

УДК 635.356:577.1

DOI 10.30679/2219-5335-2021-2-68-242-254

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ КАПУСТЫ БРОККОЛИ

Причко Татьяна Григорьевна<sup>1</sup>  
д-р с.-х. наук, профессор  
зав. лабораторией хранения и переработки  
плодов и ягод

Казахмедов Рамидин Эфендиевич<sup>2</sup>  
д-р биол. наук  
зам. директора по науке,  
зав. лабораторией биотехнологии,  
физиологии и продуктов  
переработки винограда  
e-mail: [kre\\_05@mail.ru](mailto:kre_05@mail.ru)

Германова Марина Геннадиевна<sup>1</sup>  
младший научный сотрудник  
лаборатории хранения  
и переработки плодов и ягод

<sup>1</sup>Федеральное государственное  
бюджетное научное учреждение  
«Северо-Кавказский федеральный  
научный центр садоводства,  
виноградарства, виноделия»,  
Краснодар, Россия

<sup>2</sup>Дагестанская селекционная  
опытная станция виноградарства  
и овощеводства – филиал  
Федерального государственного  
бюджетного научного учреждения  
«Северо-Кавказский федеральный  
научный центр садоводства,  
виноградарства, виноделия»,  
Дербент, Республика Дагестан, Россия

Учитывая разнообразный химический состав брокколи как источника эссенциальных нутриентов, актуальным является изучение качественных показателей органов брокколи, позволяющее получить новые экспериментальные данные и выделить источники наиболее ценных компонентов биологически активных веществ. Объектами исследований были различные органы капусты брокколи (на примере сорта Маратон): головки,

UDC 635.356:577.1

DOI 10.30679/2219-5335-2021-2-68-242-254

## STUDY OF NUTRITIONAL VALUE OF INDIVIDUAL ORGANS OF BROCCOLI CABBAGE

Prichko Tatiana Grigorievna<sup>1</sup>  
Dr. Sci. Agr., Professor  
Head of Fruits and Berries storage  
and Processing Laboratory

Kazakhmedov Ramidin Efendievich<sup>2</sup>  
Dr. Sci. Biol.  
Deputy Chief for Science,  
Head of Biotechnology,  
Physiology and Grape processing  
Products Laboratory  
e-mail: [kre\\_05@mail.ru](mailto:kre_05@mail.ru)

Germanova Marina Gennadievna<sup>1</sup>  
Junior Research Associate  
of Fruits and Berries Storage  
and Processing Laboratory

<sup>1</sup>Federal State  
Budget Scientific Institution  
«North-Caucasian Federal  
Scientific Center for Horticulture,  
Viticulture, Wine-making»,  
Krasnodar, Russia

<sup>2</sup>Daghestan Selection  
Testing Station of Viticulture  
and Horticulture – Branch  
of the Federal State Budget  
Scientific Institution  
«North Caucasian Federal  
Scientific Center of Horticulture,  
Viticulture, Winemaking»,  
Derbent, Daghestan Republic, Russia

Taking in account the diverse of broccoli chemical composition as a source of essential nutrients, it is important to study the quality indicators of broccoli organs, which allow us to obtain new experimental data and to identify the sources of the most valuable components of biologically active substances. The objects of research were various organs of broccoli cabbage (for example, the Maraton variety): heads,

стебель, неодревесневший черенок, а также проростки брокколи, выращенные в Дагестане. Установлено, что наиболее ценный по химическому составу орган капусты брокколи – головка, являющаяся основным источником природных антиоксидантов, витаминов *C, PP, E, P*. Показано, что пазушные головки отличаются наибольшим содержанием витамина *C* (198,8 мг/100 г), несколько ниже его в основных головках (154,0 мг/100 г). Головки брокколи – источник минеральных веществ. Основные головки содержат 321,9 мг/100 г калия, 43,4 мг/100 г кальция, 20,3 мг/100 г магния, 54,8 мг/100 г фосфора и 0,56 мг/100 г железа, в пазушных головках эти показатели ниже. Источниками ценных питательных веществ также являются также сочные стебли и неодревесневший черенок. Стебли брокколи по сравнению с головкой содержат больше сахаров, клетчатки и пектиновых веществ, причем в пазушных стеблях этих нутриентов больше. Сочные стебли также богаты витаминами, содержание которых ниже, чем в головках. Основные стебли богаты витамином *PP* 1, витамином *E*, меньше содержат витамина *C*, в сравнении с пазушными. Содержание витамина *P* в стеблях капусты брокколи значительно ниже, чем в головках. Неодревесневший черенок отличается максимальным содержанием клетчатки, сахаров и пектиновых веществ, содержание витамина *C* в нем ниже, чем в головках и стеблях. Проростки капусты брокколи – ценный органический продукт, благодаря высокому уровню антиоксидантов 19,8 мг/кг и наличию важнейшего биологически активного вещества индол-3-карбинола в количестве 7,0 мг/кг. Можно сделать вывод, что головки и стебли капусты брокколи могут быть использована в пищу для улучшения структуры питания в качестве источника витаминов *C, PP, E* и минеральных веществ, а также для получения натуральных продуктов питания функционального назначения. Неодревесневший черенок брокколи рекомендован в качестве обогащающего пищевыми волокнами компонента при получении функциональных продуктов питания, а проростки –

stem, non-woody cuttings, as well as broccoli seedlings grown in Daghestan. It was found that the most valuable organ of broccoli cabbage by chemical composition is the head, which is the main source of natural antioxidants, vitamins *C, PP, E, P*. It was shown that the axillary heads have the highest content of vitamin *C* (198.8 mg/100 g), slightly lower than that in the main heads (154.0 mg/100 g). Broccoli heads are a source of minerals. The main heads contain 321.9 mg/100 g of potassium, 43.4 mg/100 g of calcium, 20.3 mg/100 g of magnesium, 54.8 mg/100 g of phosphorus and 0.56 mg/100 g of iron, in the axillary heads the value of these indicators are lower. The sources of valuable nutrients are juicy stems and a non-woody stalk too. The stems of broccoli contain more sugars, fiber, and pectin substances than that in the head, and besides the axillary stems contain more of these nutrients. The edible juicy stalks are also rich in vitamins, the content of which is lower than that in the heads. The main stems are rich in vitamin *PP*, vitamin *E*, and contain less vitamin *C*, in comparison with axillary ones. The content of vitamin *P* in the stalks of broccoli cabbage is significantly lower than that in the heads. Non-woody broccoli cabbage is characterized by a maximum content of fiber, sugar and pectin substances, the content of vitamin *C* in ones is lower than that in the heads and stems. Broccoli seedling are a valuable organic product, due to the high level of antioxidants 19.8 mg / kg, the presence of an important biologically active substance indole-3-carbinol in the amount of 7.0 mg/kg. It can be concluded that the heads and stems of broccoli cabbage can be used in food to improve the structure of nutrition, as sources of vitamins *C, PP, E* and minerals, as well as to obtain natural food for functional purposes. Non-woody broccoli cuttings are recommended as a fiber-fortifying component in the production of functional food products, and the seedlings to produce

для получения биологически активных добавок как источники индол-3-карбинола.

the biologically active supplements, as sources of indole-3-carbinol.

**Ключевые слова:** БРОККОЛИ, ГОЛОВКА, СТЕБЕЛЬ, НЕОДРЕВЕСНЕВШИЙ ЧЕРЕНОК, ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ВИТАМИНЫ, ПИЩЕВЫЕ ВОЛОКНА, МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА

**Key words:** BROCCOLI, HEAD, STEM, NON-WOODY STALK, CHEMICAL COMPOSITION, VITAMINS, DIETARY FIBER, MINERAL SUBSTANCES

**Введение.** Для улучшения обеспеченности населения полноценными продуктами питания необходимо регулярное включение в рацион достаточного количества свежих плодов и овощей с высоким содержанием эссенциальных (незаменимых) пищевых веществ, не синтезирующихся в организме человека [1-3]. Капусту брокколи (*Brassica oleracea* var. *Italica*) называют королевой овощей благодаря высоким пищевым, лечебно-профилактическим и диетическим качествам [4, 5]. Эта культура постепенно вводится в ассортимент овощных культур, выращиваемых в России.

Брокколи – однолетнее растение, разновидность цветной капусты, с более рыхлой головкой зеленого или фиолетового цвета. Продуктовый орган брокколи – головка на нежном мягком сочном стебле. После съема основных центральных головок, она начинает ветвиться и обрастать новыми, более мелкими пазушными головками [6]. По мнению многих исследователей, брокколи значительно богаче биологически активными веществами, чем цветная и белокочанная капуста и содержит значительное количество витаминов *B<sub>1</sub>*, *B<sub>3</sub>*, *B<sub>5</sub>*, *B<sub>6</sub>* и *E*, а также полифенолов и гликозидов [7-11].

Ramos dos Reis L.C. установил, что соцветия брокколи содержат 508 г/кг нерастворимой клетчатки в пересчете на сухое вещество; 987 мг/100 г полифенолов и 79,0 мг/100 г витамина *C* в пересчете на сырое вещество [12]. По содержанию минеральных веществ капуста брокколи занимает ведущее место среди овощных культур. Ряд ценных свойств брокколи, из которых наиболее значимыми являются способность накапливать в 2-3 раза больше витаминов (*C*, *K*, *E*) в сравнении с белокочанной капустой, низкая калорийность, высокое содержание фолиевой кислоты, клетчатки, холина, метионина, делают ее ценным продуктом питания [13, 14].

Анализ литературных данных позволяет отметить, что питательные и лечебные свойства брокколи во многом обусловлены географической зоной произрастания растений. Так, польские исследователи определили содержание витамина С в брокколи – 96,2 мг/100 г, а по данным ученых из Калифорнии (Е. Koh), при изучении 80 образцов брокколи за двухлетний период содержание витамина С варьировало от 57,35 до 131,35 мг/100 г, полифенолов (кверцетина) – от 0,03 до 10,85 мг/100 г [15, 16].

Важнейшими биологически активными соединениями капусты брокколи являются сульфорафан (72–304 мг/100 г) и индол-3-карбинол ( $7-117 \pm 3$  мг/100 г), предупреждающие развитие рака на молекулярном уровне и препятствующие распространению герпеса [17]. На основе индол-3-карбинола производится лекарственный препарат «Индинол форте» для лечения эстрогензависимых опухолей, а также ряд биологически активных добавок: индинол, индогрин, индол форте. Действующее вещество для этих препаратов получают двумя способами: путем дорогостоящего химического синтеза или из проростков брокколи, где наиболее оптимальным сырьем являются 8-12-ти дневные проростки [18].

Проростки брокколи (микророзель) – это фаза растений, когда оно находится в максимальной биологической активности. В настоящее время проростки растений используют в качестве полезной витаминной добавки в рационе питания, которая, по мнению многих авторов, является органическим продуктом повышенной питательной ценности с высоким уровнем содержания биологически активных веществ и антиоксидантов. По мнению зарубежных авторов, наибольший антиоксидантный потенциал и высокое содержание фенольных соединений в растениях брокколи обнаружены в первые 2 недели (8 дневные проростки) [19].

Учитывая разнообразный биохимический состав капусты как источника эссенциальных нутриентов, которые можно использовать в технологии производства функциональных продуктов питания, актуальным является изучение качественных показателей составляющих органов капусты брок-

коли, позволяющее получить новые экспериментальные данные и выделить источники наиболее ценных компонентов биологически активных веществ.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследований были различные органы капусты брокколи (на примере сорта Маратон): головки (основная, пазушная), стебель (основной, пазушный), неодревесневший черенок, а также 40 дневные проростки брокколи, выращенные в условиях Дагестана (рис. 1).



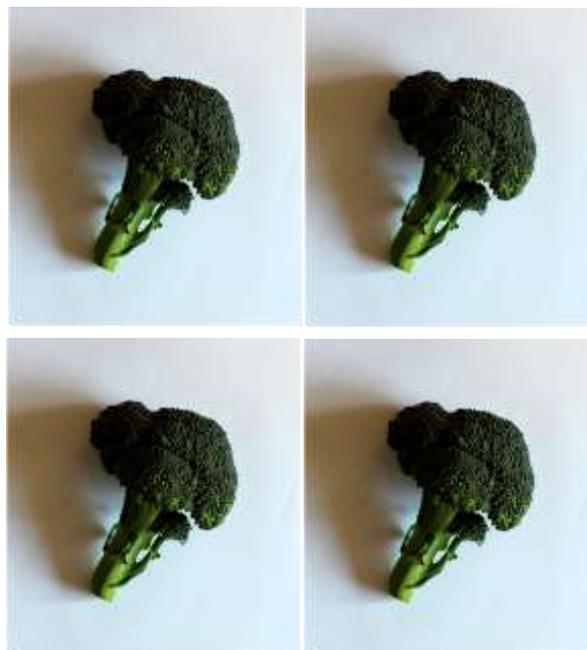
Капуста брокколи



Проростки капусты брокколи



Основная головка



Пазушная головка

Рис. 1. Капуста брокколи

При анализе химического состава проводили определение следующих компонентов: фракционный состав сахаров (глюкоза, фруктоза, сахароза) – методом капиллярного электрофореза [20], витамин *C* – по М 04-07-2010 на «Флюорате-02»; витамин *P* – фотометрически [21]; витамин *PP* – фотометрически по ГОСТ 50479; витамин *E* – хроматографически по ГОСТ 52147; пектиновые вещества – карбазольным методом в модификации Сапожниковой [22]; клетчатка – весовым методом по ГОСТ 31675; минеральные вещества (калий, магний, кальций) – на «Капель 104РТ» [23]; железо – фотометрически по ГОСТ 26928; фосфор – фотометрически по ГОСТ 30615; сумма антиоксидантных веществ – по галловой кислоте амперометрически на приборе «Цвет Яуза-01-АА» [23], индол-3-карабинол – на «Капель 104РТ». Исследования проводились в трехкратной повторности в лаборатории хранения и переработки плодов и в центре коллективного пользования ЦКП «Приборно-аналитический» СКФНЦСВВ. Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом описательной статистики и дисперсионного анализа, используя пакет программ Microsoft Excel.

**Обсуждение результатов.** По результатам выполненных нами предыдущих исследований качественных показателей следует, что в среднем во всех органах капусты брокколи сорта Маратон, выращенной в условиях Дагестана, содержится 6,6 % сахаров, 2,7 % клетчатки, 0,94 % пектиновых веществ, 176,5 мг/100 г витамина *C*, 2,67 мг/100 г витамина *PP*, 5,6 мг/100 мг витамина *P*, 3,5 мг/100 г витамина *E*. Капуста брокколи является богатым источником минеральных веществ (калий 303 мг/100 г, кальций 37 мг/100 г, магний 16 мг/100 г, фосфор 56 мг/100 г, железо 0,55 мг/100 г).

Учитывая высокую ценность капусты брокколи как источника эссенциальных нутриентов, было проведено исследование качественных показателей отдельных органов капусты – головка, стебель, неодревесневший черенок, а также 40 дневные проростки капусты. Выявлено, что наиболее ценный по химическому составу орган капусты брокколи – головка (табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав головок капусты брокколи

Показатель	Головка	
	основная	пазушная
Общий сахар, %	5,0±0,18	4,6±0,1
Клетчатка, %	2,6±0,14	2,8±0,1
Пектиновые вещества, %	0,87±0,11	0,87±0,02
Витамин С, мг/100 г	154,0±8,03	198,8±9,10
Витамин Р, мг/100 г	4,2±0,56	6,9±1,0
Витамин РР, мг/100 г	3,5±0,37	2,9±0,60
Витамин Е, мг/100 г	3,6±0,50	3,5±0,11

В головках брокколи сахара представлены в основном глюкозой, с незначительным содержанием фруктозы и сахарозы (рис. 2). Отмечено, что пазушные головки содержат меньше сахаров (4,6 % в сравнении с основными). В то же время пазушные головки отличаются наибольшим содержанием витаминов, где количество витамина С достигает 198,8 мг/100 г, что на 44,8 мг/100г выше, чем в основных. В них отмечено большее накопление витамина Р – 6,9 мг/100 г. Однако, основные головки содержат больше витаминов РР (3,5 мг/100 г) и Е (3,6 мг/100 г). Также в пазушных головках и большее содержание клетчатки (2,8 %) в сравнении с основными (2,6 %).

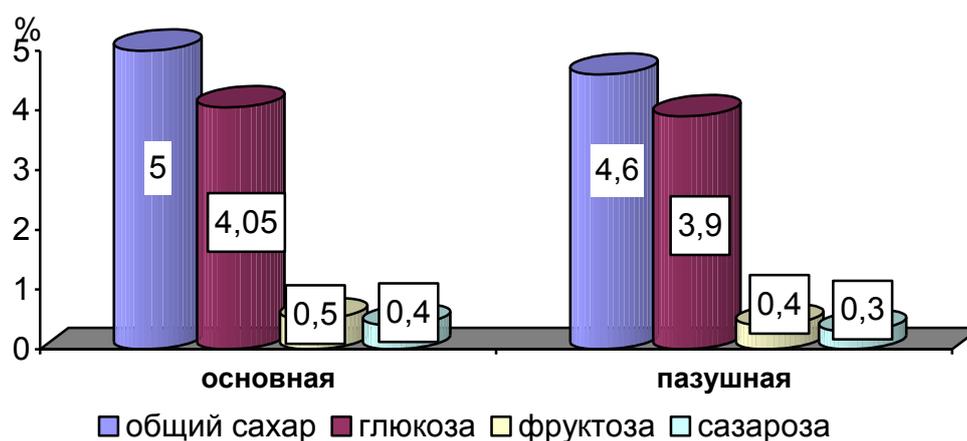


Рис. 2. Фракционный состав сахаров головок капусты брокколи

По содержанию суммы пектиновых веществ основные и пазушные головки не отличаются (0,87 %), однако наблюдается изменение в соотношении протопектина и растворимого пектина, содержание которых в основных

головках составляет 0,54 % и 0,33 % соответственно, а в пазушных головках выше уровень протопектина – 0,61 %, растворимого пектина ниже – 0,26 %.

Головки брокколи богаты минеральными веществами (табл. 2). Наибольшее количество калия (321,9 мг/100 г), кальция (43,4 мг/100 г), магния (20,3 мг/100 г) отмечено в основных головках. Ниже уровень содержания большинства макроэлементов в пазушных головках капусты - калия меньше на 35 мг/100 г, кальция – на 10, мг/100 г, магния – на 7,8 мг/100 г, немного выше содержание фосфора (57,0 мг/100 г) и железа (0,58 мг/100 г).

Таблица 2 – Минеральный состав головок капусты брокколи, сорт Маратон, мг/100 г

Элемент	Головки	
	основные	пазушные
Калий	321,9±10,20	286,9±3,17
Натрий	14,6±1,02	7,3±1,41
Кальций	43,4±3,10	32,7±2,92
Магний	20,3±1,71	12,5±1,42
Фосфор	54,8±2,90	57,0±3,21
Железо	0,56±0,04	0,58±0,03

Наряду с головками капусты, источниками ценных питательных веществ являются сочные стебли, неодревесневший черенок, химический состав которых представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав стеблей и неодревесневшего черенка капусты брокколи, сорт Маратон

Показатель	Стебель основной	Стебель пазушный	Неодревесневший черенок
Общий сахар, %	6,3±0,2	6,9±0,2	7,6±0,3
Клетчатка, %	2,9±0,1	3,0±0,1	4,5±0,2
Пектиновые вещества, %	0,96±0,02	0,97±0,02	1,04±0,02
Витамин С, мг/100 г	128,5±7,41	132,0±6,20	130,0±5,89
Витамин Р, мг/100 г	менее 1,2	менее 1,2	менее 1,2
Витамин РР, мг/100 г	1,40±0,20	1,10±0,15	
Витамин Е, мг/100 г	0,75±0,08	0,38±0,05	

Стебли брокколи по сравнению с головкой содержат больше сахаров (6,28 % в основных и 6,9 % в пазушных), клетчатки (2,85 % в основных и 2,96 % в пазушных) и пектиновых веществ (0,96 % в основных и 0,97 % в пазушных), причем в пазушных стеблях этих нутриентов больше. Съедобные сочные стебли также богаты витаминами, содержание которых ниже, чем в головках. Основные стебли богаты витамином *PP* 1,4 мг/100 г, витамином *E* 0,75 мг/100 г, меньше содержат витамина *C* (128,5 мг/100 г), в сравнении с пазушными. Витамина *P* в стеблях брокколи (менее 1,2 мг/100 г) значительно меньше, чем в головках.

Неодревесневший черенок капусты брокколи, состоящий из более грубой, чем стебли, ткани, отличается максимальным содержанием клетчатки (4,5 %), сахаров (7,6 %) и пектиновых веществ (1,04 %). Содержание витамина *C* (130 мг/100 г) ниже, чем в головках и стеблях.

Большой интерес представляет изучение содержания биологически активных веществ и антиоксидантных веществ в проростках капусты брокколи. Проростки растений на 40 день были высушены конвекционным способом при температуре 40°С в течение 6 часов. В них определено содержание индол-3-карбинола (7,0 мг/кг), а также суммарное количество антиоксидантов – веществ, замедляющих окислительные процессы в клетках (19,8 мг/кг).

**Выводы.** При изучении питательной ценности основных (центральных) и пазушных (боковых) головок капусты брокколи, а также мягких стеблей и неодревесневшего черенка установлены источники повышенного содержания:

- клетчатки: не одревесневший черенок 4,5 %, стебли 2,9-3,0 %;
- пектиновых веществ: не одревесневший черенок 1,04 %, стебли 0,96-0,97 %;

– витамина *C*: головки пазушные 198,8 мг/100 г, головки основные 154,0 мг/100 г, стебли 132,2-128,5 мг/100 г, неодревесневший черенок 130,0 мг/100 г;

– витаминов *PP*, *E*: головки основные – *PP* 3,5 мг/100, *E* 3,6 мг/100 г;

– минеральных веществ: головки основные – калий 321,9 мг/100 г, кальций 43,4 мг/100 г, магний 20,3 мг/100 г, железо 0,56 мг/100 г.

Проростки капусты брокколи – ценный органический продукт, благодаря высокому уровню антиоксидантных веществ (19,8 мг/кг) и наличию важнейшего биологически активного вещества индол-3-карбинола в количестве 7,0 мг/кг.

Таким образом, головки и стебли капусты брокколи могут быть использована в пищу для улучшения структуры питания, а также для получения натуральных продуктов питания функционального назначения. Неодревесневший черенок брокколи рекомендован в качестве обогащающего пищевыми волокнами компонента при получении функциональных продуктов питания, а проростки – для получения биологически активных добавок, таких как источник индол-3-карбинола.

### Литература

1. Pennington J.A., Fisher R.A., 2010. Food component profiles for fruit and vegetablesub groups. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, P.411–418.
2. Asensi-Fabado M., Munne-Bosch S., 2010. Vitamins in plants: occurrence, biosynthesis and antioxidant function. *Trends in Plant Science*, 15. No.10. P.582-592.
3. Nagraj G. S, Chouksey A., Jaiswal S., Jaiswal A. K., 2020. Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables, P. 5-17, doi.org/10.1016/B978-0-12-812780-3.00001-5.
4. Riso P., Del Bo C., Vendrame S., 2014. Preventive Effects of Broccoli Bioactives: Role on Oxidative Stress and Cancer Risk. *Cancer. Oxidative Stress and Dietary Antioxidants*, P. 115-126, doi.org/10.1016/B978-0-12-405205-5.00011-8.
5. Причко Т.Г., Германова М.Г., Казахмедов Р.Э. Капуста брокколи как источник биологически активных веществ // Научные труды ФГБНУ СКФНЦСВВ. Т. 28. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2020. С. 182-187. doi 10.30679/2587-9847-2020-28-182-187.
6. Владимирова И.М., Кисличенко В.С. Капуста брокколи // Провизор. 2007. № 11. С. 78.

7. Nath A., Mandal S., K. Singh R., Deka B. C., Ngachan S. V., 2015. Ascorbic acid,  $\beta$ -carotene and *antioxidant* activity of *Broccoli* during short-term refrigerated storage. Processing and Impact on Active Components in Food, P. 27-34, doi.org/10.1016/B978-0-12-404699-3.00004-4.

8. Ares A. M., Nozal M. J., Bernal J., 2013. Extraction, chemical characterization and biological activity of broccoli health promoting compounds. 2013. Journal of Chromatography A, 1313 P 78–95 dx.doi.org/10.1016/j.chroma.2013.07.05.

9. Akins S., Romanchik-Cerpovicz J., Cerpovicz P., 2016. Broccolini, a Hybrid of *Broccoli* and Kai-lan, as Compared to *Broccoli*: An Analysis of Vitamin C Content and Consumer Acceptability. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 116, Issue 9, Page A44. doi.org/10.1016/j.jand.2016.06.144.

10. Roy M. K., Juneja L. R., Isobe S., Tsushida T. 2009. Steam processed *broccoli* (*Brassica oleracea*) has higher *antioxidant* activity in chemical and cellular assay systems. Food Chemistry, 114, Issue 1, P. 263-269, doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.050.

11. Naguib A. El-Moniem M, at. El., 2012. Enhancement of phenolics, flavonoids and glucosinolates of Broccoli (*Brassica oleracea*, var. *Italica*) as antioxidants in response to organic and bio-organic fertilizer. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 11, Issue 2, P. 135-142, doi.org/10.1016/j.jssas.2012.03.001.

12. Ramos dos Reis L. C., Ruffo de Oliveira V., Kienzle Hagen M. E., Jablonski A., Oliveira Rios A., 2015. Carotenoids, flavonoids, chlorophylls, phenolic compounds and *antioxidant* activity in fresh and cooked *broccoli* (*Brassica oleracea* var. *Avenger*) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. *Alphina F1*). LWT - Food Science and Technology, 63, Issue 1, P.177-183, doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.089.

13. Raseetha S., Leong S.Y., Burritt D. J., Oey I., 2013. Understanding the degradation of ascorbic acid and glutathione in relation to the levels of oxidative stress biomarkers in broccoli (*Brassica oleracea* L. *italica* cv. *Bellstar*) during storage and mechanical processing. Food Chemistry, 138, P. 1360–1369 doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.126.

14. Moreno D.A., Carvajal M., Lopez-Berenguer C., Garcia-Viguera C., 2006 Chemical and biological characterisation of nutraceutical compounds of broccoli. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 41, P. 1508–1522 doi:10.1016/j.jpba.2006.04.003.

15. Rybarczyk-Plonska A., Hansen M. K, Wold A.-B., Hagen S. F., Bengtsson G. B., 2014. Vitamin C in *broccoli* (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) flower buds as affected by postharvest light, UV-B irradiation and temperature. Postharvest Biology and Technology, 98, P. 82-89, doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.06.017.

16. Koh E., Wimalasiri K. M. S., Chassy A. W., Mitchell A. E., 2009. Content of ascorbic acid, quercetin, kaempferol and total phenolics in commercial *broccoli* Journal of Food Composition and Analysis, 22, Issues 7–8, P. 637-643. doi.org/10.1016/j.jfca.2009.01.019.

17. Kokotou M. G., Revelou P., Pappas C., Constantinou-Kokotou V., 2017. High resolution mass spectrometry studies of sulforaphane and indole-3-carbinol in broccoli. Food Chemistry, 237, P. 566-573. doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.139.

18. Казахмедов Р.Э., Магомедова М.А. Растения брокколи на ранних этапах развития как источник сырья для производства БАД // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 3 (35). С. 35-40.

19. Webb G. P. Dietary Supplements and Functional Foods // Blackwell Publishing Ltd., Oxford, 2006, 1-120. DOI:10.1111/j.1467-789X.2007.00278.

20. СТО 00668034-025-2011 Методы оценки массовой концентрации фруктозы, глюкозы и сахарозы в биологических объектах и продуктах переработки плодов и винограда посредством капиллярного электрофореза». Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2011. 25 с.

21. Причко Т.Г., Чалая Л.Д., Германова М.Г., Смелик Т.Л. Модификационная методика определения общих полифенолов в плодах, ягодах и продуктах переработки // Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству: сб. науч. тр. Краснодар, ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. С. 260-263.

22. Определение пектиновых веществ колориметрическим методом // Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1988. С.115-120.

23. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству / Под ред. Е.А. Егорова. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2010. С. 273-295.

24. Яшин А.Я., Яшин Я.И., Черноусова Н.И., Пахомов В.П. Новый прибор для определения антиоксидантов в лекарственных препаратах, БАДах, пищевых продуктах и напитках, экстрактах Цвет Яуза-01-АА. М: НПО «Химавтоматика», 2005. С. 82-87.

### References

1. Pennington J.A., Fisher R.A., 2010. Food component profiles for fruit and vegetablesub groups. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, P.411–418.

2. Asensi-Fabado M., Munne-Bosch S., 2010. Vitamins in plants: occurrence, biosynthesis and antioxidant function. *Trends in Plant Science*, 15. No.10. P.582-592.

3. Nagraj G. S, Chouksey A., Jaiswal S., Jaiswal A. K., 2020. Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables, P. 5-17, doi.org/10.1016/B978-0-12-812780-3.00001-5.

4. Riso P., Del Bo C., Vendrame S., 2014. Preventive Effects of Broccoli Bioactives: Role on Oxidative Stress and Cancer Risk. *Cancer. Oxidative Stress and Dietary Antioxidants*, P. 115-126, doi.org/10.1016/B978-0-12-405205-5.00011-8.

5. Prichko T.G., Germanova M.G., Kazahmedov R.E. Kapusta brokkoli kak istochnik biologicheskiiaktivnyh veshchestv // Nauchnye trudy FGBNU SKFNCSVV. T. 28. Krasnodar: FGBNU SKFNCSVV, 2020. S. 182-187. doi 10.30679/2587-9847-2020-28-182-187.

6. Vladimirova I.M., Kislichenko V.S. Kapusta brokkoli // *Provizor*. 2007. № 11. S. 78.

7. Nath A., Mandal S., K. Singh R., Deka B. C., Ngachan S. V., 2015. Ascorbic acid,  $\beta$ -carotene and antioxidant activity of Broccoli during short-term refrigerated storage. *Processing and Impact on Active Components in Food*, P. 27-34, doi.org/10.1016/B978-0-12-404699-3.00004-4.

8. Ares A. M., Nozal M. J., Bernal J., 2013. Extraction, chemical characterization and biological activity of broccoli health promoting compounds. 2013. *Journal of Chromatography A*, 1313 R 78–95 dx.doi.org/10.1016/j.chroma.2013.07.05.

9. Akins S., Romanchik-Cerpovicz J., Cerpovicz P., 2016. Broccolini, a Hybrid of Broccoli and Kailan, as Compared to Broccoli: An Analysis of Vitamin C Content and Consumer Acceptability. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116, Issue 9, Page A44. doi.org/10.1016/j.jand.2016.06.144.

10. Roy M. K., Juneja L. R., Isobe S., Tsushida T. 2009. Steam processed broccoli (*Brassica oleracea*) has higher antioxidant activity in chemical and cellular assay systems. *Food Chemistry*, 114, Issue 1, P. 263-269, doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.050.

11. Naguib A. El-Moniem M, at. El., 2012. Enhancement of phenolics, flavonoids and glucosinolates of Broccoli (*Brassica oleracea*, var. *Italica*) as antioxidants in response to organic and bio-organic fertilizer. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 11, Issue 2, P. 135-142, doi.org/10.1016/j.jssas.2012.03.001.

12. Ramos dos Reis L. C., Ruffo de Oliveira V., Kienzle Hagen M. E., Jablonski A., Oliveira Rios A., 2015. Carotenoids, flavonoids, chlorophylls, phenolic compounds and antioxidant activity in fresh and cooked broccoli (*Brassica oleracea* var. Avenger) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. Alphina F1). LWT - Food Science and Technology, 63, Issue 1, P.177-183, doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.089.

13. Raseetha S., Leong S.Y., Burritt D. J., Oey I., 2013. Understanding the degradation of ascorbic acid and glutathione in relation to the levels of oxidative stress biomarkers in broccoli (*Brassica oleracea* L. italica cv. Bellstar) during storage and mechanical processing. Food Chemistry, 138, P. 1360–1369 doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.126.

14. Moreno D.A., Carvajal M., Lopez-Berenguer C., Garcia-Viguera C., 2006 Chemical and biological characterisation of nutraceutical compounds of broccoli. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 41, P. 1508–1522 doi:10.1016/j.jpba.2006.04.003.

15. Rybarczyk-Plonska A., Hansen M. K., Wold A.-B., Hagen S. F., Bengtsson G. B., 2014. Vitamin C in broccoli (*Brassica oleracea* L. var. italica) flower buds as affected by postharvest light, UV-B irradiation and temperature. Postharvest Biology and Technology, 98, P. 82-89, doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.06.017.

16. Koh E., Wimalasiri K. M. S., Chassy A. W., Mitchell A. E., 2009. Content of ascorbic acid, quercetin, kaempferol and total phenolics in commercial broccoli Journal of Food Composition and Analysis, 22, Issues 7–8, P. 637-643. doi.org/10.1016/j.jfca.2009.01.019.

17. Kokotou M. G., Revelou P., Pappas C., Constantinou-Kokotou V., 2017. High resolution mass spectrometry studies of sulforaphane and indole-3-carbinol in broccoli. Food Chemistry, 237, P. 566-573. doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.139.

18. Kazahmedov R.E., Magomedova M.A. Rasteniya brokkoli na rannih etapah razvitiya kak istochnik syr'ya dlya proizvodstva BAD // Problemy razvitiya APK regiona. 2018. № 3 (35). S. 35-40.

19. Webb G. P. Dietary Supplements and Functional Foods // Black-well Publishing Ltd., Oxford, 2006, 1-120. DOI:10.1111/j.1467-789X.2007.00278.

20. STO 00668034-025-2011 Metody ocenki massovoj koncentracii fruktozy, glyukozy i saharozy v biologicheskikh ob"ektah i produktah pererabotki plodov i vinograda posredstvom kapillyarnogo elektroforeza». Krasnodar: GNU SKZNIISiV, 2011. 25 s.

21. Prichko T.G., Chalaya L.D., Germanova M.G., Smelik T.L. Modifikacionnaya metodika opredeleniya obshchih polifenolov v plodah, yagodah i produktah pererabotki // Metodicheskoe i analiticheskoe obespechenie issledovanij po sadovodstvu: sb. nauch. tr. Krasnodar, GNU SKZNIISiV, 2010. S. 260-263.

22. Opredelenie pektinovyh veshchestv kolorimetrichestkim metodom // Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur. M.: Kolos, 1988. S. 115-120.

23. Metodicheskoe i analiticheskoe obespechenie issledovanij po sadovodstvu / Pod red. E.A. Egorova. Krasnodar: SKZNIISiV, 2010. S. 273-295.

24. Yashin A.Ya., Yashin Ya.I., Chernousova N.I., Pahomov V.P. Novyj pribor dlya opredeleniya antioksidantov v lekarstvennyh preparatov, BADah, pishchevyh produktah i naitkah, ekstraktah Cvet Yauza-01-AA. M: NPO «Himavtomatika», 2005. S. 82-87.