

УДК 547.912; 633.432; 635.132

## КАРОТИНОИДНЫЙ СТАТУС МОРКОВИ БЕЛОРУССКОЙ ЗОНЫ ПРОИЗРАСТАНИЯ

Е. Н. Зеленкова<sup>1</sup>, З. Е. Егорова<sup>1</sup>, П. С. Шабуня<sup>2</sup>, С. А. Фатыкхова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Институт биоорганической химии НАН Беларуси, Республика Беларусь

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Целью исследования является повышение управляемости технологическим процессом производства и качеством продукции из моркови столовой в условиях нестабильности ее технологических свойств. Научная задача – оценка каротиноидного статуса новых и традиционных сортов/гибридов моркови белорусской зоны произрастания как сырья для получения сока прямого отжима.

**Материалы и методы.** Морковь 17 сортов/гибридов, выращенных на территории Республики Беларусь. Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии. Аппарат математической статистики в пакете Microsoft Excel.

**Результаты.** Оценена вариабельность содержания каротиноидов – доля сортов/гибридов моркови с высокой концентрацией каротиноидов (>12 мг/100 г) составляет 35 %, со средней (8–11 мг/100 г) – 47 % и низкой (4–7 мг/100 г) – 18 %. Среднее соотношение каротиноидов в моркови белорусской зоны произрастания: 61 % β-каротина, 35 % α-каротина и 4 % лютеина.

**Выводы.** Для производства сока прямого отжима из моркови столовой заданного качества необходимо введение в технологический процесс операции входного контроля моркови по содержанию каротиноидов. Предпочтительными для производства морковного сока прямого отжима являются сорта/гибриды Вулкан F1, Дордонь F1 и Лявоніха.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** сорта/гибриды моркови столовой; каротиноидный статус; состав каротиноидов; сок прямого отжима.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Зеленкова, Е. Н. Каротиноидный статус моркови белорусской зоны произрастания / Е. Н. Зеленкова [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 1(32). – С. 53–61.

## CAROTENOID STATUS OF CARROTS GROWN IN BELARUS

E. Zelenkova<sup>1</sup>, Z. Yegorova<sup>1</sup>, P. Shabunya<sup>2</sup>, S. Fatykhova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Belarusian State Technological University, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Institute of Bioorganic Chemistry, NASB, Republic of Belarus

### ABSTRACT

**Introduction.** Improvement of the technological process control and the quality of carrot products due to the instability of its technological properties is the purpose of the research. The scientific task is to evaluate the carotenoid status of new and traditional carrot cultivars / hybrids grown in Belarus as a raw material for obtaining juice of direct extraction.

**Materials and methods.** Carrots of 17 cultivars / hybrids grown in the Republic of Belarus. Method of high performance liquid chromatography. Apparatus of mathematical statistics in the Microsoft Excel package.

**Results.** The variability of the carotenoids content was assessed. The proportion of carrot cultivars/hybrids with a high concentration of carotenoids (>12 mg/100 g) was found to be 35 %, with an average concentration (8–11 mg/100 g) – 47 % and with low concentration (4–7 mg/100 g) – 18 %. The average ratio of carotenoids in selected carrot cultivars grown in Belarus accounted for 61% in β-carotene, 35 % in α-carotene and 4 % in lutein.

**Conclusions.** The stage of testing incoming carrots for carotenoid content should be introduced into the technological process, thus making it possible to obtain carrot juice of direct extraction with specified quality parameters. Cultivars/hybrids Vulkan F1, Dordogne F1 and Lyavonikha are the most suitable for the produc-

tion of carrot juice of direct extraction.

**KEY WORDS:** *carrot cultivars / hybrids; carotenoid status; composition of carotenoids; direct extraction juice.*

**FOR CITATION:** Zelenkova, E. Carotenoid status of carrots grown in Belarus / E. Zelenkova [et al.] // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 1(32). – P. 53–61 (in Russian).

## ВВЕДЕНИЕ

Для населения многих стран средних географических широт морковь (*Daucus carota*) является одним из основных источников каротиноидов, содержание которых колеблется от 8,4 до 19,2 мг/100 г сырой массы [1–4]. В Республике Беларусь морковь – одна из ведущих возделываемых овощных культур, что подтверждают следующие статистические данные: под посевы моркови столовой в сельскохозяйственных организациях нашей страны отводится около 20 % от общей площади, занятой под овощными культурами открытого грунта, на которой ежегодно выращивается до 350 тыс.т моркови [5].

В настоящее время изучено более шестисот природных каротиноидов, выделенных из растений, водорослей, бактерий и плесеней. Многочисленными исследованиями установлено, что эти природные пигменты от желтого до красного цвета относятся к терпеноидам ( $C_{40}$ ) и включают как незамещенные, так и замещенные углеводороды (кислородсодержащие) [3, 6, 7]. При этом незамещенные каротиноиды, обычно оранжевого цвета, имеют общее название каротины (с общей формулой  $C_{40}H_{56}$ ). Наиболее известный представитель этой группы –  $\beta$ -каротин, проявляющий провитаминные свойства в отношении человеческого организма. Также к каротинам относятся  $\alpha$ -каротин, ликопин и др. Каротиноиды, окрашенные в цвета от желтого до красного, характеризуются наличием кислородсодержащих функциональных групп и называются ксантофиллами (лютеин, зеаксантин, криптоксантин, виолоксантин и др.).

Хотя число каротиноидов, обнаруженных в пищевых продуктах, значительно меньше, однако их качественный и количественный состав может быть достаточно разнообразным и существенно различаться в зависимости от вида растений. Например, в облепихе содержится 19 компонентов каротиноидов (из них 16 представителей ксантофиллов) общей массой до 32,3 мг/100 г; в тыкве – до 10,0 мг/100 г (в том числе от 30 до 40 % приходится на ксантофиллы); шпинате – ~11,6 мг/100 г (60–70 % ксантофиллов) [4, 7]. Яркая окраска плодов томатов (мякоти и кожицы) обусловлена в основном наличием в них бескислородного каротиноида ликопина (62 %); на долю кислородсодержащих каротиноидов приходится 32 % [8].

Основные изомеры каротиноидов моркови –  $\alpha$ -,  $\beta$ -каротин. Также в меньших количествах морковь содержит лютеин [3]. По данным [4, 7]  $\beta$ -каротин составляет 85–90 % суммарного содержания каротиноидов. Проведенные в течение последних 20 лет исследования подтверждают, что содержание каротиноидов варьируется в зависимости от генетических характеристик растений, года сбора урожая, географических условий произрастания исследуемых сортов растений [9, 10]. Так, при исследовании каротиноидов моркови, выращенной в Европейской части, доля  $\beta$ -каротина была найдена равной 72,3–78,5 %. В сортах, культивируемых в Азии, она составила в среднем 74 % от суммы каротиноидов, а в Соединенных Штатах Америки – около 69 % [4, 11]. Ввиду постоянного обновления и расширения сырьевой базы Республики Беларусь, которая по состоянию на 2021 год насчитывала ~90 сортов/гибридов столовой моркови [12], и адаптации сельского хозяйства к изменению климата [13] ее технологические свойства как сырья для промышленной переработки нестабильны, что отрицательно сказывается на качестве готовой продукции и управляемости

технологическим процессом ее производства.

Целью исследования является повышение управляемости технологическим процессом производства и качеством продукции из моркови столовой в условиях нестабильности ее технологических свойств. Научная задача – оценка каротиноидного статуса новых и традиционных сортов/гибридов моркови белорусской зоны произрастания как сырья для получения сока прямого отжима.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ











Для исследований использовали морковь 17 сортов/гибридов, выращенных в Республике Беларусь (таблица 1). Отбор образцов осуществлялся в хозяйствах Минского района, выращивающих и заготавливающих сортовую морковь и располагающихся в центральной агроклиматической зоне республики с продолжительностью вегетационного периода 185–195 суток, годовым количеством осадков 550–650 мм. Считается, что центральная агроклиматическая зона Беларуси, характеризующаяся умеренно-влажным климатом с мягкой короткой зимой и умеренно-теплым продолжительным летом, является благоприятной для выращивания моркови с точки зрения климатических условий [13].

**Табл. 1.** Характеристика сортов / гибридов моркови

**Table 1.** Characteristics of cultivars / hybrids of carrots

Наименование, регистрационный номер, год [12]	Фото корнеплода	Характеристика корнеплода	Длина, см / масса, г	Вкусовые качества / пригодность <sup>1</sup>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Балтимор F1 2008213 2011		Цилиндрический с тупым кончиком. Сердцевина, кора оранжевые	18–20 / 120–230	Хорошие, отличные / С, Х
Бангор F1 2003181 2006		Узкоудлиненный, с гладкой поверхностью, кончик тупой, головка слегка вдавленная. Сердцевина, кора оранжевые	14–16 / 125–208	Хорошие / П, Х
Белград F1 2011226 2014		Цилиндрический с тупым кончиком. Сердцевина, кора оранжевые	~20 / 120–220	Хорошие, отличные / С, П
Витаминная 6 6601227 1969		Цилиндрические, тупоконечные. Наружная окраска красно-оранжевая, сердцевина маленькая, круглая, по цвету мало отличается от мякоти	13–15 / 80–120	Отличные / С, П, Х
Вулкан F1 2016238 2019		Правильной цилиндрической формы, насыщенной внешней и внутренней окраски с гладкой поверхностью	18–22 / 90–150	Хорошие, отличные / П
Дордонь F1 2005424 2008		Цилиндрический с тупым кончиком, выровненный по форме и размеру, гладкий. Сердцевина и кора оранжевые	18–20 / 80–128	Хорошие, отличные / С, П, Х
Лагуна F1 2008300 2011		Корнеплоды цилиндрической формы, Продолговатые	до 25 / 120–130	Отличные / С, П

Продолжение табл. 1.

1	2	3	4	5
Лявоніха 9851690 2001		Цилиндрической формы с тупоконическим кончиком, ярко-оранжевый. Сердцевина маленькая, оранжевая	15–20 / 95–150	Хорошие / С, П, Х
Монанта 2004276 2007		Цилиндрический, с округлым кончиком, гладкий, оранжевый, головка плоскоокруглая, сердцевина маленькая, оранжевая	17–20 / 74–116	Хорошие и отличные / С, П, Х
Морелия F1 2014308 2017		Веретеновидный со слабым сбегом и тупым основанием. Сердцевина и кора оранжевые	20–24 / 110–190	Хорошие и отличные / П, Х
Нантская 4 3801063 1949		Форма цилиндрическая, головка плоская, кончик слегка заостренный, сердцевина и кора оранжевые	15–20 / 100–200	Хорошие / С, П, Х
Нантес 2 – Тито 2003217 2006		Цилиндрической формы со слегка заостренным кончиком. Окраска темно-оранжевая, сердцевина – оранжевая	15–20 / 100–200	Хорошие / С, П, Х
Нерак F1 2007212 2010		Цилиндрической формы, с вытянутым кончиком, головка вытянутая, кора и сердцевина красные	18–22 / 130–160	Хорошие / С, П, Х
Нилэнд F1 2011227 2014		Цилиндрический с тупым кончиком. Сердцевина тонкая, мякоть ярко-оранжевая	18–24 / 90–100	Хорошие, отличные / С, Х
Рига P3 2001149 2004		Цилиндрический с тупым кончиком, головка вытянутая. Сердцевина и кора оранжевые	18–20 / 70–160	Хорошие / Х
Сиркана F1 2008299 2011		Цилиндрические с хорошо выполненным кончиком, выровненные по форме и массе, интенсивно-оранжевые. Маленькая сердцевина цвета мякоти	18–20 / 70–150	Хорошие / С, П, Х
Флам 2005178 2008		Крупные конические корнеплоды с заостренным концом, Средне-оранжевого цвета	22–24 / ~200	Хорошие / С, П, Х

Примечание<sup>1</sup> – Пригоден для реализации в свежем виде – С, переработки – П, хранения – Х.

Исследования проводили с использованием метода ВЭЖХ. Навеска моркови составляла  $5,00 \pm 0,10$  г, в качестве экстрагирующего вещества применяли ацетон. Был использован хроматограф Agilent 1200 с диодно-матричным детектором. Разделение компонентов проб проводили на колонке ZORBAX Eclipse Plus C18 ( $3,0 \times 100$  мм; 1,8 мкм) при температуре  $+22$  °С. Температура в автосамплере составляла  $+10$  °С, объем инъекции – 10 мкл. В качестве подвижной фазы использовали смесь ацетонитрил : метанол : этил ацетат (73:20:7). Смесь растворителей подавали со скоростью потока 0,4 мл/мин [14]. Итоговое содержание каротиноидов в мг/100 г сырой массы определяли по формуле

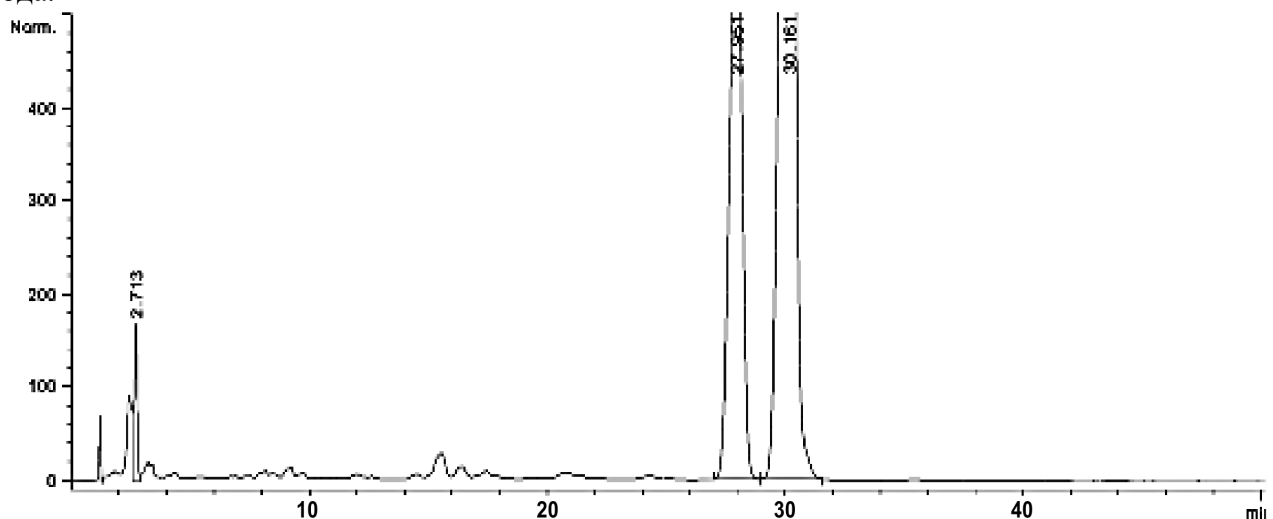
$$X = \frac{C \cdot V}{1000 \cdot m} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $C$  – концентрация каротиноида, найденная по градуировочному графику, мкг/мл;  $V$  – объем экстракта, мл;  $m$  – масса навески, г.

Окончательный результат измерений рассчитывали как среднее арифметическое двух параллельных определений.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

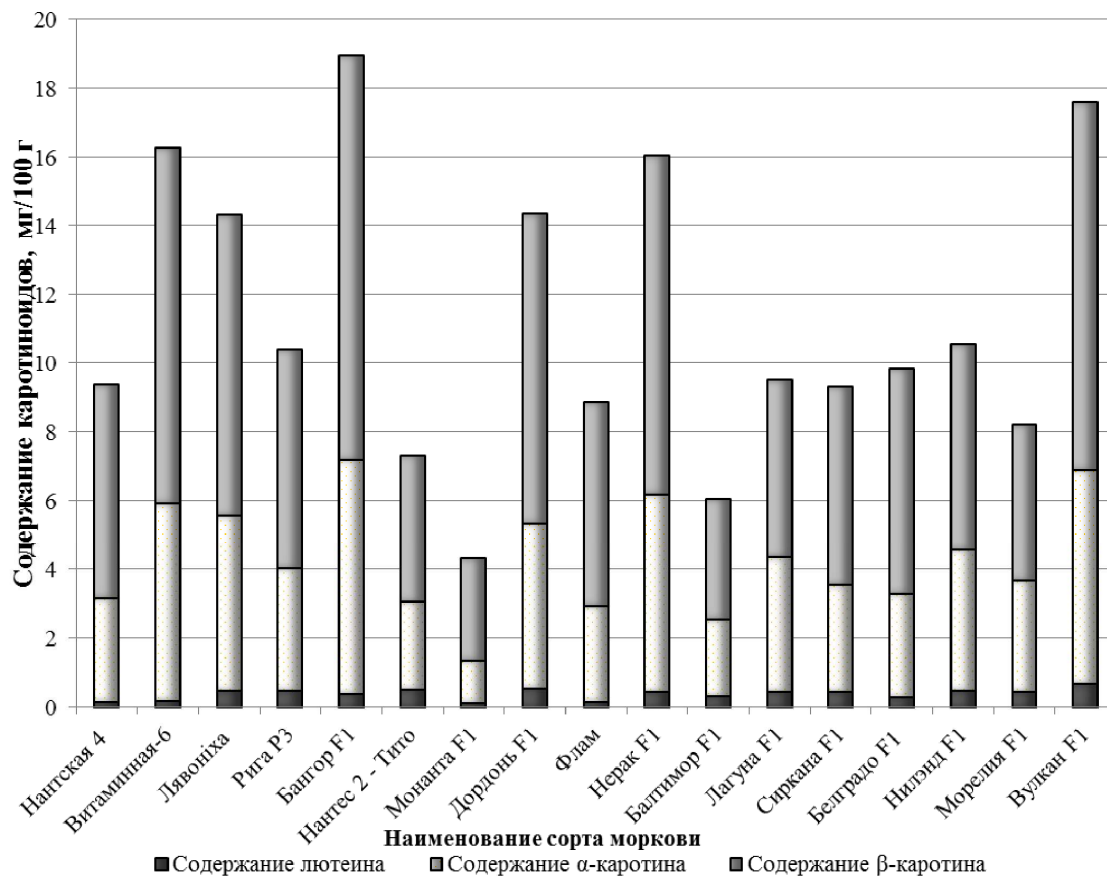
В результате разделения каротиноидов на хроматографической колонке для различных образцов экстрактов были получены схожего вида хроматограммы (рис. 1), характеризующиеся симметричными пиками с хорошей степенью разделения (для рядом элюирующихся пиков  $\alpha$ -каротина и  $\beta$ -каротина она больше 1). Анализ полученных хроматограмм 17 экстрактов показал, что каротиноиды представлены тремя видами данных соединений:  $\alpha$ -,  $\beta$ -каротином и лютеином. При этом время удерживания составило соответственно:  $\sim 2,8$  мин – лютеин,  $\sim 28$  мин –  $\alpha$ -каротин и  $\sim 30$  мин –  $\beta$ -каротин. Остальные индивидуальные представители каротиноидов находятся в следовых количествах либо ниже предела обнаружения метода.



**Рис. 1.** Хроматограмма экстракта каротиноидов моркови (на примере моркови гибрида Дордонь F1)

**Fig. 1.** Chromatogram of carrot carotenoid extract (a study of Dordogne F1 cultivar)

Обобщенные результаты исследований каротиноидного статуса 17 образцов моркови представлены на рис. 2.



**Рис. 2.** Содержание отдельных представителей каротиноидов в моркови белорусской зоны произрастания

**Fig. 2.** The content of certain types of carotenoids in carrots grown in Belarus

Анализ данных, приведенных на рис. 2, свидетельствует о том, что наибольшее суммарное содержание бескислородных каротиноидов (α- и β-каротина) характерно для моркови как современных, так и традиционных сортов/гибридов Бангор F1 (2006), Витаминная 6 (1969), Вулкан F1 (2019), Дордонь F1 (2008), Лявоніха (2001) и Нерак F1 (2010) – от 14 до 19 мг/100 г. При этом содержание лютеина в этих же образцах колебалось от низкого значения (0,193 мг/100 г) в моркови сорта Витаминная 6 до максимального (0,693 мг/100 г) в моркови сорта Вулкан F1. Также было установлено, что к сортам моркови с незначительным содержанием α- и β-каротина относятся Балтимор F1 и Монанта F1, в которых была обнаружена средняя (0,309 мг/100 г) и минимальная (0,123 мг/100 г) концентрация лютеина. По результатам исследований к наиболее богатым лютеином сортам/гибридам моркови следует отнести: Вулкан F1, Дордонь F1, Лявоніха, Нантес 2-Тито. Таким образом, прямая зависимость между общим содержанием каротиноидов и количеством их индивидуальных представителей в моркови белорусской зоны произрастания отсутствует.

Согласно законодательству Республики Беларусь бескислородные оранжевые пигменты, называемые каротинами с общей формулой C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>, содержание которых в овощах и овощной продукции определяется по ГОСТ ISO 6558-2 [15] и выражается через β-каротин, входят в список биологически активных веществ, восполняющих нормы физиологических потребностей для населения [16]. В то же время ксантофиллы при оценке пищевой ценности не учитываются.

Однако, как показал анализ литературы [1, 9, 17, 18], лютеин выполняет не менее важные физиологические функции (увеличение остроты зрения и фотопротекция), обусловленные тем, что его гидроксильированная молекула с наличием системы сопряженных двойных связей поглощает в сине-фиолетовой части спектра и нейтрализует окислители и свободные радикалы. В зарубежных странах установлен рекомендуемый уровень потребления лютеина, например, в России он составляет 5 мг в сутки, в Соединенных Штатах Америки – 1 мг в сутки [19, 20]. Поэтому при оценке каротиноидного статуса сортов/гибридов моркови важным показателем является содержание лютеина.

Учитывая такое широкое колебание индивидуальных представителей каротиноидов, представляло интерес сравнить полученные нами данные с результатами исследований других авторов. Для этого было рассчитано соотношение  $\alpha$ -,  $\beta$ -каротина и лютеина для каждого сорта. Было установлено, что в моркови изученных сортов  $\alpha$ -каротина содержится 28–41 %,  $\beta$ -каротина – 54–69 %, лютеина – 1–7 % от общего количества, что согласуется с литературными данными [3, 10, 21]. Соотношение индивидуальных представителей каротиноидов, рассчитанное как среднее значение, составило в изученных сортах:  $\beta$ -каротин /  $\alpha$ -каротин / лютеин – 61,6/34,7/ 3,7 % от общего количества.

В соответствии с данными [22] доля каротиноидов в пяти исследованных образцах моркови, выращенной в Моравии, была определена в следующем соотношении:  $\beta$ -каротин /  $\alpha$ -каротин / лютеин / ликопин 75,77/23,82/2,08/0,24 %. А согласно результатам Болотова В. М. с соавторами [7]  $\beta$ -каротин составляет 85–90 % суммарного содержания каротиноидов.

Полученные нами данные по качественному и количественному составу каротиноидов моркови практически совпадают со значениями, включенными в Национальную базу данных питательных веществ Соединенных Штатов Америки [11], согласно которым среднее содержание  $\beta$ -каротина в сырой моркови составляет 8,820 мг/100 г,  $\alpha$ -каротина 3,480 мг/100 г, лютеина+зеаксантина 0,256 мг/100 г, а их соотношение равно 68,9/29,0/2,1 %.

Так как для оценки каротиноидного статуса моркови нами были использованы сорта/гибриды, селекционированные в разные годы (с 1949 по 2019 г.), но характеризующиеся одинаковыми вкусовыми качествами (табл. 1), представляло интерес установить долю сортов/гибридов с высоким (больше 12 мг/100 г) содержанием каротиноидов в каждый период времени. Было установлено, что созданные и внесенные в реестр с 1949 по 1969 г. два сорта моркови характеризовались средним и высоким уровнем общих каротиноидов и низким – лютеина (~0,2 мг/100 г). В моркови восьми сортов/гибридов, зарегистрированных с 2001 по 2010 г., была отмечена концентрация каротиноидов от низкого (25 % сортов/гибридов) и среднего (25 % сортов) до высокого (50 % сортов/гибридов) значений. При этом лютеин в 25 % случаев находился в низкой концентрации (менее 0,2 мг/100 г) и в 75 % – в высокой (более 0,4 мг/100 г). Морковь семи сортов/гибридов (период регистрации 2011–2019 годы) также характеризовалась разным уровнем общих каротиноидов, однако содержание лютеина принимало преимущественно высокое (в 70 % случаев) и среднее (0,2–0,4 мг/100 г) значение в изученных образцах. Подводя итог сравнительному анализу каротиноидного статуса моркови традиционных и современных сортов/гибридов, можно заключить, что выбор сырья по критерию «более новый сорт/гибрид» не гарантирует, что он будет более богат каротиноидами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

- доля сортов/гибридов моркови с высокой концентрацией каротиноидов (>12 мг/100 г) (по сравнению со справочными данными) составляет 35 % от изученных, со средней (8–11 мг/100 г) – 47 % и низкой (4–7 мг/100 г) – 18 % соответственно;
- соотношение каротиноидов в моркови белорусской зоны произрастания (61 %  $\beta$ -каротина, 35 %  $\alpha$ -каротина и 4 % лютеина) характеризуется несколько меньшей долей

$\beta$ -каротин по сравнению с другими европейскими странами и более высоким содержанием лютеина, что указывает на ее ценность не только как источника провитамина А, но и нутриента, участвующего в обеспечении нормального функционирования зрительной системы человека;

– по общему содержанию всех каротиноидов и их отдельных представителей наиболее предпочтительными для производства сока прямого отжима являются только три сорта/гибрида моркови, районированные на территории Республики Беларусь: Вулкан F1, Дордонь F1 и Лявоніха.

Для производства сока прямого отжима заданного качества из моркови столовой белорусской зоны произрастания необходимо введение в технологический процесс операции входного контроля моркови по содержанию каротиноидов.

Целесообразно продолжить исследования по оптимизации технологических режимов производства сока прямого отжима для максимального извлечения в сок каротиноидов из всего доступного производителям сырья моркови столовой.

Полученные результаты могут быть применены на предприятиях консервной отрасли страны при планировании производства соковой продукции из моркови.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Нечаев, А. П. Пищевая химия / А. П. Нечаев и др. Под ред. А. П. Нечаева. Издание 4-е, испр. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640 с.
- 2 Шобингер, У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии / пер. с нем. под общ. науч. ред. А. Ю. Колесного, Н. Ф. Берестеня, А. В. Орещенко. – СПб: Профессия, 2004. – 640 с.
- 3 Delia, B. R.-A. A guide to carotenoid analysis in foods / B. R.-A. Delia. – Washington: ILSI Press, 2001. – 64 p.
- 4 Выродова, А. П. Содержание бета-каротина в различных овощах / А. П. Выродова и [др.] // Физиология и биохимия культурных растений, 1988. – № 2. – С. 167–171.
- 5 FAO-STAT. Food and Agricultural commodities production. – Режим доступа: <http://faostat.fao.org/site/339 default.aspx>. – Дата доступа: 12.12.2021.
- 6 Третьяков, Н. Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н. Н. Третьяков [и др.]. – М.: Колос, 2000. – 180 с.
- 7 Болотов, В. М. Химическая модификация природных каротиноидов растительного сырья / В. М. Болотов [и др.] // Изв. Вуз. Пищевая технология, 1996. – № 1–2. – С. 19–22.
- 8 Greenberg, E. R. Carotenoids and cancer prevention / E. R. Greenberg, J. A. Baron, J. R. Beck // Saturated Retinoids: New Trends in Research and Therapy. Retinoid Symp., Geneva, 1984. – P. 360–370.
- 9 Delia, B. R.-A. Quantitative analysis, in vitro assessment of bioavailability and antioxidant activity of food carotenoids – A review. / B. R.-A. Delia // Journal of Food Composition and Analysis, 2010. – Vol. 23 – P. 726–740.
- 10 Delia, B. R.-A. Updated Brazilian database on food carotenoids: factors affecting carotenoid composition / B. R.-A. Delia, M. Kimura, H. T. Godoy // Journal of Food Composition and Analysis, 2008b. – Vol. 21. – P. 445–463.
- 11 Food Data Central / U. S. Department of agriculture [Online]. – Available: <https://fdc.nal.usda.gov/ndb/>. – Accessed 20.12.2021.
- 12 Бейня, В. А. Государственный реестр сортов, Минск: Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений / Отв. ред. В.А. Бейня. – 2021. – 279 с.
- 13 Мельник, В. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата / В. Мельник [и др.]. – Минск–Женева, 2017. – 84 с. – <https://minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus.pdf>.
- 14 Zelenkova, E. HPLC analysis of carotenoids in particular carrot (*Daucus Carota* L.) cultivars / E. Zelenkova [et al.] // Вестник международной академии холода, 2015. – № 4. – С. 9–15.
- 15 Фрукты, овощи и продукты их переработки. Определение содержания каротина спектрофотометрическим методом: ГОСТ ISO 6558-2-2019. – Введ. 01.12.2020. – Минск: МГС, Бюро по стандартам, 2019. – 10 с.
- 16 Санитарные нормы и правила. Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь: СанПиН №180 от 20.11.2019. – Введ. 01.07.2013, Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2012. – 21 с.
- 17 Razavi, S. H. UV-HPLC / APCI-MS Method for separation and identification of the carotenoids produced by *Sporobolomyces ruberrimus* H110 / S. H. Razavi, F. Blanchard, I. Marc // Iran. J. Chem. Eng., 2003. – Vol. 25. – № 2. – P. 1–10.
- 18 Chiosa, V. Determination of  $\beta$ -carotene concentration in orange and apple juice and in vitamin supplemented drinks / V. Chiosa [et al.] // Analele Universitatii din Bucuresti – Chimie, Anul XIV, 2005. – Vol. I–II. – P. 253–258.
- 19 Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: Методические рекомендации МР 2.3.1.1915-04, Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 46 с.



20 Marse-Perlman, J. A. Lutein and Zeaxanthin in the Diet and Serum and Their Relation to Age-related Maculopathy in the Third National Health and Nutrition Examination Survey / J. A. Marse-Perlman [et al.] // Am. J. Epidemiol, 2001. – Vol. 153. – № 5. – P. 424–432.

21 Strati, I. F. Carotenoids from foods of plant, animal and marine origin: an efficient HPLC-DAD separation method / I. F. Strati [et al.] // Foods, 2012. – Vol. 1. – P. 52–65.

22 Marova, L. Physiologically Significant Carotenoids and their Common Food Sources in Czech Population / L. Marova [et al.] // Chem. Papers, 1999. – Vol. 53. – № 3. – P. 174–183.

*Поступила в редакцию 25.03.2022 г.*

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Елена Николаевна Зеленкова**, ассистент кафедры физико-химических методов сертификации продукции учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» ФХМСП БГТУ, e-mail: elena.taras@mail.ru, e-mail: zelenkovaelenanik@gmail.com.

**Зинаида Евгеньевна Егорова**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физико-химических методов сертификации продукции учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» ФХМСП БГТУ, e-mail: egorovaze@tut.by.

**Полина Станиславовна Шабуня**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физико-химических методов исследования Государственного научного учреждения «Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси» (Институт биоорганической химии НАН Беларуси), e-mail: pshabunya@rambler.ru.

**Светлана Анатольевна Фатыкхова**, научный сотрудник лаборатории физико-химических методов исследования Государственного научного учреждения «Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси» (Институт биоорганической химии НАН Беларуси), e-mail: fsa1981@tut.by.

#### **ABOUT AUTHORS:**

**Elena Zelenkova**, Assistant lecturer, Department of Physical-chemical Methods of Products Certification, Belarusian State Technological University, e-mail: elena.taras@mail.ru, e-mail: zelenkovaelenanik@gmail.com.

**Zinaida Yegorova**, Ph.D. in Engineering, Assistant Professor, Associate Professor, Department of Physical-chemical Methods of Products certification, Belarusian State Technological University, e-mail: egorovaze@tut.by.

**Polina Shabunya**, Ph.D. in Biology, Senior Research Officer, Laboratory of Physical and Chemical Research Methods, Institute of Bioorganic Chemistry, NASB, e-mail: pshabunya@rambler.ru.

**Svetlana Fatykhava**, Research Officer, Laboratory of Physical and Chemical Research Methods, Institute of Bioorganic Chemistry, NASB, e-mail: fsa1981@tut.by.