

Применение экстракта ликопина как компонента функционального питания в хлебобулочных изделиях из дрожжевого теста

Светлана В. Смородинская	¹	kler.smo@gmail.com	 0000-0001-6490-0954
Вера А. Грибкова	¹	v.gribkova@mail.ru	 0000-0002-5079-8132
Александр Е. Алексеев	¹	alekseevae@mgutm.ru	 0000-0001-6832-3513
Ирина А. Глебова	¹	i.glebova@mgutm.ru	 0000-0001-8626-2357

¹ МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ), 119049, Москва, Шаболовская 14, стр. 9

Аннотация. В статье показаны результаты включения пищевой добавки ликопина в рецептуру хлебобулочных изделий. Проведена оценка влияния вносимого функционального компонента ликопина на органолептические показатели тестового полуфабриката и готовых хлебобулочных изделий. В пищевой промышленности ликопин используется как натуральный каротиноидный пигмент, антиоксидант и усилитель вкуса некоторых продуктов, таких как: сливочное масло, молочные и макаронные изделия, а также в хлебопечении. Функциональное питание направлено на обогащение традиционных изделий функциональными пищевыми ингредиентами, полезными для здоровья человека. В настоящей работе применялись стандартные методы исследования свойств готовых изделий. На примере булочек для гамбургеров установлено, что ликопин равномерно распределяется по тестовой массе и не изменяет ее структуры, что подтверждается микрофотографиями теста. Добавление 5 мг ликопина привело к увеличению объема теста на 17% от контрольного значения за счет увеличения микробиологической активности дрожжей. Готовая хлебобулочная продукция отличалась высокими вкусовыми качествами и привлекательным внешним видом. Оценка органолептических свойств проводилась с привлечением 10 экспертов-дегустаторов. При оценке органолептических показателей наивысший балл получили хлебобулочные изделия с добавлением 5 мг ликопина на 100 г теста. Добавление ликопина достоверно не повлияло на срок хранения хлебобулочной продукции. Результаты данного исследования позволили предположить, что ликопин, богатый антиоксидантами и каротиноидами, можно использовать в качестве пищевого ингредиента в рецептуре булочек для гамбургеров, изготавливаемых для функционального питания людей с сердечно-сосудистыми, психическими заболеваниями и катарактой.

Ключевые слова: ликопин, компонент, функциональное питание, органолептические характеристики, антиоксидант, пигмент.

Lycopene extract as a functional nutrition component in yeast dough bakery

Svetlana V. Smorodinskaya	¹	kler.smo@gmail.com	 0000-0001-6490-0954
Vera A. Gribkova	¹	v.gribkova@mail.ru	 0000-0002-5079-8132
Alexander E. Alekseev	¹	alekseevae@mgutm.ru	 0000-0001-6832-3513
Irina A. Glebova	¹	i.glebova@mgutm.ru	 0000-0001-8626-2357

¹ Moscow State University of Technology and Management K.G. Razumovsky (First Cossack University), 109004, Moscow, st. Zemlyanoy Val, 73, Russia

Abstract. The article shows the results of the inclusion of the food additive lycopene in the recipe of bakery products. The effect of the introduced functional component lycopene was assessed by organoleptic indicators of the dough semi-finished and finished bakery products. In the food industry lycopene is used as a natural carotenoid pigment, antioxidant and flavor enhancer in some products such as: butter, dairy products and pasta, as well as in baking. Functional nutrition is aimed at enriching traditional products with functional food ingredients useful for human health. In the present work used standard methods of research the properties of finished products. By the example of hamburger buns, it was found that lycopene is evenly distributed throughout the dough mass and does not change its structure, which is confirmed by microphotographs of the dough. The addition of 5 mg of lycopene resulted in a 17% increase in the dough volume from the control value due to an increase in the microbiological activity of the yeast. The finished bakery products were characterized by high taste qualities and attractive appearance. Evaluation of organoleptic properties was carried out with the involvement of 10 expert tasters. When evaluating the organoleptic characteristics, the highest score was given to bakery products with the addition of 5 mg lycopene per 100 g of dough. The addition of lycopene did not significantly affect the shelf life of bakery products. The results of this study suggested that lycopene, which is rich in antioxidants and carotenoids, could be used as a food ingredient in the recipe for hamburger buns made for functional foods for people with cardiovascular, mental illness and cataracts.

Keywords: lycopene, component, functional nutrition, organoleptic characteristics, antioxidant, pigment.

Введение

Ликопин является натуральным каротиноидным пигментом, синтезируемым растениями и некоторыми микроорганизмами. Данный пищевой ингредиент не синтезируется в организме,

а поступает с пищевыми продуктами. Более 80% ликопина получают из переработанных томатных продуктов и томатного сока [1, 2]. Ликопин играет важную роль в подавлении воспалительной реакции, и его активность в этом

Для цитирования

Смородинская С.В., Грибкова В.А., Алексеев А.Е., Глебова И.А. Применение экстракта ликопина как компонента функционального питания в хлебобулочных изделиях из дрожжевого теста // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 2. С. 93–100. doi:10.20914/2310-1202-2022-2-93-100

For citation

Smorodinskaya S.V., Gribkova V.A., Alekseev A.E., Glebova I.A. Lycopene extract as a functional nutrition component in yeast dough bakery. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2022. vol. 84. no. 2. pp. 93–100. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2022-2-93-100

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

направлении в первую очередь связана с подавлением его основных медиаторов, таких как активные формы кислорода (АФК). Кроме того, данное соединение ингибирует синтез и высвобождение провоспалительных цитокинов. Ликопин представляет собой каротиноид с молекулярной структурой $C_{40}H_{56}$. Это каротин, нециклический изомер β -каротина. Ликопин представляет собой высоконенасыщенный углеводород с прямой цепью, содержащий 13 двойных связей, 11 из которых являются сопряженными. Данное соединение выполняет свою функциональную роль в организме в качестве антиоксиданта, оказывает противоопухолевое действие [3]. Например, употребление ликопина в составе рациона может способствовать профилактике рака груди, мужских половых органов, пищеварительного тракта и других раковых заболеваний, связанных с кожными покровами. У ликопина возможность блокировать свободные радикалы в 2 раза больше, чем у β -каротина и в 10 раз выше по сравнению с α -токоферолом [4]. Кроме того, ликопин усиливает клеточный иммунитет и иммунные (неспецифические) функции не только у человека, но и у животных. Данный эффект связан с его мембраностабилизирующими свойствами. Данный функциональный ингредиент увеличивает количество антиоксидантных ферментов, к которым относятся супероксиддисмутаза, каталаза и глутатионпероксидаза. Благодаря своим антиоксидантным свойствам ликопин также важен для защиты ДНК, липидов и других макромолекул, которые обеспечивают здоровое функционирование организма. Известно, что окислительный стресс приводит к дилатации сердца. Проведенные исследования *in vitro* и *in vivo* подтвердили, что ликопин способен снижать сердечную гипертрофию, вызванную перегрузкой давлением [5]. Кроме того, ликопин замедляет перекисные процессы в хрусталике глаза. Одно из исследований подтвердило, что существует обратная зависимость между содержанием ликопина в крови и риском развития катаракты [6, 7].

Для окраски пищевых продуктов в желтый и желто-оранжевый цвет широко используются каротиноиды. К несомненным достоинствам натуральных пигментов этой группы относится то, что они проявляют А-витаминную активность (ликопин) [8].

Помимо пигментной окраски в пищевой промышленности ликопин используется в качестве усилителя вкуса некоторых продуктов [9]. На текущий момент уже разработаны продукты питания, в состав которых входит данное вещество – мясные продукты, томатные пасты и др [10–12].

Однообразное питание, выбираемое как взрослым человеком, так и школьником, может в дальнейшей перспективе негативно сказаться на обмене веществ [13]. Функциональное питание нашло широкое применение в пищевой промышленности, так как с его помощью можно восполнить недостаток основных пищевых нутриентов, минеральных веществ и витаминов, пищевых волокон, про-, пребиотиков [14]. Функциональные ингредиенты можно добавлять в продукт в количестве от 10 до 50% в зависимости от суточной потребности человека. По сравнению с биологически активными добавками данные продукты исключают возможность передозировок, имеют привлекательный для потребления вид (не лекарственная форма) и могут употребляться регулярно.

Одной из категорий людей, нуждающихся в применении функциональных продуктов, обогащенных ликопином (например, хлебобулочных изделий), являются жители городов с неблагоприятной экологической обстановкой. К таким городам можно отнести более половины населенных пунктов РФ, например, Челябинскую область [15]. Ежедневно подвергаясь действию загрязненного атмосферного воздуха, потребляя несбалансированное питание и воду низкого качества, они подвергаются риску развития алиментарных заболеваний и повышенному риску развития неоплазий.

Добавление в пищу ингредиентов с антиоксидантными свойствами позволит снизить окислительный стресс, возникающий в организме человека под влиянием стресс факторов [16]. В данном случае, добавление ликопина в хлебобулочные изделия является одним из эффективных способов снижения стрессового воздействия от неблагоприятных факторов среды.

Ученые из Великобритании в одном из экспериментов формировали рационы, содержащие продукты, обогащенные ликопином. При этом, дневной рацион составил: 21–23% от общей нормы потребления ликопина – хлеб, 16–17% – сухие завтраки, 7–15% – безалкогольные ароматизированные напитки [17].

Задачей данной работы являлось установление максимальной дозы внесения ликопина, как функциональной пищевой добавки, в тесто хлебобулочных изделий индивидуального потребления. А также определить воздействие различных концентраций экстракта ликопина по органолептическим методам качественного анализа тестового полуфабриката и готового продукта.

Материалы и методы

Суточная норма потребления человеком ликопина определена в Российской Федерации на уровне 5 мг/сутки дневного рациона при верхнем допустимом уровне (ВДУ) 10 мг/сутки [17, 18]. В процессе термической обработки может происходить деструкция части активного вещества, поэтому опытные концентрации вносимого ликопина составляли 50, 100 и 200% от верхнего порогового значения (ВДУ), что соответствует 5; 10; 20 мг. Такое количество экстракта вносилось в 100 гр. теста. Предполагалось, что после употребления одной булочки человек сможет восполнить суточную потребность в ликопин [19, 20].

Так как ликопин является жирорастворимым соединением, его целесообразно вносить в тесто в момент приготовления жидкой молочной опары.

Производилась оценка органолептических свойств теста и изучение его микроструктуры согласно стандартным методикам. Также оценивалась скорость расстойки теста при температуре 40 °С в течение 50 минут. Тесто выпекалось при 200 °С в течение 25 минут. Готовые изделия охлаждались и проводилась оценка органолептических свойств (внешний вид, состояние мякиша, вкус, запах) с привлечением 12 человек.

Качество хлебобулочных изделий зависит от различных факторов и процессов, которые участвуют в формировании свойств готовой продукции и определяют сохранность их потребительских характеристик в процессе хранения [21]. В рамках настоящих исследований проводилась органолептическая оценка качества хлебобулочных изделий с добавлением ликопина.

Согласно СанПиН 2.3.2.1078, органолептические свойства пищевых продуктов определяются показателями вкуса, цвета, запаха и консистенции, характерными для каждого вида продукции, и должны удовлетворять традиционно сложившимся вкусам и привычкам населения. Органолептические свойства пищевых продуктов не должны изменяться при их хранении, транспортировке и в процессе реализации.

Органолептическая оценка хлебобулочных изделий осуществляется комиссией, состоящей из экспертов-дегустаторов. Данные специалисты предварительно проходят проверку на сенсорную чувствительность. В органолептической оценке важны органы чувств человека, в зависимости от которых методы подразделяется на четыре основные подгруппы: визуальный, осязательный, обонятельный, вкусовой методы.

Визуальный метод – это метод, в основе которого лежит восприятие внешнего вида и / или цвета объекта с помощью зрения.

Осязательный метод – метод, имеющий в качестве основания восприятие консистенции или состояния поверхности с помощью тактильных ощущений.

Обонятельный метод применяется при оценке запаха всех хлебобулочных изделий.

Вкусовой метод – общий и обязательный метод для оценки всех хлебобулочных изделий.

Полученные результаты органолептической оценки позволили определить целесообразность добавления ликопина в рецептуру продуктов массового потребления, в т. ч. в хлебобулочные изделия.

Результаты и обсуждение

Опыты по внесению ликопина в тестовую массу показали равномерное распределение его между крахмальными зёрнами. Добавление в тесто исследуемого вещества придавало ему красноватый оттенок. В таком случае, стоит отметить, что некоторые производители для улучшения внешней привлекательности продукта прибегают к добавлению искусственных добавок, не несущих функциональных свойств. Внесение добавки не повлияло на технологический процесс: качество теста соответствовало стандарту, и его текстура не изменялась. Влияние ликопина на микробиологическую активность дрожжей оценивалось по скорости подъёма теста и показало отсутствие выраженного воздействия на данный показатель.

Результаты исследования микроструктуры теста представлены на рисунке 1. Фазовый состав исследуемой суспензии, показанный на фотографиях микроструктуры, представляет собой раствор пшеничного крахмала и белков молока с включением ликопина. Жидкой средой во всех образцах служило цельное молоко 2,5% жирности. Добавление ликопина мало повлияло на морфологию дрожжевого теста.

На фотографиях четко видно, что ликопин равномерно распределился по всей массе теста, не образуя гранул и не изменяя фазовую структуру.

Добавление ликопина в исследуемых концентрациях не оказывало негативного воздействия, а наоборот, способствовало увеличению объёма теста. Больше всего это проявлялось при минимальной используемой концентрации 5 мг/ 100гр. Увеличение объёма в этом случае составляло 17% от контрольного значения. Возможно, это связано с положительным влиянием ликопина на микробиологическую активность используемых дрожжей. В остальных концентрациях эффект проявлялся слабее – 8% в 10 мг/100 гр и 3% в 20 мг / 100 гр соответственно.

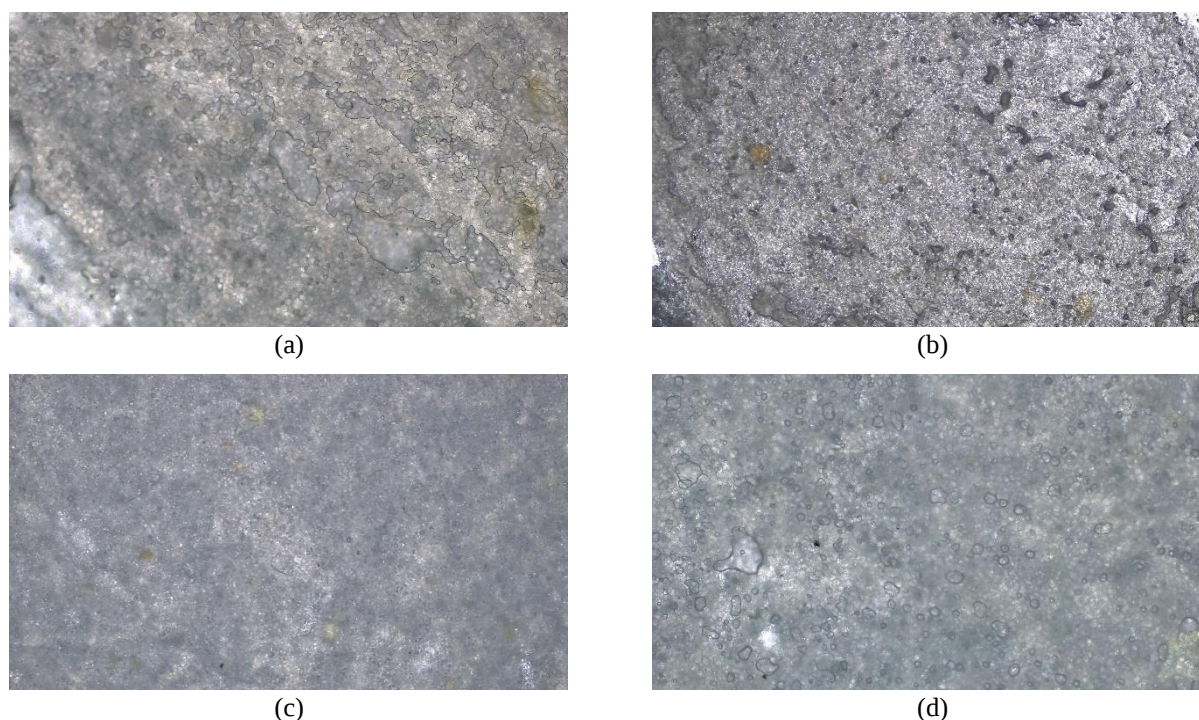


Рисунок 1. Фотографии микроструктуры образцов дрожжевого теста с добавлением ликопина и контрольного образца: (a) – контроль; (b) – ликопин 5 мг; (c) – ликопин 10 мг; (d) – ликопин 20 мг

Figure 1. Photos of the microstructure of yeast dough samples with lycopene addition and the control sample: (a) – control; (b) – lycopene 5 mg; (c) – lycopene 10 mg; (d) – lycopene 20 mg

После выпекания при 200 °С готовый продукт всесторонне исследовался.

Высота поднятия теста является ключевым фактором качества готового продукта. Фотографии, сделанные после 50 минут расстойки, представлены на рисунке 3.

После охлаждения исследуемых образцов до комнатной температуры проверяли: внешний вид изделия, его цвет, состояние мякиша (пропеченность, промес, пористость), запах и вкус. Результаты оценки представлены в таблице № 1 и на радиальной диаграмме (рисунок 2).

Таблица 1.

Оценка органолептических показателей готовых хлебобулочных изделий с / без добавления ликопина

Table 1.

Evaluation of organoleptic characteristics of finished bakery products with/without added lycopene

Показатель Indicator	Контроль Control	Lic 5 мг	Lic 10 мг	Lic 20 мг
1	2	3	4	5
Внешний вид Appearance				
Форма Shape	Округлая Rounded	Округлая Rounded	Округлая Rounded	Округлая Rounded
Поверхность Surface	Гладкая поверхность с легкой мучнистостью Smooth surface with slight flouriness	Гладкая поверхность Smooth surface	Бугристая поверхность с небольшими трещинами Rough surface with small cracks	Бугристая поверхность с большими трещинами Rough surface with large cracks
Цвет Color	Свойственный выпечным изделиям Peculiar to baked goods	Светло-желтый Light yellow	Оранжевый Orange	Оранжево-красный Orange red
Состояние мякиша State of the crumb				
Пропеченность Bakedness	Пропечённый, не влажный на ощупь, эластичный Baked, not moist to the touch, elastic	Пропечённый, не влажный на ощупь, эластичный Baked, not moist to the touch, elastic	Пропечённый, не влажный, более плотный мякиш Baked, not moist, denser crumb	Пропечённый, не влажный, более плотный мякиш Baked, not moist, denser crumb
Промес Promes	Без комочков и следов непромеса Without lumps and traces of unmixed	Видны следы неравномерного замеса Visible traces of uneven kneading	Без комочков и следов непромеса Without lumps and traces of unmixed	Без комочков и следов непромеса Without lumps and traces of unmixed

Продолжение таблицы 1 | Continuation of table 1

1	2	3	4	5
Пористость Porosity	Развитая, без пустот и уплотнений Developed, without voids and seals	С мелкими порами With small pores	С включением пор большого диаметра Including large pores	С большим количеством мелких пор With many small pores
Вкус Taste	Без постороннего привкуса No foreign taste	Кисловато-дрожжевой Sour yeast	Нейтральный Neutral	Солоноватый вкус, с привкусом томата Salty taste, with a hint of tomato
Запах Smell	Дрожжевой Yeast	Дрожжевой Yeast	Дрожжевой Yeast	Дрожжевой и томатный Yeast and tomato
Экспертный балл Expert score	9	8	7	8

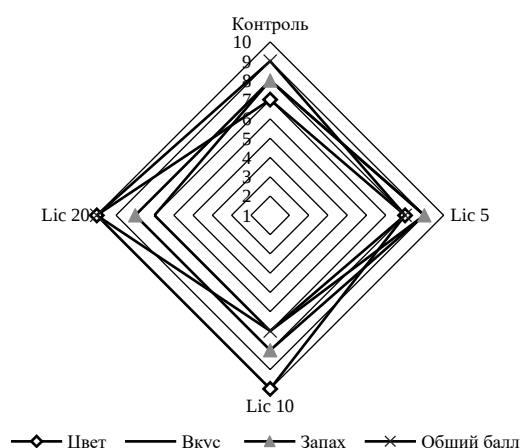


Рисунок 2. Радиальная диаграмма органолептических показателей хлебобулочных изделий

Figure 2. Radial diagram of organoleptic indicators of bakery products

По результатам органолептической оценки в таблице 1 и на рисунке 2 показаны экспертные баллы для различных характеристик белых булочек (контроль) и булочек с добавлением ликопина. Все виды булочек были приемлемыми,

хотя участники дискуссии предпочли белые изделия без добавок, которые получили наивысший балл за общую приемлемость.

Для оценки потребительских свойств было привлечено 12 дегустаторов, задачей которых было объективно оценить органолептические свойства булочек с добавлением ликопина и дать экспертную оценку готовым изделиям.

Выявлены низкие показатели качества для изделий с добавлением 10 мг ликопина, вероятно, из-за заметных различий в цвете, вкусе и запахе этих булочек. Было установлено, что изделия с добавлением 5 мг ликопина являются более приемлемыми по сравнению с булочками с добавлением 10 мг ликопина из-за более традиционного вкуса. Различия в цвете были замечены как в мякише, так и в корке, причем все три вида изделий с добавками имели различный оттенок по сравнению с контрольным продуктом (от желтого до оранжево-красного) (рисунок 4). Кроме того, более темный цвет корки можно отнести к красновато-коричневому цвету жидкого ликопина и более частому возникновению реакций Майяра между восстанавливающими сахарами и аминокислотами.



(a)



(b)



(c)

Рисунок 3. Выпечные изделия до и после термической обработки: (a) – образцы теста, включая опытные и контрольную группы; (b) – образцы после термической обработки; (c) – поперечный срез выпечных изделий
Figure 3. Baked products before and after heat treatment: (a) – samples of dough, including experimental and control groups; (b) – samples after heat treatment; (c) – cross-section of baked products

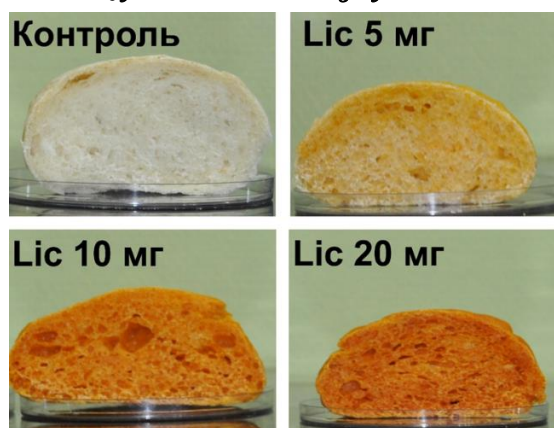


Рисунок 4. Состояние мякиша полученных выпечных изделий

Figure 4. Condition of the crumb of the obtained baked products

Из литературных данных известно, что ликопин ингибирует рост патогенных микроорганизмов – *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp [22, 23]. Для проверки данного заключения готовые изделия хранились в течение 7 дней при комнатной температуре. В процессе наблюдения за изделиями признаков порчи не наблюдалось.

Не было обнаружено значительных различий между контрольными образцами и образцами с добавками по всем сенсорным характеристикам. Цвет мякиша и вкус, по-видимому, являются причинами, по которым эксперты считают булочки с добавлением ликопина в низких концентрациях более предпочтительными.

Заключение

Проведенный эксперимент подтверждает возможность использования натурального функционального пищевого ингредиента ликопина в качестве сильнейшего антиоксиданта и пигмента каротиноидной природы для изготовления хлебобулочных изделий. Включение в состав данных выпечных изделий ликопина в количестве 20 мг на 100 г. теста обеспечивало не только насыщенный оранжевый цвет, но и обогащало их необходимыми витаминами и пищевыми волокнами. Добавление ликопина в количестве 5 мг на 100 г. теста повышало микробиологическую активность дрожжей, что проявлялось в лучшем подъеме теста и положительно сказывалось на качестве готового продукта. Экстракт ликопина равномерно распределялся по всему объему тестовой суспензии, не нарушая его реологических свойств. Ряд экспертов отмечали высокую привлекательность готового продукта с высоким содержанием ликопина.

По мнению авторов, хлебобулочные изделия с добавлением 5 мг ликопина являются оптимальными и могут быть рекомендованы для употребления взрослыми людьми в составе ежедневных рационов при сердечно-сосудистых заболеваниях, когнитивных нарушениях, заболеваниях глаз и воспалительных патологиях желудочно-кишечного тракта, а также при воздействии стрессовых факторов различной природы.

Литература

- 1 Япаров А.Э. и др. Влияние ликопина и других каротиноидов на когнитивную функцию // Международный студенческий научный вестник. 2020. №. 3. С. 59–59.
- 2 Кирпиченкова Е.В. и др. Гигиеническая оценка основных пищевых источников и уровней поступления ликопина у мужчин и женщин // Вопросы питания. 2018. Т. 87. №. 5.
- 3 Visioli F., Riso P., Grande S., Galli C. et al. Protective activity of tomato products on in vivo markers of lipid oxidation // Eur J Nutr. 2003. V. 42. №. 4. P. 201–206. doi: 10.1007/s00394-003-0415-5
- 4 Дадали В.А., Тутельян В.А., Дадали Ю.В., Кравченко Л.В. Каротиноиды. Биологическая активность // Вопросы питания. 2011. Т. 80. №. 4. С. 4–18.
- 5 Zeng J., Zhao J., Dong B., Cai X. et al. Lycopene protects against pressure overload-induced cardiac hypertrophy by attenuating oxidative stress // J. Nutr. Biochem. 2019. V. 66. P. 70–78. doi: 10.1016/j.jnutbio.2019.01.002
- 6 Dawood M.A.O., Abdel-Tawwab M., Abdel-Latif H.M.R. Lycopene reduces the impacts of aquatic environmental pollutants and physical stressors in fish // Reviews in Aquaculture. 2020. V. 12. №. 4. P. 2511–2526. doi: 10.1111/raq.12455
- 7 Dherani M. Blood levels of vitamin C, carotenoids and retinol are inversely associated with cataract in a North Indian population // Invest Ophthalmol Vis Sci. 2008. V. 49. №. 8. P. 3328–3335. doi: 10.1167/iops.07-1202
- 8 Белоус И.В., Гиро Т.М. Технологические улучшители и сырьевые добавки: краткий курс лекций. 2018.
- 9 Arballo J., Amengual J., Erdman J.W. Lycopene: A critical review of digestion, absorption, metabolism, and excretion // Antioxidants. 2021. V. 10. №. 3. P. 342. doi: 10.3390/antiox10030342
- 10 Гаджиева А.М., Алиева М.Г., Резникова Ю.В. Свойства ликопина как природного антиоксиданта // Неделя науки-2017. 2017. С. 200–202.
- 11 Marzocco S., Singla R.K., Capasso A. Multifaceted effects of lycopene: a boulevard to the multitarget-based treatment for cancer // Molecules. 2021. V. 26. №. 17. P. 5333. doi: 10.3390/molecules26175333
- 12 Тукова А.А. Разработка рецептуры мясного продукта для лечебно-профилактического питания с использованием антиоксиданта ликопин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2019. №. 21. С. 263–266.
- 13 Saini R.K. et al. Chemical stability of lycopene in processed products: a review of the effects of processing methods and modern preservation strategies // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2019. V. 68. №. 3. P. 712–726. doi: 10.1021/acs.jafc.9b06669
- 14 Marzocco S., Singla R.K., Capasso A. Multifaceted effects of lycopene: a boulevard to the multitarget-based treatment for cancer // Molecules. 2021. V. 26. №. 17. P. 5333. doi: 10.3390/molecules26175333

- 15 Мартынович А.Д. Использование природного биоантиоксиданта ликопина в производстве полуфабрикатов из мяса птицы // Новая экономика, бизнес и общество. 2017. С. 901–904.
- 16 Симаков Ю.Г., Ливинская С.А., Смородинская С.В., Пурцхванидзе В.А. Оценка микроядерным тестом стабильности генома школьников при их различных пищевых предпочтениях // Товаровед продовольственных товаров. 2021. №. 2. С. 138-142.
- 17 Шевченко Н.П. и др. Функциональные продукты питания: от теории к практике. 2020.
- 18 Жаркова А.Ю., Алпацкая Е.Г. Экологические проблемы Челябинской области и пути их решения // Печатается по решению редакционно-издательского совета Челябинского государственного университета. 2018. С. 65.
- 19 Seidel C. et al. Influence of prebiotics and antioxidants in bread on the immune system, antioxidative status and antioxidative capacity in male smokers and non-smokers // British Journal of Nutrition. 2007. V. 97. №. 2. P. 349–356. doi: 10.1017/S0007114507328626
- 20 European Food Safety Authority. Revised exposure assessment for lycopene as a food colour // EFSA Journal. 2010. V. 8. №. 1. P. 1444. doi: 10.2903/j.efsa.2010.1444
- 21 Nour V., Ionica M.E., Trandafir I. Bread enriched in lycopene and other bioactive compounds by addition of dry tomato waste // Journal of food science and technology. 2015. V. 52. №. 12. P. 8260–8267. doi: 10.1007/s13197-015-1934-9
- 22 Ситун Н.В. и др. Бактериостатические свойства пищевой добавки ликопин // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности. 2016. С. 498–499.
- 23 МР 2.3.1.1915–04. Методические рекомендации. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. М.: 2004, 36 с.

References

- 1 Yaparov A.E. et al. Effect of lycopene and other carotenoids on cognitive function. International Student Scientific Bulletin. 2020. no. 3. pp. 59–59. (in Russian).
- 2 Kirpichenkova E.V. et al. Hygienic assessment of the main food sources and intake levels of lycopene in men and women. Questions of Nutrition. 2018. no. 87(5). (in Russian)
- 3 Visioli F., Riso P., Grande S., Galli C. et al. Protective activity of tomato products on in vivo markers of lipid oxidation. Eur J Nutr. 2003. vol. 42. no. 4. pp. 201–206. doi: 10.1007/s00394-003-0415-5
- 4 Dadali V.A., Tutelyan V.A., Dadali Yu.V., Kravchenko L.V. Carotenoids. Biological activity. Issues of nutrition. 2011. vol. 80. no. 4. pp. 4–18. (in Russian).
- 5 Zeng J., Zhao J., Dong B., Cai X. et al. Lycopene protects against pressure overload-induced cardiac hypertrophy by attenuating oxidative stress. J. Nutr. Biochem. 2019. vol. 66. pp. 70–78. doi: 10.1016/j.jnutbio.2019.01.002
- 6 Dawood M.A.O., Abdel-Tawwab M., Abdel-Latif H.M.R. Lycopene reduces the impacts of aquatic environmental pollutants and physical stressors in fish. Reviews in Aquaculture. 2020. vol. 12. no. 4. pp. 2511–2526. doi: 10.1111/raq.12455
- 7 Dherani M. Blood levels of vitamin C, carotenoids and retinol are inversely associated with cataract in a North Indian population. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2008. vol. 49. no. 8. pp. 3328–3335. doi: 10.1167/iovs.07-1202
- 8 Belous I.V., Giro T.M. Technological improvers and raw material additives: a short course of lectures. 2018. (in Russian).
- 9 Arballo J., Amengual J., Erdman J.W. Lycopene: A critical review of digestion, absorption, metabolism, and excretion. Antioxidants. 2021. vol. 10. no. 3. pp. 342. doi: 10.3390/antiox10030342
- 10 Gadzhieva A.M., Alieva M.G., Reznikova Yu.V. Properties of lycopene as a natural antioxidant. Science Week 2017. 2017. pp. 200–202. (in Russian).
- 11 Marzocco S., Singla R.K., Capasso A. Multifaceted effects of lycopene: a boulevard to the multitarget-based treatment for cancer. Molecules. 2021. vol. 26. no. 17. pp. 5333. doi: 10.3390/molecules26175333
- 12 Tukova A.A. Development of a recipe for a meat product for therapeutic and preventive nutrition using the antioxidant lycopene. Actual issues of improving the technology of production and processing of agricultural products. 2019. no. 21. pp. 263–266. (in Russian).
- 13 Saini R.K. et al. Chemical stability of lycopene in processed products: a review of the effects of processing methods and modern preservation strategies. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2019. vol. 68. no. 3. pp. 712–726. doi: 10.1021/acs.jafc.9b06669
- 14 Marzocco S., Singla R.K., Capasso A. Multifaceted effects of lycopene: a boulevard to the multitarget-based treatment for cancer. Molecules. 2021. vol. 26. no. 17. pp. 5333. doi: 10.3390/molecules26175333
- 15 Martynovich A.D. The use of natural bioantioxidant lycopene in the production of semi-finished products from poultry meat. New Economics, Business and Society. 2017. pp. 901–904. (in Russian).
- 16 Simakov Yu.G., Livinskaya S.A., Smorodinskaya S.V., Purtskhvanidze V.A. Evaluation of schoolchildren's genome stability by micronucleus test with their different food preferences. 2021. no. 2. pp. 138-142. (in Russian).
- 17 Shevchenko N.P. Functional food products: from theory to practice. 2020. (in Russian).
- 18 Zharkova A.Yu., Alpatskaya E.G. Ecological problems of the Chelyabinsk region and ways to solve them. Published by decision of the editorial and publishing council of the Chelyabinsk State University. 2018. pp. 65. (in Russian).
- 19 Seidel C. et al. Influence of prebiotics and antioxidants in bread on the immune system, antioxidative status and antioxidative capacity in male smokers and non-smokers. British Journal of Nutrition. 2007. vol. 97. no. 2. pp. 349–356. doi:10.1017/S0007114507328626
- 20 European Food Safety Authority. Revised exposure assessment for lycopene as a food colour. EFSA Journal. 2010. vol. 8. no. 1. pp. 1444. doi: 10.2903/j.efsa.2010.1444
- 21 Nour V., Ionica M.E., Trandafir I. Bread enriched in lycopene and other bioactive compounds by addition of dry tomato waste. Journal of food science and technology. 2015. vol. 52. no. 12. pp. 8260–8267. doi: 10.1007/s13197-015-1934-9
- 22 Situn N.V. Bacteriostatic properties of the food additive lycopene. Technologies and equipment of the chemical, biotechnological and food industries. 2016. pp. 498–499. (in Russian).
- 23 МР 2.3.1.1915–04. Guidelines. Recommended levels of consumption of food and biologically active substances. Moscow, 2004. 36 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Светлана В. Смородинская аспирант, факультет биотехнологий и рыбного хозяйства, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), ул. Земляной Вал, 73, Москва, 109004, Россия, kler.smo@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-6490-0954>

Вера А. Грибкова к.т.н., доцент, факультет пищевых технологий и биоинженерии, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), ул. Земляной Вал, 73, Москва, 109004, Россия, v.gribkova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5079-8132>

Александр Е. Алексеев проректор по экономическому развитию региональной сети, экономический департамент, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), ул. Земляной Вал, 73, Москва, 109004, Россия, alekseevae@mgutm.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6832-3513>

Ирина А. Глебова доцент, факультет биотехнологий и рыбного хозяйства, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), ул. Земляной Вал, 73, Москва, 109004, Россия, i.glebova@mgutm.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-8626-2357>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Svetlana V. Smorodinskaya graduate student, biotechnology and fisheries department, Moscow State University of Technology and Management K.G. Razumovsky (First Cossack University), Zemlyanoy Val, 73, 109004, Moscow, Russia, kler.smo@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-6490-0954>

Vera A. Gribkova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food technology and bioengineering faculty, Moscow State University of Technology and Management K.G. Razumovsky (First Cossack University), Zemlyanoy Val, 73, 109004, Moscow, Russia, v.gribkova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5079-8132>

Alexander E. Alekseev vice-rector for economic development of the regional network, economics department, Moscow State University of Technology and Management K.G. Razumovsky (First Cossack University), Zemlyanoy Val, 73, 109004, Moscow, Russia, alekseevae@mgutm.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6832-3513>

Irina A. Glebova associate professor, biotechnology and fisheries faculty, Moscow State University of Technology and Management K.G. Razumovsky (First Cossack University), Zemlyanoy Val, 73, 109004, Moscow, Russia, i.glebova@mgutm.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-8626-2357>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 20/04/2022	После редакции 13/05/2022	Принята в печать 03/06/2022
Received 20/04/2022	Accepted in revised 13/05/2022	Accepted 03/06/2022