

КАПУСТА БРОККОЛИ КАК ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Причко Т.Г., д-р с.-х. наук, Германова М.Г.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
(Краснодар)*

Казахмедов Р.Э., д-р биол. наук

*Дагестанская селекционная опытная станция виноградарства и овощеводства – филиал
Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский
федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
(Дербент)*

Реферат. Представлены результаты изучения химического состава капусты брокколи 3 сортов, произрастающих в условиях Дагестана. Установлены сортовые различия в содержании сахаров (в том числе глюкозы, фруктозы, сахарозы), органических и аминокислот, витаминов С, Р, РР, Е, фотопигментов, пектиновых и минеральных веществ. Показано, что капуста брокколи является диетическим продуктом с незначительным содержанием сахарозы и обладает лечебно-профилактическими качествами благодаря высокому содержанию биологически активных веществ: витаминов, пектина и минеральных веществ.

Ключевые слова: брокколи, сорт, химический состав, биологически активные вещества, витамины.

Summary. The results the chemical composition studying of 3 varieties of broccoli cabbage growing under the conditions of Daghestan are presented. Varietal differences were found in the content of sugars (including glucose, fructose, sucrose), organic and amino acids, vitamins C, P, PP, E, photopigments, pectin and mineral substances. It has been shown that broccoli cabbage is a dietary product with a low sucrose content of therapeutic and prophylactic qualities due to high content of biologically active substances: vitamins, pectin and minerals.

Key words: broccoli, variety, chemical composition, biologically active substances, vitamins

Key words: broccoli, variety, chemical composition, biologically active substances, vitamins

Введение. Диетологи сегодня отмечают тенденцию изменения структуры питания россиян в сторону дисбаланса основных компонентов рациона: недостаточное потребление витаминов, макро - и микроэлементов, пищевых волокон на фоне избыточного поступления животных жиров [1]. Эффективным способом кардинального улучшения обеспеченности населения биологически полноценными продуктами питания является регулярное включение в рацион достаточного количества свежих овощей и фруктов с высоким содержанием природных антиоксидантов – витаминов С, Р, Е, полифенольных веществ, клетчатки [2, 3].

Особое место среди овощных культур занимает капуста брокколи, которая пользуется возрастающим спросом потребителей благодаря высоким лечебно-профилактическим и диетическим качествам. Это однолетнее растение, разновидность цветной капусты с более рыхлой головкой зеленого или фиолетового цвета. У нее съедобны также и мягкие, сочные стеблевые побеги. После съема основных головок, она начинает обрастать новыми

пазушными [4]. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Российской Федерации, включено 50 сортов и гибридов капусты брокколи.

По литературным данным, брокколи значительно богаче биологически активными веществами, чем цветная и белокочанная капуста. Важнейшими биологически активными соединениями являются сульфорафан и индол-3-карбинол, предупреждающий развитие рака на молекулярном уровне. По содержанию минеральных элементов брокколи занимает ведущее место не только среди других видов капусты, но и среди овощных культур. Поэтому ряд ценных свойств брокколи, из которых наиболее значимым является способность накапливать в 2-3 раза больше витаминов *C* и *E*, в сравнении с белокочанной капустой, богатый минеральный состав (калий – 370-490 мг/100 г, кальций – 47-105 мг/ 100 г, фосфор – до 80 мг/100 г) делает ее ценным продуктом питания [5, 6].

Однако, химический состав брокколи недостаточно изучен, поэтому задачей исследований было изучение содержания биологически активных веществ и других компонентов, обуславливающих лечебно-профилактическую ценность этой культуры.

Объекты и методы исследований. В исследовании находились 3 образца капусты брокколи сортов Маратон, Самсон и Партенон, произрастающие в условиях Республики Дагестан. Определение показателей химического состава проводили с использованием титриметрических, фотометрических, спектрофотометрических методов анализа по стандартным методикам [7]: сахара по ГОСТ 8756.13-87, кислоты по ГОСТ ISO 750-2013; клетчатка по ГОСТ 31675; хлорофилл *a* и *b* в ацетоновом экстракте спектрофотометрическим методом [8]; витамин *C* ускоренным методом по А.И. Ермакову [9]; витамин *P* по методике Л.И. Вигорова [10]; пектиновые вещества карбазольным методом [11]; аминокислоты и минеральные вещества методом капиллярного электрофореза с использованием оборудования ЦКП «Приборно-аналитический» [12].

Обсуждение результатов. Вкусовые качества и лечебные свойства капусты брокколи обусловлены содержанием сахаров, органических и аминокислот, витаминов, пектиновых и минеральных веществ. Преобладающая часть сухих веществ брокколи – это углеводы: сахара, клетчатка, пектин. Исследования показали, что содержание сахаров варьирует в пределах 3,5-5,0 %, в зависимости от сортовых особенностей. Наибольшее содержание общих сахаров в основных головках у сорта брокколи Маратон – 5,0 %, наименьшее (3,52 %) – у сорта Пантенон. Накопление сахаров в основных и пазушных головках варьирует незначительно (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание сахаров и органических кислот капусты брокколи, 2019 г.

Сорт	Побеги	Головки		Кочерыжки	
		Сахар общий, %	Кислотность, %	Сахар общий, %	Кислотность, %
Маратон	основные	5,0	0,53	8,28	0,33
	пазушные	4,61	0,68	9,9	0,36
Самсон	основные	4,09	0,52	6,7	0,30
	пазушные	4,13	0,70	6,75	0,31
Пантенон	основные	3,52	0,60	6,9	0,33
	пазушные	3,7	0,64	7,04	0,34

Кислотность брокколи варьирует от 0,52 до 0,70 % в зависимости от сорта, причём пазушные головки отличаются более высокими показателями. Кислотность кочерыжек в 2 раза ниже.

На примере сорта Маратон проведен расширенный анализ химического состава брокколи: фракционный состав сахаров, содержание клетчатки, витаминов E, PP. Сахара как в основных головках брокколи, так и в кочерыжках представлены преимущественно глюкозой, что обуславливает диетические свойства капусты (рис. 1).

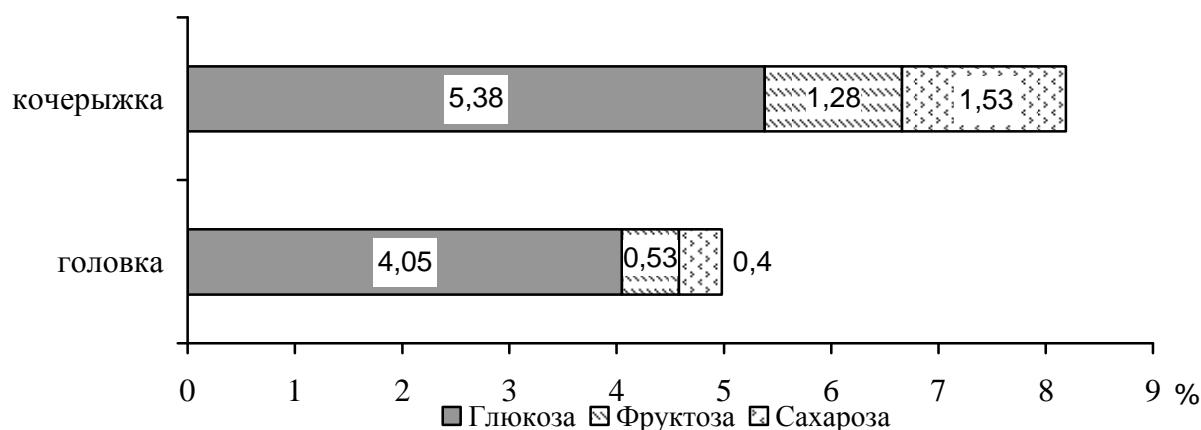


Рис.1. Фракционный состав сахаров капусты брокколи, сорт Маратон

При рассмотрении ценности брокколи очень важно учитывать наличие клетчатки (целлюлозы), которая не усваивается организмом человека, но влияет на процессы пищеварения. Установлено, что брокколи содержит более чем в два раза больше клетчатки, чем белокочанная капуста: сорт Маратон 2,60-2,76 %, сорт Самсон 2,5-2,72 %.

Высокоценным компонентом брокколи признаны сложные углеводы (полисахариды), в частности группа пектиновых веществ, способные выводить из организма соли тяжелых металлов. Пектин, в количестве 0,76-0,87 % в зависимости от сортовых особенностей (рис. 2), способствует формированию лечебно-профилактических качеств капусты брокколи.

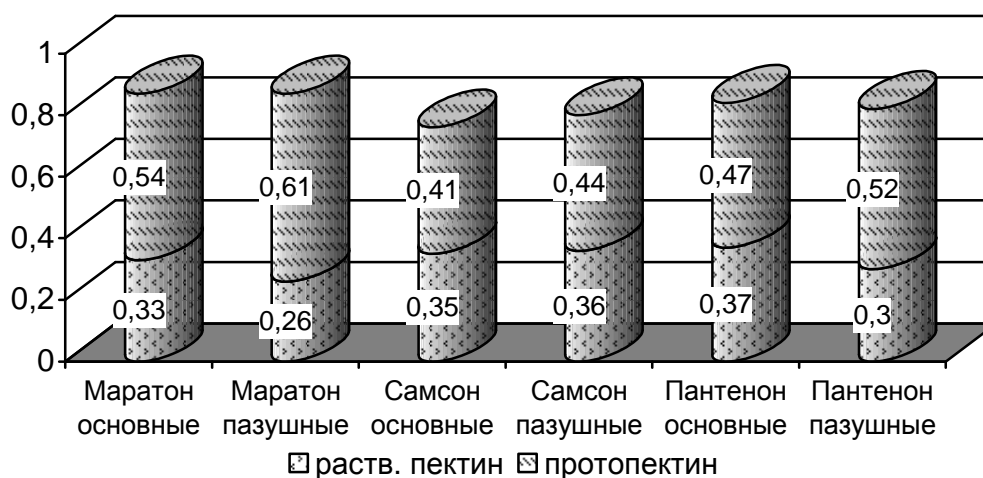


Рис. 2. Содержание пектиновых веществ в разных частях побегов брокколи в зависимости от сорта, %

Биологически активные вещества брокколи – это витамины: *C*, *PP*, *E*, важнейшей функцией которых является антиоксидантное действие на организм человека. Эти витамины относятся к микронутриентам – веществам, содержащимся в незначительных количествах (миллиграммах) и являющимся незаменимыми (эссенциальными), так как они не образуются в организме человека.

Витамин *C* (аскорбиновая кислота) участвует в окислительно-восстановительных реакциях, функционировании иммунной системы человека, способствует усваиванию железа. Установлено, что содержание витамина *C* самое высокое в головках брокколи, как в органах с высокой синтетической активностью (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание витамина *C* в капусте брокколи, мг/100 г, 2019 г.

Орган Сорт	Головки		Кочерыжки	
	основные	пазушные	основные	пазушные
Самсон	195,4	176,0	158,0	148,8
Маратон	154,0	198,8	128,5	132,0
Пантенон	158,1	177,8	135,5	163,8

Витамин *E* (альфа токоферол) – главный жирорастворимый антиоксидант, являющийся эффективным иммуномодулятором. Витамин *PP* (ниацин) содержится в основном в виде никотиновой кислоты и входит в состав окислительно-восстановительных ферментов, участвующих в процессах клеточного дыхания, выделения энергии из углеводов и жиров, обмене белков. Ниацин влияет на высшую нервную деятельность и функции всех органов пищеварения, на обмен холестерина и образование эритроцитов, сердечно-сосудистую систему.

Изучение особенностей накопления витаминов в различных органах (головка, стебли, кочерыжки) и побегах (основные, пазушные) капусты показало, что содержание витаминов *E* и *PP* как в основных, так и в пазушных головках превосходит в 2-3 раза таковое во всех других видах капусты, накапливая их даже в съедобной части кочерыжки. Количество витамина *P* в брокколи незначительное (табл. 3).

Таблица 3 – Содержание витаминов в капусте брокколи, сорт Маратон, мг/100 г, 2019 г.

Орган Побег	Головки		Стебли		Кочерыжки	
	основные	пазушные	основные	пазушные	основные	пазушные
Витамин <i>P</i>	4,20	6,90	менее 1,2	менее 1,2	менее 1,2	менее 1,2
Витамин <i>PP</i>	3,46	2,88	–		2,40	2,10
Витамин <i>E</i>	3,60	3,45	–	-	1,75	1,38

Известно, что углеводы в растениях образуются в процессе фотосинтеза, и из них затем синтезируются все остальные органические вещества. Зеленые овощи, благодаря присутствию хлорофилла, способны сами синтезировать часть углеводов. Содержание фотопигментов в брокколи незначительно варьирует в зависимости от сортовых особенностей и видов побегов (основных и пазушных) (табл. 4).

Таблица 4 – Содержание фотопигментов в капусте брокколи, мг/100 г, 2019 г.

Сорт Побег	Маратон		Самсон		Пантенон	
	основные	пазушные	основные	пазушные	основные	пазушные
Хлорофилл <i>a</i>	9,85	8,35	9,88	8,54	9,91	8,0
Хлорофилл <i>b</i>	50,9	51,1	48,8	50,5	49,4	53,2

Капуста брокколи, как и многие овощи, является источником не только разнообразных органических, но также и минеральных соединений, играющих важную роль в обмене веществ. Эти вещества находятся в виде хорошо усваиваемых солей, а также частично входят в состав высокомолекулярных органических соединений в виде химических элементов, например: магний – в состав зелёного пигмента хлорофилла, фосфор – в состав белков и ферментов.

Среди макроэлементов в составе брокколи следует отметить калий, необходимый для работы мышцы сердца, уровень которого в 2 раза превышает его содержание в белокочанной капусте. Кальций (43,4 мг/100 г) и фосфор (54,8 мг/100 г) обеспечивают функционирование костной и мозговой тканей. Уровень магния – структурного компонента ряда ферментов – превышает его содержание в белокочанной капусте на четверть. Также брокколи богата микроэлементом железом, участвующим в кроветворении. Отмечено повышенное содержание всех минеральных веществ в основных головках капусты брокколи в сравнении с пазушными и кочерыжками (табл. 5).

Таблица 5 – Минеральный состав капусты брокколи, сорт Маратон, мг/100 г, 2019 г.

Элемент	Головки		Кочерыжки	
	основные	пазушные	основные	пазушные
Калий	321,9	186,9	59,6	55,1
Натрий	14,6	7,3	4,7	3,9
Кальций	43,4	32,7	16,3	17,5
Магний	20,3	12,5	2,5	2,2
Фосфор	54,8	57,0	40,1	34,0
Железо	0,56	0,58	0,52	0,55

Брокколи является ценным источником незаменимых аминокислот (треонин, валин, метионин, лейцин), которые в организме человека не синтезируются. Всего идентифицировано 10 аминокислот, их количественное содержание обусловлено сортовыми особенностями и варьирует от 194,6 до 198,0 мг/100 г. Наибольшее количество аминокислот отмечено у сорта брокколи Самсон (табл. 6).

Таблица 6 – Аминокислотный состав капусты брокколи, мг/100 г, 2019 г.

Аминокислоты	Сорт		
	Маратон	Сорт Самсон	Сорт Пантенон
1	2	3	4
<i>Незаменимые</i>			
Валин	2,28	9,2	10,6
Лейцин	4,69	6,1	6,9
Метионин	0,99	12,3	12,7
Треонин	48,8	52,0	62,1

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
<i>Заменяемые</i>			
Аланин	17,3	29,9	30,9
Аргинин	0,2	2,2	2,9
Гистидин	1,0	1,4	1,6
Глицин	43,2	33,6	12,6
Серин	25,8	28,3	33,3
Пролин	20,6	23,0	23,2
ИТОГО	194,6	198,0	196,8

Выводы. Таким образом, капуста брокколи всех изучаемых сортов – прекрасный диетический продукт, являющийся источником эссенциальных микронутриентов: витаминов С (198,8-1454,0 мг/100 г); РР (2,88-3,46 мг/100 г); Е (3,45-3,6 мг/100 г); аминокислот (194,6-198,0 мг/100 г), в том числе 4 незаменимых; минеральных веществ: калия (186,9-321,9 мг/100 г), магния (12,5-20,3 мг/100 г), кальция (32,7-43,4 мг/100 г), фосфора (54,8-57,0 мг/100 г) железа (0,56-0,58 мг/100 г); сахаров (3,52-5,0 %), представленных в основном глюкозой, и пектина (0,76-0,87 %).

Литература

1. Тутельян В.А., Спиричев В.Б., Суханов Б.П., Кудашева В.А Микронутриенты в питании здорового и больного человека. М.: ДеЛи-принт, 2002. 206 с.
2. Пивоваров В.Ф., Старцев В.И. Капуста, её виды и разновидности. М: ВНИИССОК, 2005. 192 с.
3. Причко Т.Г., Германова М.Г., Смелик Т.Л. Товарные качества и химический состав ягод земляники селекции СКФНЦСВВ // Плодоводство и виноградарство юга России. [Электронный ресурс]. 2019. № 58(4). С 104-113 URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/19/04/09.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-4-58-104-113
4. Владимирова И.М., Кисличенко В.С. Капуста брокколи // Провизор. 2007. № 11. С. 78
5. Бунин М.С., Кононков П.Ф., Гинс В.К. Овощи как продукт функционального назначения. Мичуринск: Изд. МичГАУ, 2007. 80 с.
6. Старцева Л.В., Старцев С.В., Старцев В.И. Ускоренное получение растений регенератов брокколи // Картофель и овощи. 2004. № 12. С. 32-35
7. Продукты переработки плодов и овощей. Методы анализа. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. – 200 с.
8. Методы биохимического анализа растений / под ред. В.В. Полевого. Ленинград: Изд-во ЛГУ. 1978. С. 97-99.
9. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.Е. Арасимович, М.И. Смирнова – Иконникова [и др.]. Л.: Колос, 1972. 456 с.
10. Вигоров Л.И. Метод определения Р-активных веществ // Труды III семинара по БАВ. Свердловск, 1972. - 362 с.
11. Определение пектиновых веществ колориметрическим методом // Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1988. С.115 -120.
12. Комарова Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель». СПб.: Веда, 2006. 212 с.