

## Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-111-116>  
УДК 635.621:581.19

Н.А. Голубкина<sup>1</sup>, Г.А. Химич<sup>1</sup>,  
М.С. Антошкина<sup>1</sup>, У.Д. Плотникова<sup>1</sup>,  
С.М. Надежкин<sup>1,2</sup>, И.Б. Коротцева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО), 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14  
segolubkina45@gmail.com

<sup>2</sup>Учебно-опытный почвенно-экологический центр МГУ имени М. В. Ломоносова 141592, Россия, Московская обл., пос. Чашниково, Солнечногорский р-н, п/о Ударный nadegs@yandex.ru

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Вклад авторов:** Н.А. Голубкина, С.М. Надежкин, И.Б. Коротцева – установление направления исследования, статистический анализ, написание статьи; М.С. Антошкина, Г.А. Химич – выращивание тыквы; Н.А. Голубкина, М.С. Антошкина, У.Д. Плотникова – биохимические исследования, статистический анализ, написание статьи.

**Для цитирования:** Голубкина Н.А., Химич Г.А., Антошкина М.С., Плотникова У.Д., Надежкин С.М., Коротцева И.Б. Особенности каротиноидного состава тыквы Конфетка, перспективы использования. *Овощи России*. 2021;(1):111-116. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-111-116>

**Поступила в редакцию:** 10.12.2020

**Принята к печати:** 29.01.2021

**Опубликована:** 25.02.2021

Nadezhda A. Golubkina<sup>1</sup>, Galina A. Khimich<sup>1</sup>,  
Marina S. Antoshkina<sup>1</sup>, Uljana D. Plotnikova<sup>1</sup>,  
Sergei M. Nadezhkin<sup>1,2</sup>, Irina B. Korotseva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC), 14, Selectionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072  
corresponding author:  
segolubkina45@gmail.com

<sup>2</sup>Educational and Experimental Soil and Ecological Center of Lomonosov Moscow State University Chashnikovo, Solnechnogorsk district, Moscow region, Russia, 141592  
nadegs@yandex.ru

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** N.A. Golubkina, S.M. Nadezhkin, I.B. Korotseva - setting the direction of research, statistical analysis, writing an article; M.S. Antoshkina, G.A. Khimich – pumpkin cultivation; N.A. Golubkina, M.S. Antoshkina, U.D. Plotnikova – biochemical research, statistical analysis, article writing.

**For citations:** Golubkina N.A., Khimich G.A., Antoshkina M.S., Plotnikova U.D., Nadezhkin S.M., Korotseva I.B. Peculiarities of pumpkin carotenoid composition 'Konfetka' variety, prospects of utilization. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(1):111-116. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-1-111-116>

**Received:** 10.12.2020

**Accepted for publication:** 29.01.2021

**Accepted:** 25.02.2021

# Особенности каротиноидного состава тыквы Конфетка, перспективы использования



## Резюме

**Актуальность.** Тыква является важнейшим источником каротиноидов для человека: бета- и альфа-каротина, лютеина и зеаксантина, играющих фундаментальную роль в обеспечении сумеречного и соответственно цветового зрения у человека.

**Результаты.** Исследование каротиноидного состава мякоти тыквы сорта Конфетка впервые позволило выявить, что это единственный известный в настоящее время сорт, накапливающий исключительно лютеин в мякоти и лютеин и зеаксантин в кожуре. Содержание лютеина в мякоти тыквы составляло 11 мг/100 г, кожуре – 41,3 мг/100 г, плаценте – 51,2 мг/100 г. Уровень зеаксантина отсутствовал в мякоти и составил в кожуре – 28,3 мг/100 г, и в плаценте – 10 мг/100 г. Бета-каротин был обнаружен только в плаценте, где его содержание достигало 94,7 мг/100 г. Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования всех частей тыквы сорта Конфетка как в пищевой промышленности, так и в производстве детских продуктов питания и БАДов, содержащих лютеин и зеаксантин.

**Ключевые слова:** тыква, каротиноиды, лютеин

# Peculiarities of pumpkin carotenoid composition 'Konfetka' variety, prospects of utilization

## Abstract

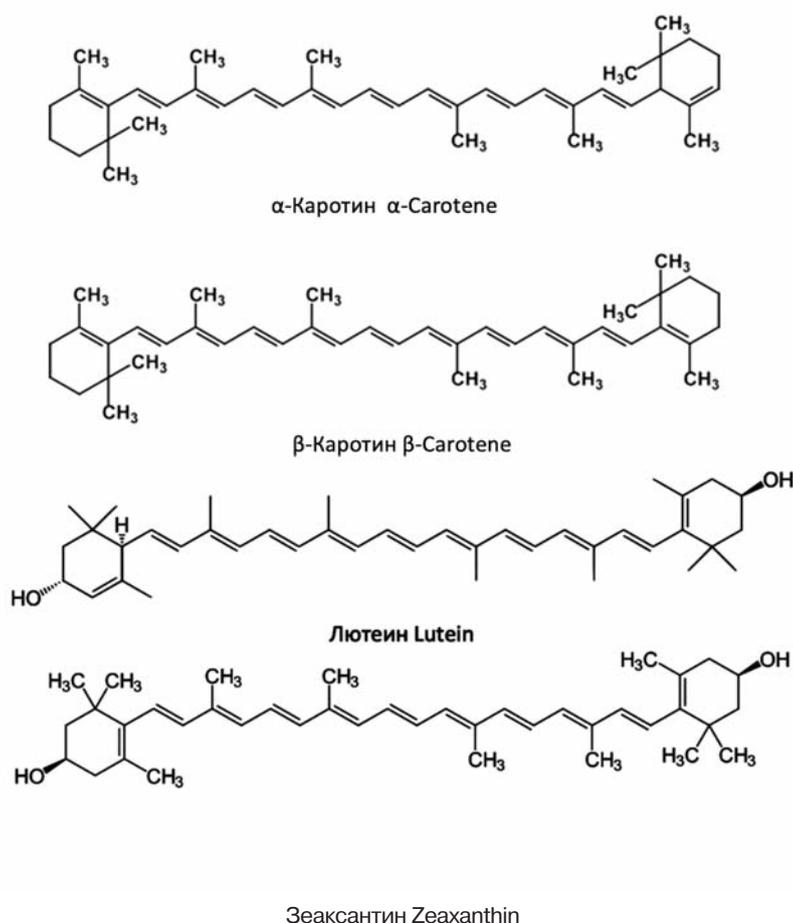
**Relevance.** Pumpkin is one of the most important source of carotenoids for humans:  $\beta$ - and  $\alpha$ -carotene, lutein and zeaxanthin playing a fundamental role in providing twilight and color vision accordingly.

**Results.** Investigation of pumpkin carotenoid composition, Konfetka variety, revealed for the first time that this cultivar is the only one containing exclusively lutein in pulp with lutein and zeaxanthin in peel and lutein, zeaxanthin and  $\beta$ -carotene in placenta. Lutein concentration in pulp reached 11 mg/100 g, peel – 41.3/100 g, placenta – 51.2 mg/100 g. Zeaxanthin was absent in pulp and reached 28.3 mg/100 g in peel, and 10 mg/100 g in placenta.  $\beta$ -Carotene was detected only in placenta where its concentration was as much as 94.7 mg/100 g. The results indicate great prospects of 'Konfetka' components utilization (pulp, peel, placenta) in food industry, production of baby food and biologically active food additives, containing lutein and zeaxanthin.

**Keywords:** pumpkin, carotenoids, lutein

## Введение

Тыква является неотъемлемым компонентом диетического питания, обеспечивающим поступление в организм человека жизненно важных полисахаридов, прежде всего, пектина, а также витаминов и каротиноидов (Zhou et al., 2007). Особое значение продукты из тыквы имеют для детского питания (Голубкина и др., 2012). Каротиноиды, разнообразие которых в природе насчитывает более 400, представлены в тыкве преимущественно несколькими важнейшими формами, составляющими изомеры: бета- и альфа- каротин, лютеин и зеаксантин (Murkovic et al., 2002; Norshazila et al., 2014)(рис.1).



**Рис.1 Важнейшие каротиноиды тыквы**  
**Fig.1. The most important pumpkin carotenoids**

Альфа- и бета-каротин являются предшественниками витамина А, входящего в состав зрительного пигмента родопсина периферической части сетчатки глаза и обеспечивающего сумеречное зрение. Наибольшее содержание лютеина и зеаксантина найдено в желтом пятне сетчатки, или макуле. Так же, как и альфа-, и бета-каротин, лютеин и зеаксантин обеспечивают антиоксидантную защиту сетчатки от оксидантного стресса, вызываемого УФ-излучением (Roberts, Dennison, 2015; Madhavan et al., 2018). Лютеин распределен по всей сетчатке, зеаксантин найден только в желтом пятне. Они действуют как сильные антиоксиданты, блокируя действие свободных радикалов, которые повреждают сетчатку и способствуют снижению зрения. Показано, что повышенное потребление ово-

щей и фруктов, богатых лютеином и зеаксантином (Humphries, Khachik, 2003; Khachik et al., 1999; Seddon et al., 1994; Sommerburg et al., 1998), снижает риск развития старческой катаракты и дегенерации макулы (Mares-Perlman et al., 2001).

Установлен эффект синергизма между лютеином и зеаксантином, обеспечивающий повышенную антиоксидантную активность комплекса лютеин-зеаксантин по сравнению с индивидуальными каротиноидами (Roberts, Dennison, 2015).

В настоящее время выпускается целая серия биологически активных добавок к пище, содержащих лютеин и/или зеаксантин, такие как Макулин плюс (Хорватия), Нутроф Тотал (Франция), Ретинорм (Германия), Окувайт лютеин (Германия), Супер Зеаксантин и чистый лютеин (США), Лютеин Интенсив (Швейцария) и др. Такие препараты показаны для предотвращения развития макулярной дистрофии, при зрительном утомлении, связанном с работой за компьютером, чтением, вождением автомобиля, вынужденной работой в условиях сниженной освещенности, при воздействии повышенных уровней УФ-излучения, например, в условиях высокогорья и др., для лиц, использующих контактные линзы и очки, а также в период восстановления после нарушений функций органа зрения, связанных с повреждением целостности тканей глаза (Корнеева, 2019). Кроме того, каротиноиды тыквы используют в качестве пищевых красителей. Например, пищевая добавка Е161h представляет собой Зеаксантин (<https://ru.qaz.wiki/wiki/Zeaxanthin>).

Селекция тыквы в ФНЦО позволила создать несколько значимых сортов тыквы, таких как Конфетка, Москвичка, Россиянка, F1 Вега, Первенец ВНИИССОК, Грибовская Зимняя, Премьера и др. (Химич, Коротцева, 2013; Голубкина и др., 2012). Однако компонентный каротиноидный состав этих сортов до настоящего времени не был охарактеризован.

В этой связи интерес представляет не только содержание и компонентный состав каротиноидов в мякоти тыквы, но и распределение каротиноидов между мякотью, плацентой и кожурой. Общеизвестный факт более высоких концентраций каротиноидов и пектина в кожуре тыквы по сравнению с мякотью явился основанием разработки рецептур хлебобулочных изделий (Stauch et al., 2016), снеков (Norfezah et al., 2011) и бисквитов (Mishra, Sharma, 2019) с использованием порошка высушенной кожуры. В России тыква используется для приготовления сока и тыквенного пюре для детского питания. Кожура тыквы является не используемым отходом производства.

Целью настоящей работы явилось выделение, идентификация и количественная характеристика каротиноидов оранжевоплодной тыквы сорта Конфетка (*C. maxima*), распределение каротиноидов между мякотью, кожурой и плацентой, а также установление антиоксидантной активности выбранных частей плодов.

## Материалы и методы

### Условия и методики проведения исследований.

Тыкву сорт Конфетка выращивали на опытных полях ФГБНУ ФНЦО в 2020 году. Почвы дерново-подзолистые среднесуглинистые. Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы перед высадкой рассады была следующей: содержание гумуса по Тюрину – 1,62%, pH – 6,1, гидролитическая кислотность – 1,32 мг-экв/100 г, сумма поглощенных оснований – 19,2 мг-экв/100 г, степень насыщенности основаниями – 93,6%, среднее содержание подвижного фосфора – 472 мг/кг, обменного калия – 167 мг/кг, минерального азота – 9 мг/кг.

Погодные условия в вегетационный период представлены в таблице 1.

метрически (спектрофотометр Unicо, США) после хроматографического разделения с использованием количественной бумажной хроматографии на хроматографической бумаге Ватман 3А (Голубкина и др., 2020). В качестве референс-стандартов использовали образцы чистых лютеина, зеаксантина и бета-каротина (Sigma).

Уровень общей антиоксидантной активности и содержание полифенолов определяли на спиртовых экстрактах (70% этанол, 1 час при 80°C) согласно методике (Голубкина и др., 2020). В качестве референс-стандарта применяли галловую кислоту.

Содержание сахаров регистрировали цианидным методом (Кидин, 1970).

Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием статистической программы Excel.

Таблица 1. Температура воздуха и количество осадков за вегетационный период 2020 года  
Table 1. Air temperature and precipitation during vegetation period, 2020

Месяц Month	Температура, °C Temperature, °C	Осадки, мм, Precipitation, mm
Май May	11,2	160
Июнь June	18,7	159
Июль July	18,2	175
Август August	17,3	34
Сентябрь September	13,6	65

Посев семян осуществляли 6 июня в открытый грунт в лунки на расстоянии 1,0 м – между растениями и 90 см – между рядами. Внесение нитрофоски осуществляли в течение всего периода вегетации из расчета 5 кг на 10 м<sup>2</sup> каждые 20 дней. Размеры делянки – 5 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная. В процессе вегетации проводили регулярную прополку, рыхление и полив. Сбор урожая осуществляли 2 октября.

Для сравнения использовали плоды оранжевоплодной тыквы сорт Россиянка со средней массой плода 1345 г.

### Пробоподготовка

Шесть плодов тыквы промывали проточной водой для удаления грязи, подсушивали, разрезали, разделяли мякоть, кожуру, плаценту и семена и взвешивали каждую составляющую. Толщина срезаемой кожуры составила 1 мм. Четвертую часть мякоти каждого плода и всю кожуру от выбранных плодов гомогенизировали.

### Биохимические анализы

Содержание сухого вещества устанавливали гравиметрически высушиванием при 70°C до постоянного веса.

Содержание и состав каротиноидов устанавливали на свежих гомогенизированных образцах спектрофото-

### Результаты и обсуждения

В последние годы все большее значение приобретает комплексная безотходная переработка овощной продукции с целью получения новых функциональных продуктов питания (Helkar et al., 2016; Torres-Leyn et al., 2018; Faustino et al., 2019; Iriondo-De Hond et al., 2018). Для тыквы наиболее привлекательным в этом отношении является оценка и использование кожуры и плаценты плодов – компонентов, наиболее богатых каротиноидами и пектином, а также семян (Zhou et al., 2007).

В работе использовали ярко-оранжевые образцы тыквы сорта Конфетка небольшого размера, поскольку именно в этих условиях доля массы кожуры существенно больше, чем у крупноплодных образцов. В данном эксперименте доля мякоти, кожуры и плаценты составила соответственно 80,5%, 14,4% и 8% (табл.2). При этом наибольшее содержание сухого вещества, как и следовало ожидать, приходится на кожуру. Таким образом, соотношение сухой массы мякоти, кожуры и плаценты достигало 44.0 : 5.7 : 1. Исследование содержания сахаров в мякоти, кожуре и плаценте исследуемого сорта показало отсутствие значимых различий в уровне моносахаров между плацентой, мякотью и кожурой и между мякотью и кожурой в содержании дисахаров. Содержание дисахаров для мякоти и кожуры оказалось в среднем в 2 раза ниже, чем моносахаров. В то время

Таблица 2. Показатели массы, сухого вещества, содержания сахаров, нитратов и водорастворимых соединений мякоти кожуры и плаценты тыквы сорта Конфетка  
 Table 2. Indicators of mass, dry matter, content of sugars, nitrates and water-soluble compounds of the pulp of the peel and placenta of pumpkin variety Konfetka

Показатель Parameter	Мякоть Pulp	Кожура Peel	Плацента Placenta
Масса, г Weight, g	1083±105a	193.2±18.1b	24.9±2.0c
Сухое вещество, % Dry matter, %	20.93±1.1a	28.80±1.0b	21.2±1.0a
Моносахара, % на сухую массу Monosugar, % on dry weight	22.5±1.5a	23.6±1.6a	19.8±1.2a
Дисахара, % на сухую массу Di-sugar, % on dry weight	10.7±0.8a	12.6±1.1a	6.0±0.4b

Значения в рядах с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при  $P < 0.05$   
 Values in lines with similar indexes do not differ according to Duncan test at  $p < 0.05$

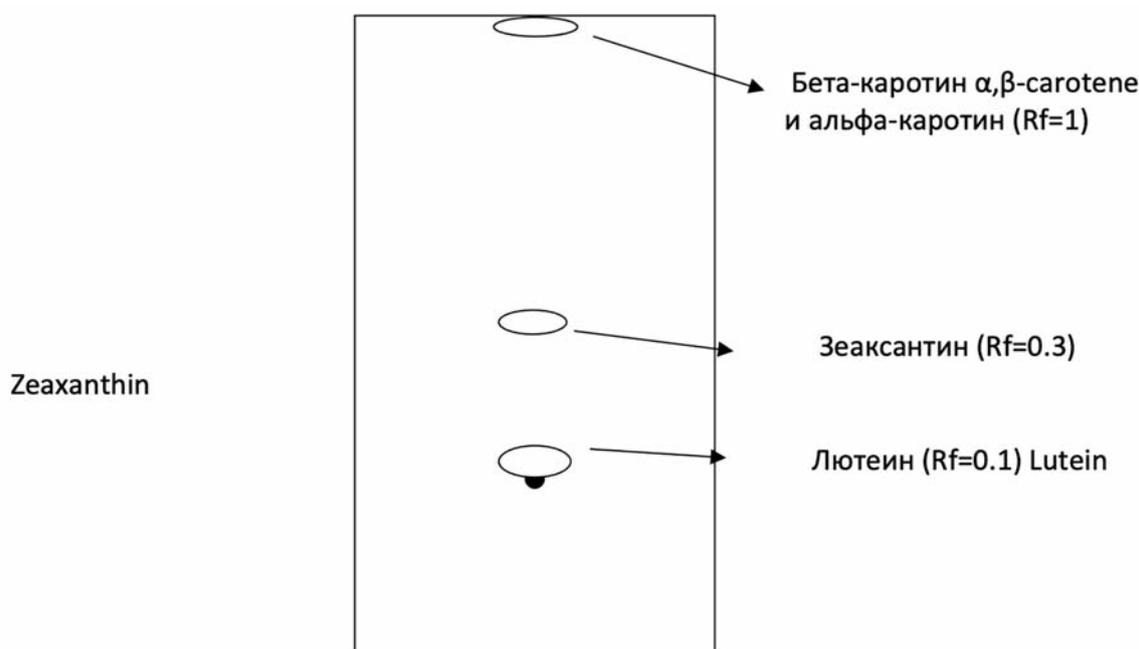


Рис. 2. ТСХ каротиноидов мякоти (1), кожуры (2) и плаценты (3) тыквы сорта Конфетка  
 Хроматографическая бумага Ватман 3А, система гексан : ацетон, 10:1  
 Fig.2. Carotenoids TLC of pulp (1), peel (2) and placenta (3) of Konfetka variety, chromatographic paper Vatman 3A; system hexan : acetin, 10:1

как уровень дисахаров в плаценте был в 3,3 раза ниже, чем моносахаров (табл.2).

Значительные различия в хроматографической подвижности бета/альфа каротина, лютеина и зеаксантина позволили количественно установить компонентный состав плаценты, кожуры и мякоти плодов тыквы (рис.2).

Исследование содержания каротиноидов и каротиноидного состава плодов выявила присутствие исключительно лютеина в мякоти, лютеина, зеаксантина и бета-каротина в кожуре и преобладание бета-каротина в плаценте (табл.3).

Известно, что бета-каротин является предшественником в биосинтезе лютеина и зеаксантина, что объясняет более высокое содержание этой формы в плаценте по сравнению с лютеином и зеаксантином.

Исследование в Польше на 9 сортах *Cucurbita pepo*, 6 сортах *Cucurbita moschata* и 8 сортах *Cucurbita maxima* (Kulczynski, Gramza-Michałowska, 2019 a,b) позволило авторам установить возрастание интенсивности накопления суммы каротиноидов и, в частности, лютеина и зеаксантина, в ряду и *C. moschata* < *C. pepo* < *C. maxima*. При этом в мякоти всех исследованных сортов присутствовали бета-каротин, лютеин и зеаксантин. Российский сорт крупноплодной тыквы Россиянка также характеризовался присутствием всех трех каротиноидов в мякоти в концентрациях: 3,5 мг/100 г бета-каротина, 5,0 мг/100 г лютеина и 4,8 мг/100 г зеаксантина при сравнительно более низком содержании суммы каротиноидов в кожуре (68,1 мг/100 г.) по сравнению с сортом Конфетка (81 мг/100 г). Исследование интернет-ресурсов за последние 30

Таблица 3. Содержание каротиноидов, полифенолов и общая антиоксидантная активность тыквы сорта Конфетка  
Table 3. Carotenoids, phenolics and total antioxidant activity of Konfetka variety

Показатель Parameter	Мякоть Pulp	Кожура Peel	Плацента Placenta
Бета-каротин, мг/100 г $\beta$ -carotene, mg/100 g	Следы traces	11.4 $\pm$ 0.4 a	94.8 $\pm$ 1.7 b
Лютеин, мг/100 г Lutein, mg/100 g	11.0 $\pm$ 0.3 a	41.3 $\pm$ 0.8 b	51.2 $\pm$ 1.0c
Зеаксантин, мг/100 г Zeaxanthin, mg/100 g	Следы	28.3 $\pm$ 0.7 a	10.2 $\pm$ 0.5b
Сумма каротиноидов, мг/100 г Total carotenoid content, mg/100 g	11.0 $\pm$ 0.7 a	81.0 $\pm$ 4.5b	156.2 $\pm$ 10.1c
АОА, мг-экв ГК/г с.м. AOA, mg GAE/g d.w.	15.4 $\pm$ 1.0a	18.9 $\pm$ 1.1b	18.4 $\pm$ 1.1b
Полифенолы, мг-экв ГК/г с.м. Phenolics, mg GAE/g d.w.	11.0 $\pm$ 0.7a	15.4 $\pm$ 0.9b	15.0 $\pm$ 0.9b

Значения в рядах с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при  $P < 0.05$   
Values in lines with similar indexes do not differ according to Duncan test at  $p < 0.05$

лет по вопросу каротиноидного состава тыквы не позволило выявить ни одного сорта тыквы, способного накапливать исключительно лютеин. Наличие в мякоти сорта Конфетка исключительно лютеина открывает возможности налаживания собственного производства лютеина в стране без использования трудоемкого и вредного химического синтеза и создание отечественного фармацевтического препарата на основе чистого лютеина, используемого в настоящее время в профилактике и лечении макулярной дистрофии, борьбе с усталостью глаз, повышении остроты зрения, а также включаемого в состав детских молочных смесей в зарубежных странах (Корнеева, 2002). В России отсутствует как промышленное производство тыквы этого сорта, так и производство чистого лютеина, а также детских молочных смесей, обогащенных лютеином.

В целом, отличными источниками каротиноидов у сорта Конфетка являются также кожура и плацента, содержащие бета-каротин, лютеин и зеаксантин. Поскольку доля плаценты в данном сорте крайне низкая, то наибольший интерес представляет возможность переработки кожуры, которая может оказаться востребованной для использования в качестве пищевого красителя (Staichok et al., 2016).

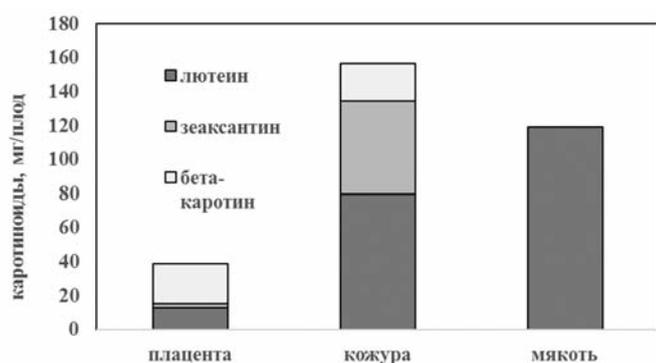


Рис.3. Распределение каротиноидов в плаценте, кожуре и мякоти тыквы сорта Конфетка  
Fig.3. Carotenoid distribution between placenta, peel and pulp of pumpkin variety Konfetka

Действительно, в пересчете на один плод суммарное содержание каротиноидов в кожуре достоверно выше, чем в мякоти (рис.3). Обращает также внимание высокое содержание сухого вещества в кожуре, что сводит к минимуму расходы на электроэнергию при высушивании материала. Так, если для высушивания мякоти требуется 3 дня при 70°C, то этот процесс для кожуры составляет всего 10 часов.

Известные литературные данные указывают на высокую антиоксидантную активность плодов тыквы, определяемую не только содержанием каротиноидов, но и уровнем накопления полифенолов (рис.4). Так, среди флавоноидов в тыкве идентифицированы рутин, кемпферол, изокверцетин, кверцетин, мирицетин и астрагалин (Kulczy'nski, Gramza-Michałowska, 2019a,b). Среди полифенолов тыквы присутствуют галловая, протокатеховая, 4-гидроксibenзойная, ванилиновая, хлорогеновая кислоты и рутин (Kulczy'nski, Gramza-Michałowska, 2019a,b). Оценка общей антиоксидантной активности плодов тыквы сорта Конфетка показывает, что около двух процентов полифенолов содержится в плаценте и около 30% – в неиспользуемой кожуре.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в 100 г мякоти тыквы Конфетка содержится около 11

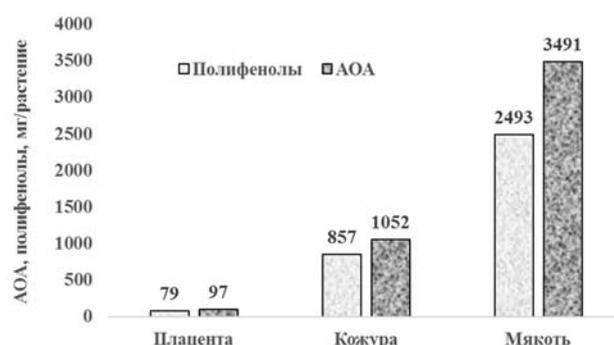


Рис.4. Содержание полифенолов и общая антиоксидантная активность плаценты, кожуры и мякоти тыквы сорта Конфетка  
Fig.4. Phenolics content and total antioxidant activity (AOA) of placenta, peel and pulp of pumpkin variety Konfetka

мг лютеина при минимальной суточной потребности в этом антиоксиданте – 5-10 мг (Методические рекомендации, 2004). 10 г порошка кожуры этого сорта при использовании в пищевой промышленности способны повысить пищевую ценность хлебобулочных изделий (Staičok et al., 2016), обеспечивая 3,8 мг бета-каротина, 14,3 мг лютеина и 9,8 зеаксантина.

#### Об авторах:

**Надежда Александровна Голубкина** – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>, [segolubkina45@gmail.com](mailto:segolubkina45@gmail.com)

**Галина Александровна Химич** – старший научный сотрудник лаб. селекции и семеноводства тыквенных культур, [himich07@mail.ru](mailto:himich07@mail.ru)

**Марина Сергеевна Антошкина** – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, [limont\\_m@mail.ru](mailto:limont_m@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5510-4873>

**Ульяна Дмитриевна Плотникова** – лаборант-исследователь лабораторно-аналитического отдела, [ulyagulya3@gmail.com](mailto:ulyagulya3@gmail.com)

**Сергей Михайлович Надежкин** – доктор биол. наук, зав. лабораторно-аналитическим отделом, [nadegs@yandex.ru](mailto:nadegs@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5786-3454>

**Ирина Борисовна Коротцева** – кандидат с.-х. наук, зав. лаб. селекции и семеноводства тыквенных культур, [korotseva@mail.ru](mailto:korotseva@mail.ru), <http://orcid.org/0000-0001-5108-3289>

#### Заключение

Представленные результаты свидетельствуют о перспективности расширенного промышленного производства тыквы Конфетка и разработки технологии выделения чистого лютеина из мякоти, а также разработки технологии переработки кожуры этого сорта с целью применения в пищевой промышленности.

#### About the authors:

**Nadezhda A. Golubkina** – Doc. Sci. (Agriculture), Chief Researcher Laboratory Analytical Department, <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>, [segolubkina45@gmail.com](mailto:segolubkina45@gmail.com)

**Galina A. Khimich** – Senior Researcher of the laboratory of selection and seed production of pumpkin crops, [himich07@mail.ru](mailto:himich07@mail.ru)

**Marina S. Antoshkina** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher Laboratory Analytical Department, Ph.D. e-mail: [limont\\_m@mail.ru](mailto:limont_m@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5510-4873>

**Uliana D. Plotnikova** – Researcher-assistant Laboratory Analytical Department, [ulyagulya3@gmail.com](mailto:ulyagulya3@gmail.com)

**Sergei M. Nadezhkin** – Doc. Sci. (Biology), head of Laboratory Analytical Department, [nadegs@yandex.ru](mailto:nadegs@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5786-3454>

**Irina B. Korotseva** – Cand. Sci. (Agriculture), head of the laboratory of selection and seed production of pumpkin crops, [korotseva@mail.ru](mailto:korotseva@mail.ru), <http://orcid.org/0000-0001-5108-3289>

#### • Литература / References

1. Голубкина Н.А., Кекина Е.Г., Молчанова А.В., Антошкина М.С., Надежкин С.М., Солдатенко А.В. Антиоксиданты растений и методы их определения. *М., Инфра-М. 2020.* [Golubkina N.A., Kekina E.G., Molchanova A.V., Antoshkina M.S., Nadezhkin S.M., Soldatenko A.V. Plants antioxidants and methods of their determination. *Moscow, Infra-M. 2020.* (In Russ.)]
2. Голубкина Н.А., Терешонок В.И., Надежкин С.М., Молчанова А.В., Коротцева И.Б., Химич Г.А. Перспективы использования новых сортов тыквы в производстве тыквенного пюре. *Нива Поволжья. 2015;2(35).* [Golubkina N.A., Tereshonok V.I., Nadezhkin S.M., Molchanova A.V., Korotseva I.B., Khimich G.A. Prospects of new pumpkin varieties utilization in production of pumpkin puree. *Niva Povolgia. 2015;2(35).* (In Russ.)]
3. Кидин В.В. Практикум по агрохимии. *М., Колос. 2008.* С.236-240. [Kidin V.V. Workshop on agrochemistry. *Moscow, Kolos. 2008.* P.236-240. (In Russ.)]
4. Корнеева А.В. Лютеин-зеаксантиновый комплекс: выбор офтальмологов. *РМЖ «Клиническая Офтальмология». 2019;(1):54-58.* [Korneeva A.V. Lutein-zeaxanthin complex: choice of ophthalmologist. *Russian Medical Journal Clinical Ophthalmology. 2019;(1): 54-58.* (In Russ.)]
5. Методические рекомендации МР 2.3.1.1915-04 "Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ" (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 2 июля 2004 г.) [Guidelines МР 2.3.1.1915-04 'Recommended consumption levels of food and biologically active substances. (In Russ.)]
6. Короцева И.Б., Химич Г.А. Основные направления и задачи селекции тыквенных культур. *Овощи России. 2013;(2):17-21.* <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-2-17-21> [Korotseva I.B., Khimich G.A. Main trends and challenges in breeding of pumpkin crops. *Vegetable crops of Russia. 2013;(2):17-21.* (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2013-2-17-21>]
7. Faustino M., Veiga M., Sousa P., Costa E.M., Silva S., Pintado M. Agro-Food Byproducts as a New Source of Natural Food Additives. *Molecules. 2019;(24):1056; doi:10.3390/molecules24061056*
8. Helkar P.B., Sahoo A.K., Patil N.J. Review: Food Industry By-Products used as a Functional Food Ingredients. *Int J Waste Resour. 2016;6(3):248. doi: 10.4172/2252-5211.1000248*
9. Humphries J.M., Khachik F. Distribution of lutein, zeaxanthin, and related geometrical isomers in fruit, vegetables, wheat, and pasta products. *J Agr Food Chemistry. 2003;51(1322)–1327.*
10. Iriando-De Hond M., Miguel E., del Castillo M.D. Food Byproducts as Sustainable Ingredients for Innovative and Healthy Dairy Foods. *Nutrients. 2018;(10):1358. doi:10.3390/nu10101358*
11. Kulczyński B., Gramza-Michałowska A. The Profile of Secondary Metabolites and Other Bioactive Compounds in *Cucurbita pepo* L. and *Cucurbita moschata* Pumpkin Cultivars. *Molecules. 2019a;(24):2945. doi:10.3390/molecules24162945*
12. Kulczyński B., Gramza-Michałowska A. The Profile of Carotenoids and

Other Bioactive Molecules in Various Pumpkin Fruits (*Cucurbita maxima* Duchesne) Cultivars. *Molecules. 2019b;24(18):3212. doi: 10.3390/molecules24183212*

13. Khachik F., Beecher G.R., Goli M.B., Lusby W.R. Separation, identification, and quantification of carotenoids in fruits, vegetables and human plasma by high performance liquid chromatography. *Pure and Applied Chemistry. 1991;63(1):71–80.*

14. Madhavan J., Chandrasekharan S., Priya M.K., Godavarthi A. Modulatory Effect of Carotenoid Supplement Constituting Lutein and Zeaxanthin (10:1) on Anti-oxidant Enzymes and Macular Pigments Level in Rats. *Pharmacogn Mag. 2018;14(54):268-274. doi: 10.4103/pm.pm\_340\_17.*

15. Mares-Perlman J.A., Fisher A.I., Klein R. et al. Lutein and zeaxanthin in the diet and serum and their relation to age-related maculopathy in the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Epidemiology. 2001;153(5):424–432.*

16. Mishra S., Sharma K. Development of pumpkin peel cookies and its nutritional composition. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2019;8(4):370-372.*

17. Norfzah M.N., Hardacre A., Brennan C.S. Comparison of waste pumpkin material and its potential use in extruded snack foods. *Food Science and Technology International. 2011;17(4):367–373.* <https://doi.org/10.1177/1082013210382484>

18. Murkovic M., Mülleder U., Neunteufl H. Carotenoid Content in Different Varieties of Pumpkins. *Journal of Food Composition and Analysis. 2002;15(6):633-638. DOI: 10.1006/jfca.2002.1052*

19. Roberts J.E., Dennison J. The Photobiology of Lutein and Zeaxanthin in the Eye. *J Ophthalmol. 2015;(2015):687173. doi: 10.1155/2015/687173*

20. Seddon J.M., Ajani U.A., Sperduto R.D. et al. Dietary carotenoids, vitamins A, C, and E, and advanced age-related macular degeneration. EyeDiseaseCase-Control StudyGroup. *J. Am. Med. Assoc. 1994;272(18):1413–1420.*

21. Sommerburg O., Keunen J. E.E., Bird A.C., van Kuijk. Fruits and vegetables that are sources for lutein and zeaxanthin: the macular pigment in human eyes. *British J Ophthalmology. 1998;82(8):907–910.*

22. Staičok A.C.B., Mendonça K.R.B., Alves dos Santos P.G., Garcia L.G.C., Damiani C. Pumpkin Peel Flour (*Cucurbita maxima* L.) – Characterization and Technological Applicability. *Journal of Food and Nutrition Research. 2016;4(5):327-333. DOI:10.12691/jfnr-4-5-9*

23. Torres-León C., Ramírez-Guzmán N., Londoño-Hernández L., Martínez-Medina G.A., Díaz-Herrera R., Navarro-Macias V., Alvarez-Pérez O.B., Picazo B., Villarreal-Vázquez M., Ascacio-Valdes J., Aguilar C.N. Food Waste and Byproducts: An Opportunity to Minimize Malnutrition and Hunger in Developing Countries. *Front. Sustain. Food Syst. 2018;(2):52. doi: 10.3389/fsufs.2018.00052*

24. USDA Carotenoid Database, 1998.

25. Zhou T., King Q., Huang J., Dai R., Li Q. Characterization of nutritional components and utilization of pumpkin. *Food. Global Science books. 2007;1(2):313-321.*