

Определение содержания лютеина в продуктах и перспективы его использования в хлебобулочных изделиях

Фролов Д.И., Юрна Д.А.

Аннотация. В статье исследовалось содержание лютеина в овощах, фруктах. Высокие концентрации лютеина были обнаружены в овощах: шпинате (8,95 мг/100 г), капусте (6,89 мг/100 г), салате (1,65 мг/100 г), листьях сельдерея (1,68 мг/100 г), тыкве (2,82 мг/100 г), цуккини (1,14 мг/100 г), брокколи (1,97 мг/100 г) и зеленом горошке (2,23 мг/100 г). Низкая концентрация наблюдалась во фруктах (менее 0,60 мг/100 г).

Ключевые слова: лютеин, содержание, продукты, овощи, концентрация, хлебобулочные изделия.

Для цитирования: Фролов Д.И., Юрна Д.А. Определение содержания лютеина в продуктах и перспективы его использования в хлебобулочных изделиях // Инновационная техника и технология. 2025. Т. 12. № 1. С. 55–59.

Determination of lutein content in foods and prospects for its use in bakery products

Frolov D.I., Yurna D.A.

Abstract. The article examined the content of lutein in vegetables and fruits. High concentrations of lutein were found in vegetables: spinach (8.95 mg/100 g), cabbage (6.89 mg/100 g), lettuce (1.65 mg/100 g), celery leaves (1.68 mg/100 g), pumpkin (2.82 mg/100 g), zucchini (1.14 mg/100 g), broccoli (1.97 mg/100 g) and green peas (2.23 mg/100 g). Low concentrations were observed in fruits (less than 0.60 mg/100 g).

Keywords: lutein, content, products, vegetables, concentration, bakery products.

For citation: Frolov D.I., Yurna D.A. Determination of lutein content in foods and prospects for its use in bakery products. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2025. Vol. 12. No. 1. pp. 55–59. (In Russ.).

Введение

Каротиноиды, наряду с хлорофиллами и антоцианами, являются одними из важнейших и наиболее распространённых природных пигментов [8, 9]. Их основными источниками служат жёлтые, оранжевые и красные фрукты и овощи, а также зелёные листовые культуры [2]. Учёными выявлено около 500 каротиноидов, но лишь некоторые из них связаны с витамином А [7]. Остальные, не обладающие его активностью, называют «неактивными каротиноидами» [3]. Однако исследования показали, что эти соединения обладают выраженными антиоксидантными свойствами. Помимо зеаксантина, лютеин является одним из каротиноидов, основным фундаментальным пигментом, присутствующим в центральной области сетчатки, известным как жёлтый пигмент [5]. Лютеин является важным каротиноидом, который обладает рядом полезных свойств для организма человека [1]. Он играет ключевую роль в поддержании здоровья глаз, особенно в защите от возрастной макулярной дегенерации и

катаракты, а также помогает в фильтрации синего света, что способствует снижению усталости глаз. Лютеин также обладает антиоксидантными свойствами, что помогает бороться с окислительным стрессом и воспалением, поддерживая здоровье клеток и тканей [4]. Более того, его употребление связано с улучшением состояния кожи и укреплением иммунной системы.

Целью исследования является определение содержания лютеина в различных продуктах и оценка перспектив его применения в производстве хлебобулочных изделий.

Объекты и методы исследования

Материалами для оценки содержания лютеина в продуктах питания, были картофель и овощные продукты (зеленый горошек, сладкая кукуруза, фасоль, а также томатные концентраты). Исследуемые фрукты и овощи были куплены в магазине и на рынке.

Лютеин определяли для каждого из продуктов

методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Содержание лютеина определяли только в съедобных частях овощей, фруктов и овощных продуктов.

Результаты и их обсуждение

Лютеин содержится в желтых и оранжевых фруктах и овощах, а также в зеленых листовых овощах, его содержание часто маскируется зеленым пигментом хлорофиллом. Содержание лютеина в овощах характеризуется широким диапазоном: от 0,012–0,016 мг/100 г лука, редиса и цветной капусты до 12–18 мг/100 г шпината, укропа, зеленой петрушки, кукурузного салата и даже 39 мг/100 г в некоторых сортах капусты. Самая высокая концентрация лютеина также была обнаружена в зеленых овощах, т. е. шпинате со средним содержанием 8,95 мг/100 г, листьях сельдерея - 1,68 мг/100 г (таблица 1). Другие виды капусты, т. е. белокочанная и брюссельская, характеризовались более низким содержанием лютеина, которое составляло 0,22 и 0,51 мг/100 г. Были обнаружены большие различия в содержании лютеина в различных сортах салата. Например, содержание лютеина в салате маслянистом было в 4 раза выше, чем в салате айсберг, т. е. 1,65 и 0,41 мг/100 г. Имеющиеся в научной литературе данные о содержании лютеина в различных овощах различаются и зависят от места и типа выращивания, сезона года, сорта, степени зрелости, типа листа (внутренний-внешний), а также интенсивности пигментации листьев [6].

Самая высокая концентрация лютеина среди овощей, съедобной частью которых являются листья или цветы, была обнаружена в тыкве (2,82 мг/100 г), за которой следуют брокколи и цуккини (1,97 мг и 1,14 мг/100 г). Содержание лютеина в тыкве, указанное в других работах, варьировалось от 1,33 до 2,40 мг/100 г. Количество лютеина в брокколи также сильно различалось и составляло от 0,80 мг/100 г до 2,40–2,80 мг. Концентрация лютеина в огурцах варьировалась от 0,44 до 0,66 мг/100 г (среднее содержание составило 0,51 мг), что согласуется с результатами исследований многих авторов, которые показали, что количество лютеина в этом продукте варьируется от 0,47 мг/100 г до 0,67 мг/100 г. Содержание лютеина в зеленом и желтом перце составило 0,71 мг и 0,67 мг/100 г. Красный перец характеризовался самым низким содержанием, составляющим 0,35 мг/100 г (таблица 1). Данные по перцу в настоящем исследовании согласуются с данными, полученными другими авторами. Среднее содержание лютеина в желтых томатах было на 18% выше, чем в красных томатах. Как правило, содержание лютеина в красных томатах колеблется от 0,044 мг/100 г до 0,210 мг/100 г в зависимости от сорта, степени зрелости, сезона года, типа выращивания и климатических условий.

Среднее содержание лютеина в сахарной свекле и моркови не различалось и составило 0,27 и

0,30 мг/100 г соответственно (таблица 1). Картофель не содержит достаточного количества лютеина, но является хорошим источником этого каротиноида.

Среднее содержание лютеина в картофеле составило 0,08 мг/100 г, но варьировалось от 0,03 до 0,12 мг/100 г в зависимости от сорта и сезона года.

Помимо свежих овощей, другими хорошими источниками диетического лютеина являются замороженные овощи, овощные продукты, которые доступны в течение всего года. Кроме того, технологические процессы, такие как измельчение, маринование, замораживание или слабое нагревание, увеличивают степень высвобождения и усвоения каротиноидов.

Содержание лютеина в выбранных замороженных и свежих овощах было схожим (таблица 1). Самые высокие значения были обнаружены в зеленых овощах, шпинате (8,80 мг/100 г), а также брокколи (1,89 мг/100). Концентрация лютеина в других овощах (брюссельская капуста, фасоль, морковь, томат) была ниже 0,50 мг/100 г. Эти результаты были аналогичны результатам, полученным другими авторами.

В таблице 1 также представлено среднее содержание лютеина в бобовых. Значения для гороха варьировались от 0,81 мг до 1,13 мг/100 г, при среднем содержании 0,98 мг/100 г.

Наибольшее содержание лютеина в группе овощных продуктов обнаружено в консервированном зеленом горошке, среднее содержание составило 2,23 мг/100 г (от 2,06 до 2,39 мг); далее следует консервированная сахарная кукуруза, где содержание лютеина составило 0,41 мг/100 г (таблица 2). Среднее содержание лютеина в фасоли составило 0,21 мг/100 г и варьировалось от 0,17 до 0,25 мг/100 г. Средняя концентрация лютеина в томатных пастах составила 0,29 мг/100 г, варьируясь от 0,23 до 0,34 мг/100 г.

В целом, содержание лютеина во фруктах ниже, чем в овощах, и обычно это количество не превышает 1,0 мг/100 г, что было подтверждено в настоящем исследовании (таблица 3). Самые высокие значения лютеина были зарегистрированы как в свежей, так и в замороженной ежевике (0,54 и 0,50 мг/100 г соответственно). Вторая группа фруктов включала чернику, сливы, малину, в которых содержание лютеина варьировалось от 0,08 мг для сливы и 0,29 мг для черники. Значения ниже 0,1 мг/100 г были зарегистрированы для вишни, сливы, яблок, апельсинов и арбуза. Самые низкие концентрации лютеина были обнаружены в мандаринах, т. е. ниже 0,02 мг/100 г. Содержание лютеина в замороженных фруктах было аналогичным содержанию лютеина в свежих фруктах с незначительным различием на уровне 3–10%.

Перспективы использования лютеина в хлебобулочных изделиях заключаются в его способности улучшать питательную ценность продуктов, а также в предоставлении дополнительных функ-

Таблица 1 – Содержание лютеина (мг/100 г) в овощах

Овощи	Среднее значение	Диапазон
Свежие овощи		
Листья и стебли		
Капуста белокочанная	0,22	0,08 - 0,44
Салат айсберг	0,41	0,31 - 0,49
Салат-латук	1,65	1,13 - 2,12
Листья сельдерея	1,68	1,43 - 1,98
Шпинат	8,95	5,86 - 12,95
Цветы и плоды		
Брокколи	1,97	1,19 - 2,74
Цуккини	1,14	0,67 - 1,40
Тыква	2,82	1,88 - 3,62
Огурец	0,51	0,41 - 0,66
Перец красный	0,35	0,23 - 0,43
Перец зеленый	0,71	0,64 - 0,82
Перец желтый	0,67	0,47 - 0,77
Помидор красный	0,09	0,06 - 0,12
Помидор желтый	0,11	0,08 - 0,13
Корнеклубнеплоды		
Свекла	0,27	0,19 - 0,31
Морковь	0,3	0,22 - 0,41
Картофель	0,08	0,03 - 0,12
Замороженные овощи		
Брокколи	1,89	1,45 - 2,42
Фасоль	0,29	0,22 - 0,39
Морковь	0,28	0,23 - 0,38
Помидор	0,08	0,06 - 0,11
Шпинат	8,8	6,62 - 12,23
Бобовые:		
Горох, желтый, сушеный	0,98	0,81 - 1,13
Фасоль белая, сушеная	<0,02	

циональных свойств, таких как антиоксидантная активность и поддержка здоровья органов зрения. Лютеин, как каротиноид, обладает высокой способностью к фильтрации синего света и нейтрализации свободных радикалов, что делает его полезным для профилактики заболеваний глаз, таких как возрастная макулярная дегенерация и катаракта [10].

Кроме того, включение лютеина в состав хлебобулочных изделий может способствовать улучшению их визуальных характеристик, придавая продукции насыщенный желто-оранжевый цвет, что может повысить её привлекательность для потребителей. На основании вышеизложенного, использование овощей, богатых лютеином, таких как листовые овощи и фрукты, в качестве добавки в хлебобулочные изделия, может быть эффективным способом обогащения питания, а также создания функциональных продуктов с улучшенными органолептическими и полезными свойствами.

Таблица 2 – Содержание лютеина (мг/100 г) в растительных продуктах

Растительные продукты	Среднее значение	Диапазон
Сладкая кукуруза	0,41	0,21 - 0,72
Зеленый горошек	2,23	1,79 - 2,64
Фасоль	0,21	0,17 - 0,25
Концентрированные томатные пасты	0,29	0,23 - 0,34

Таблица 3 – Содержание лютеина (мг/100 г) во фруктах

Фрукты	Среднее значение	Диапазон
Свежие:		
Черника	0,29	0,23 - 0,35
Яблоко	0,05	0,02 - 0,09
Ежевика	0,54	0,47 - 0,67
Малина	0,12	0,08 - 0,18
Дыня	0,03	0,02 - 0,05
Мандарин	< 0,02	
Апельсин	0,05	0,03 - 0,08
Слива	0,08	0,06 - 0,12
Вишня	0,08	0,05 - 0,11
Замороженные:		
Черника	0,28	0,24 - 0,32
Ежевика	0,5	0,44 - 0,55
Малина	0,12	0,09 - 0,14
Слива	0,08	0,06 - 0,10
Вишня	0,07	0,05 - 0,10

Вместе с тем, для широкого применения лютеина в хлебопекарной промышленности необходимо проведение дополнительных исследований, направленных на оптимизацию дозировок, сохранение биологической активности лютеина в процессе термической обработки и оценку влияния его добавления на срок хранения продуктов.

Выводы

Наибольшее содержание лютеина среди исследованных продуктов было обнаружено в листовых овощах: шпинате, капусте, салате, листьях сельдерея, а также в желто-зеленых овощах: тыкве, цуккини, брокколи, зеленом горошке, а наименьшая концентрация лютеина наблюдалась во фруктах. Использование овощей, богатых лютеином, в качестве добавки в хлебобулочные изделия может повысить их питательную ценность, улучшить антиоксидантные свойства и поддержать здоровье глаз, при этом требуются дополнительные исследования для оптимизации дозировок и сохранения активности лютеина в процессе выпекания.

Литература

- [1] Ачмиз А. Д. и др. Физиологическая роль каротиноидов и их применение в технологиях пищевых продуктов //Новые технологии. – 2023. – Т. 19. – №. 1. – С. 14-25.
- [2] Голубкина Н. А. и др. Особенности каротиноидного состава тыквы Конфетка, перспективы использования //Овощи России. – 2021. – №. 1. – С. 111-116.
- [3] Дейнска В. И. и др. Каротиноиды: строение, биологические функции и перспективы применения //Актуальные проблемы медицины. – 2008. – Т. 6. – №. 6 (46).
- [4] Захарова М. А. Возможности антиоксидантной терапии при зрительном напряжении у практикующих хирургов //РМЖ. – 2016. – Т. 24. – №. 8. – С. 505-506.
- [5] Кирпиченкова Е. В. и др. Изучение содержания лютеина и зеаксантина в рационе с оценкой взаимосвязи уровня алиментарного поступления невитаминных каротиноидов и плотности макулярной области сетчатки в молодом возрасте //Вопросы питания. – 2018. – Т. 87. – №. 5. – С. 20-26.
- [6] Нилова Л. П. Каротиноиды в растительных пищевых системах. Часть 2. Фруктовые и овощные соки //Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2022. – Т. 10. – №. 2. – С. 22-33.
- [7] Нилова Л. П., Потороко И. Ю. Каротиноиды в растительных пищевых системах // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2021. – Т. 9. – №. 4. – С. 54-69.
- [8] Стеценко Л. А., Пашковский П. П. Изменение содержания пигментов в базилике при освещении растений светодиодными лампами //Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2018. – Т. 21. – №. 12. – С. 50-53.
- [9] Филюшин М. А. и др. Зависимость окраски плодов перца от соотношения основных пигментов и профиля экспрессии генов биосинтеза каротиноидов и антоцианов // Физиология растений. – 2020. – Т. 67. – №. 6. – С. 644-653.
- [10] Якуничева Ю. В., Полянская И. С. Функциональные свойства и анализ каротиноидов в пищевых продуктах //Аллея науки. – 2018. – Т. 6. – №. 10. – С. 451-454.

References

- [1] Achmiz A. D. et al. Physiological role of carotenoids and their application in food technologies // New technologies. - 2023. - Vol. 19. - No. 1. - P. 14-25.
- [2] Golubkina N. A. et al. Features of the carotenoid composition of the Konfetka pumpkin, prospects for use // Vegetables of Russia. - 2021. - No. 1. - P. 111-116.
- [3] Deineka V. I. et al. Carotenoids: structure, biological functions and prospects for use // Actual problems of medicine. - 2008. - Vol. 6. - No. 6 (46).
- [4] Zakharova M. A. Possibilities of antioxidant therapy for visual strain in practicing surgeons // RMJ. - 2016. - Vol. 24. - No. 8. – P. 505-506.
- [5] Kirpichenkova E. V. et al. Study of the content of lutein and zeaxanthin in the diet with an assessment of the relationship between the level of alimentary intake of non-vitamin carotenoids and the density of the macular area of the retina at a young age // Nutrition Issues. – 2018. – Vol. 87. – No. 5. – P. 20-26.
- [6] Nilova L. P. Carotenoids in plant food systems. Part 2. Fruit and vegetable juices // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology. – 2022. – Vol. 10. – No. 2. – P. 22-33.
- [7] Nilova L. P., Potoroko I. Yu. Carotenoids in plant food systems // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology. - 2021. - Vol. 9. - No. 4. - Pp. 54-69.
- [8] Stetsenko L. A., Pashkovsky P. P. Changes in the content of pigments in basil when plants are illuminated with LED lamps // Issues of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry. - 2018. - Vol. 21. - No. 12. - Pp. 50-53.
- [9] Filyushin M. A. et al. Dependence of the color of pepper fruits on the ratio of the main pigments and the expression profile of the genes for the biosynthesis of carotenoids and anthocyanins // Plant Physiology. - 2020. - Vol. 67. - No. 6. - Pp. 644-653.
- [10] Yakunicheva Yu. V., Polyanskaya I. S. Functional properties and analysis of carotenoids in food products // Alley of Science. - 2018. - V. 6. - No. 10. - P. 451-454.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>	<p>Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>
<p>Юрна Диана Андреевна магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11</p>	<p>Yurna Diana Andreevna undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University</p>