691.x>.
23. Goñi, I. Bioaccessibility of beta-carotene, lutein, and lycopene from fruits and vegetables / I. Goñi, J. Serrano, F. Saura-Calixto // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2006. – Vol. 54 (15). – P. 5382–5387. <https://doi.org/10.1021/jf0609835>.
24. Limited antioxidant effect after consumption of a single dose of tomato sauce by young males, despite a rise in plasma lycopene / C. Y. Lee [et al.] // Free Radical Research. – 2009. – Vol. 43 (6). – P. 622–628. <https://doi.org/10.1080/10715760902942816>.


References

1. Bazdyrev G.I., Safonov A.F., Myakin'kov A.G. *Agrobiologicheskiye osnovy proizvodstva, khraneniya i pererabotki produktsii rasteniyevodstva* [Agrobiological basics of plant product production, storage and processing]. Moscow: Infra-M Publ., 2018. 736 p.
2. Borisova L.M., Belokurova E.S., Pankina I.A. Tomatnyy sok – kak istochnik makro- i mikonutriyentov [Tomato juice – as a source macronutrient and micronutrient]. *Tekhnologiya i tovarovedeniye innovatsionnykh pishchevykh produktov* [Technology and the Study of Merchandise of Innovative Foodstuffs], 2013, no. 3(20), pp. 46–52.

3. Vytovtov A.A. *Sredstva kontrolya kachestva syr'ya, polufabrikatov i gotovoy produktsii pishchevykh proizvodstv* [Means of raw materials, semi-finished products and final products quality control in food industry]. St.Petersburg: Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University Publ., 2016. Available at: <http://elib.spbstu.ru/dl/2/s16-213.pdf> (accessed 25 March 2018). <https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/s16-213>.
4. Gadzhiiyeva A.M. *Teoreticheskoye obosnovaniye i razrabotka innovatsionnykh tekhnologiy proizvodstva tomatoproductov* [Theoretical justification and development of innovative technologies in tomato products production]. Makhachkala: DGTU Publ., 2014. 137 p.
5. *GOST R 54058-2010. Produkty pishchevyye funktsional'nyye. Metod opredeleniya karotinoidov* [State Standard R 54058-2010. Functional food stuffs. Method for determination of carotenoids]. Moscow, Standartinform Publ., 2011. 11 p.
6. Rodrigues S., Fernandes F.A.N. eds. *Advances in fruit processing technologies*. Boca Raton: CRC Press, 2012. 472 p. (Russ. ed.: Bazarnova Y.G. *Innovatsionnyye tekhnologii pererabotki plodoovoshchnoy produktsii*. St.Petersburg, Professiya Publ., 2014. 456 p.).
7. Kondratieva I.Y., Golubkina N.A. Likopin i β -karotin tomata [Licopen and β -carotene in tomato]. *Ovoshchi Rossii* [Vegetable Crops of Russia], no. 4(33), 2016, pp. 80–83. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-4-80-83>.
8. Kuregyan A.G. Spektrofotometriya v analize karotinoidov [The spectrophotometry in analysis of carotenoids]. *Fundamental'nyye issledovaniya* [Fundamental Research], 2015, iss. 2 (part 23), pp. 5166–5172. Available at: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38175> (accessed 25 March 2018).
9. Machulkina V.A., Sannikova T.A., Avdeev Y.I. Sort i kachestvo pererabotannoy produktsii iz tomatov [Variety and quality of processed products from tomatoes]. *Selektsiya, semenovodstvo i tekhnologii vyrashchivaniya ovoshchnykh, bakhchevykh, tekhnicheskikh i kormovykh kul'tur* [Selection, seed production and technology for growing vegetables, cucurbits, industrial and forage crops], 2014, no. 1, pp. 150–156.
10. *Postanovleniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 14.07.2012 goda № 717 «Gosudarstvennaya programma razvitiya sel'skogo khozyaystva i regulirovaniye rynkov sel'skokhozyaystvennoy produktsii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013–2020 gody»* [Russian Federation Government Executive Order “State program aimed at developing agriculture and regulation of agricultural products, raw materials and foodstuff markets in 2013–2020”]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902361843> (accessed 23 July 2018).
11. *Rasporyazheniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 25.10.2010 goda № 1873-r «Osnovy gosudarstvennoy politiki Rossiyskoy Federatsii v oblasti zdorovogo pitaniya naseleniya na period do 2020 goda»* [Instruction of the Government of the Russian Federation “Russian Federation policies in the sphere of population healthy diet up to 2020”].
12. Dawson R.M.C., Elliott D.C., Elliott W.H., Jones K.M. eds. *Data for biochemical research*. Oxford: Clarendon Press, 1986. 592 p. (Russ. ed.: Druitsa V.L., Koroleva O.N. *Spravochnik biokhimiya*. Moscow, Mir Publ., 1991. 544 p.).
13. Stepanova N.Y., Marchenko V.I., Bogatyryov A.N. *Biokhicheskkiye osnovy pererabotki i khraneniya syr'ya rastitel'nogo proiskhozhdeniya* [Biochemical basics of plant raw material processing and storage]. St.Petersburg: GIORP Publ., 2017. 312 p.
14. Stepanova N.Y., Marchenko V.I., Bogatyryov A.N. Est' li budushcheye u rossiyskoy plodoovoshchnoy produktsii [Does fruit and vegetable production have any future in Russia?]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Saint-Petersburg State Agrarian University], 2014, no. 35, pp. 26–31.
15. Tutel'yan V.A. ed. *Nauchnyye osnovy zdorovogo pitaniya* [Scientific basics of a healthy diet]. Moscow: Panorama Publ., 2010. 816 p.
16. Yakovleva N.B. *Khimicheskaya priroda nuzhnykh dlya zhizni vitaminov* [Chemical nature of vitamins necessary for life]. Moscow: Prosveshcheniye Publ., 2006. 120 p.
17. Yaremko E.R. Likopin kak faktor alimentarnoy profilaktiki neinfektsionnykh zabolevaniy [Lycopene as a factor of nutritional prevention of non-communicable diseases]. *Sbornik nauchnykh trudov studentov i molodykh uchenykh “Studenty i molodyye uchenyye Belorusskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta – meditsinskoy nauke i zdravookhraneniyyu Respubliki Belarus”* [Students and young scientists' collected papers “Students and young scientists of Belarusian state medical university for the benefit of medicine and health care system of the Republic of Belarus”]. Minsk, 2015, pp. 314–317.
18. Ninet L., Renaut J. Carotenoids. In: *Pepler H.J., Perlman D. (eds) Microbial Technology, 2nd ed., volume 1*. New York: Academic Press, pp. 529–544.
19. Matos H.R., Capelozzi V.L., Gomes O.F., Di Mascio P., Medeiros M.H.G. Lycopene inhibits DNA damage and liver necrosis in rats treated with ferric nitrilotriacetate. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 2001, vol. 396(2), pp. 171–177. DOI: 10.1006/abbi.2001.2611.
20. Giovannucci E., Ascherio A., Rimm E.B. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. *Journal of the National Cancer Institute*, 1995, vol. 87(23), pp. 1767–1776.
21. Stahl W., Sies H. Lycopene: a biologically important carotenoid for humans? *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 1996, vol. 336(1), pp. 1–9. <https://doi.org/10.1006/abbi.1996.0525>.
22. Clinton S.K. Lycopene: chemistry, biology, and implications for human health and disease. *Nutrition Reviews*, 1998, vol. 56(2), pp. 35–51. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1998.tb01691.x>
23. Goñi I., Serrano J., Saura-Calixto F. Bioaccessibility of beta-carotene, lutein, and lycopene from fruits and vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2006, vol. 54(15), pp. 5382–5387. <https://doi.org/10.1021/jf0609835>.
24. Lee C.Y., Isaac H.B., Huang S.H., et al. Limited antioxidant effect after consumption of a single dose of tomato sauce by young males, despite a rise in plasma lycopene. *Free Radical Research*, 2009, vol. 43(6), pp. 622–628. <https://doi.org/10.1080/10715760902942816>.


Белокурова Елена Сергеевна

канд. техн. наук, доцент Высшей школы биотехнологии и пищевых технологий, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, e-mail: oldseadog@inbox.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3102-7313>


Панкина Илона Анатольевна

канд. техн. наук, доцент Высшей школы биотехнологии и пищевых технологий, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29

 <https://orcid.org/0000-0002-5981-2076>


Elena S. Belokurova

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Graduate School of Biotechnology and Food Science, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, 29, Polytechnicheskaya Str., Saint Petersburg, 195251, Russia, e-mail: oldseadog@inbox.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3102-7313>

Iona A. Pankina

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Graduate School of Biotechnology and Food Science, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, 29, Polytechnicheskaya Str., Saint Petersburg, 195251, Russia

 <https://orcid.org/0000-0002-5981-2076>

