

УДК 635.356:664.8

DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-51-56

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИЙ ПРОДУКТ ПЕРЕРАБОТКИ БРОККОЛИ



DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY AND REGULATORY DOCUMENTATION ON PROCESSED BROCCOLI PRODUCT

Крячко Т.И.¹ – аспирант кафедры «Технологии переработки зерна, хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств»

Малкина В.Д.¹ – доктор техн. наук, проф. кафедры «Технологии переработки зерна, хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств»

Голубкина Н.А.² – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник лабораторно-аналитического испытательного центра

Павлов Л.В.² – доктор с.-х. наук, профессор, зав. лаб. стандартизации, нормирования и метрологии

Бондарева Л.Л.² – доктор с.-х. наук, зав. лаб. селекции и семеноводства капустных культур

Kryachko T.I.¹, Postgraduate Student in Faculty of Wheat grain Processing, Baking, Pasta, Candy Production

Malkina V.D.¹, Doctor of Sciences, Professor in Faculty of Wheat grain Processing, Baking, Pasta, Candy Production

Golubkina N.A.², Doctor of Sciences, Principal Researcher, Analytic Center

Pavlov L.V.², Doctor of Sciences, Principal Researcher, Laboratory of Standardization, Rates and Metrology

Bondareva L.L.², Doctor of Science, Head of Laboratory of Brassica Crop Breeding and Seed Production

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)» 109004, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 73 E-mail: tciganova@yandex.ru

¹ Federal State Educational Institute of Higher Education «K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (The First Cossack University)» Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, E-mail: tciganova@yandex.ru

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» 143080, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14 E-mail: vniissok@mail.ru

² FSBSI, Federal Scientific Vegetable Centre Selectionaya St. 14, VNISSOK, Odintsovo region, Moscow oblast, 143072, Russia E-mail: vniissok@mail.ru

Цель данных исследований заключалась в разработке эффективной технологии получения порошков из свежей капусты брокколи; установлении возможности использования брокколи отечественного производства как импортозамещающего продукта; разработке нормативной документации на порошки брокколи для использования в пищевой промышленности. Исследования проводили совместно с представителями ФГБНУ ВНИИССОК на экспериментальной базе в посевной период 2016 года. К исследованиям принята капуста брокколи: отечественный сорт Тонус (селекции ФГБНУ ВНИИССОК) и гибрид Маратон F₁ (производитель Франция), различающиеся по внешним признакам, продолжительности вегетации, биохимическим и физическим характеристикам. Технология порошков брокколи из сырья отечественного и импортного производств осуществлена с применением двух способов сушки – конвективной и лиофильной. Щадящие условия высушивания свежего продукта при лиофильной сушке обеспечивали повышенное содержание в конечном порошке как витамина С, так и полифенолов по сравнению с порошками конвективной сушки. Сравнительными исследованиями органолептических и физико-химических свойств порошков, полученных из сырья разного происхождения, установлены близкие показатели качества, что является обоснованием для использования отечественного сырья в качестве импортозамещающего. Впервые в Российской Федерации разработан «Стандарт организации», призванный регламентировать показатели качества порошков брокколи, предназначенных для использования в пищевой промышленности.

Ключевые слова: стандарт, брокколи, сушка, сублимация, конвекция, порошок, качество, импортозамещение.

Для цитирования: Крячко Т.И., Малкина В.Д., Голубкина Н.А., Павлов Л.В., Бондарева Л.Л. Разработка технологии и нормативной документации на импортозамещающий продукт переработки брокколи. *Овощи России*. 2017;(5):51-56. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-51-56

The aim of the present investigation was development of an efficient technology for obtaining powders from fresh broccoli; determination of the possibility of using domestic production of broccoli as an import-substituting product; development of regulatory documentation for broccoli powders for the food industry. The research was carried out jointly with the representatives of the Federal Scientific center of vegetable production on an experimental basis in 2016. The domestic Tonus variety of broccoli (Federal Scientific center of vegetable production) and the Maraton F₁ hybrid (France), differing in appearance, vegetative period, biochemical and physical characteristics were chosen. Technology of broccoli powder production from domestic and imported products was developed using two methods of drying - convection and lyophilization. The gentle drying conditions of broccoli freeze drying compared to convective drying technology provided higher content of both vitamin C and polyphenols in the final powder. Comparative studies of organoleptic and physico-chemical properties of powders obtained from domestic and imported broccoli demonstrated close quality parameters, indicating the possibility of effective domestic broccoli utilization and import substitution. For the first time in the Russian Federation, the "Organization Standard" was developed for regulation of the quality parameters of broccoli powders intended for use in the food industry.

Keywords: standard, broccoli, drying, lyophilisation, convection, powder, quality, import substitution.

For citation: Kryachko T.I., Malkina V.D., Golubkina N.A., Pavlov L.V., Bondareva L.L. Development of technology and regulatory documentation on processed broccoli product. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(5):51-56. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-51-56

В мировом объеме потребления свежих овощей капуста занимает значительное место. Этому способствуют высокие концентрации полезных веществ, таких как витамин С, полифенолы, серосодержащие соединения антиканцерогенного действия (изотиоцианаты), белки, минералы, которые необходимы для удовлетворения физиологических потребностей организма человека. Ценность капустных культур заключается в их высокой урожайности, транспортабельности и способности сохранять качественные показатели при хранении.

В настоящее время в Российской Федерации обеспечение населения овощами, по официальной статистике Министерства сельского хозяйства, происходит благодаря товарному производству сырья акционерными организациями, фермерскими и личными хозяйствами. По производству капусты Россия занимает третье место в мире, преимущественно это достигается за счет капусты белокочанной. Овощные культуры семейства капустных и продукты их переработки являются перспективным сырьем в производстве биологически активных добавок вследствие высокой пищевой ценности.

Особое внимание заслуживает капуста брокколи (*Brassica oleracea* var. *botrytis* Duch), завоевавшая в мире наибольшую популярность благодаря уникальному химическому составу. Родиной этого растения принято считать Южную Италию [1].

Брокколи является хорошим источником витаминов (С и К), полифенолов (преимущественно кверцетина и кемпферола), белка, сульфорафана и индол-3-карбинола, а также калия, кальция, железа и марганца. Свежая брокколи содержит около 90% воды, низкокалорийная, обеспечивает организму 34 ккал/100 г. Углеводы капусты состоят из пищевых волокон и моносахаридов. В 100 г брокколи содержится около 3% частиц, не перевариваемых пищеварительными ферментами организма, удовлетворяя физиологические потребности в пищевых волокнах взрослого населения на 15% [2]. Эпидемиологические исследования показывают, что рацион, богатый капустными овощами, включая брокколи, играет важную роль для жизнедеятельности человека, защищает от возникновения и развития ряда онкологических заболеваний [3]. Важнейшими биологически активными соединениями растений семейства капустных являются изотиоцианаты, способные влиять на ферменты печени, останавливать воспалительные процессы, повышать иммунитет и замедлять развитие раковых клеток [4]. Среди изотиоцианатов в брокколи преобладает сульфорафан, предупреждающий развитие рака на молекулярном уровне, в частности, снижая оксидантный стресс [5]. Брокколи используют как основной компонент для изготовления лекарственных комплексов отечественного и зарубежного производства: «Мастофит Эвалар», «Индол Форте Эвалар», «Defense Maintenance», «Grapine» и другие [6]. В

Таблица 1. Удовлетворение физиологической потребности взрослого населения в макро- и микроэлементах при употреблении брокколи

Наименование макро- и микроэлементов	Содержание, массовая доля на 100 г брокколи, мг	Физиологическая потребность мг/сутки	Удовлетворение суточной потребности, %
Макроэлементы			
Фосфор	87	800	10,9
Калий	370	2500	14,8
Магний	22	400	5,5
Кальций	556	1000	55,6
Микроэлементы			
Марганец	0,2	2	10
Медь	0,02	1	2
Цинк	0,6	12	5
Железо	1,7	10	17
Йод	2 мкг/кг	150 мкг/сутки	1,3

Таблица 2. Удовлетворение физиологической потребности взрослого населения в витаминах при употреблении брокколи

Наименование витамина	Содержание, массовая доля на 100 г брокколи, мг	Физиологическая потребность мг/сутки	Удовлетворение суточной потребности, %
Витамин В ₁ (тиамин)	0,1	1,5	6,7
Витамин В ₂ (рибофлавин)	0,06	1,8	3,3
Витамин В ₃ (ниацин)	0,9	20	4,5
Витамин В ₆ (пиридоксин)	0,14	2,0	7
Витамин А (каротин)	0,575	5	11,5
Витамин С (аскорбиновая кислота)	87	90	96,7
Витамин Е (токоферол)	1,30	15	8,7
Витамин В ₉ (фолиевая кислота)	90 мкг	400 мкг/сутки	22,5
Витамин К (филлохинон)	242 мкг	120 мкг/сутки	201,7

то же время установлено, что синергизм действия различных биологически активных соединений, присутствующих в брокколи, эффективнее проявляется в свежем продукте, по сравнению с употреблением БАД на основе брокколи [7].

Высокая антиоксидантная активность брокколи определяется также интенсивным синтезом в растении витамина С, при этом именно брокколи характеризуется наибольшим уровнем витамина среди всего семейства *Brassica* [8,9,10].

Указанные выше перечисленные факторы позволяют отнести капусту брокколи к продуктам функционального назначения [11].

На основании Методических рекомендаций МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» и лабораторных исследований ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур» рассчитана степень удовлетворения физиологической потребности взрослого населения страны в макро- и микроэлементах (табл. 1), витаминах (табл. 2) от употребления брокколи [2].

Представляется очевидным, что брокколи является хорошим источником кальция для организма человека (более 55% от суточной потребности в элементе из 100 г брокколи), железа (17%), калия (около 15%), фосфора (около 11%) и марганца (около 10%).

Среди витаминов выделяются витамин С, содержание которого в 100 г брокколи практически равно суточной потребности данного органического вещества, витамин К, обеспечивающий его двукратный избыток, и фолиевая кислота, содержание которой достигает почти 23% от суточной потребности.

В настоящее время в Российскую Федерацию капуста брокколи поступает от зарубежных производителей, качество которой неоднородно и возможно содержит небезопасные ингредиенты. Объем ввозимой капусты незначителен и не удовлетворяет растущим потребностям населения. В связи с этим возникает необходимость осуществления замены импортной продукции на отечественные культуры. Учитывая природно-климатические условия страны, возникают трудности в полноценном использовании свежесобранного растительного сырья, поэтому актуальным стало изучение полезных свойств капусты брокколи и продуктов ее переработки.

Целью данных исследований является:

- разработка эффективной технологии порошков из свежей капусты брокколи;
- установление возможности использования брокколи отечественного производства как импортозамещающего продукта;
- разработка нормативной документации на порошки брокколи для использования в пищевой промышленности.

Материалы и методы

Исследования проводили совместно с представителями ФГБНУ ВНИИССОК на экспериментальной базе в посевной период 2016 года. К исследованиям принята капуста брокколи: отечественный сорт Тонус (селекции ФГБНУ ВНИИССОК) и гибрид Маратон F₁ (производитель Франция), различающиеся по внешним признакам, продолжительности вегетации, биохимическим и физическим характеристикам.

Сорт Тонус – раннеспелый. Период вегетации 60-90 суток. Размер листа маленький с черешком, по цвету темно-зеленый с голубизной и с восковым налетом. Ткань листа слабоморщинистая и слаболокнистая. Плодовое соцветие среднеплотное, диаметром 5-8 см, массой 160-250 г. Вкус плода хороший. Количество продукции растениеводства составляет 1,6-2,2 кг/м² (рис. 1).

Гибрид Маратон F₁ – период вегетации около 80 суток. Центральное соцветие шарообразное, наружная поверхность гладкая с небольшими выступами и очень уплотненная. Продуктивность высокая – с гектара можно собрать 36-40 т плодов. Маратон F₁ неприхотлив к почвам, допускает разнообразие методик возделывания и приспособлен к механизированным приемам агротехники. Плоды имеют отличный вкус, могут употребляться и храниться как свежесобранными, так и подвергнутыми термообработке и замораживанию (рис. 2).



Рис. 1. Брокколи сорт Тонус.

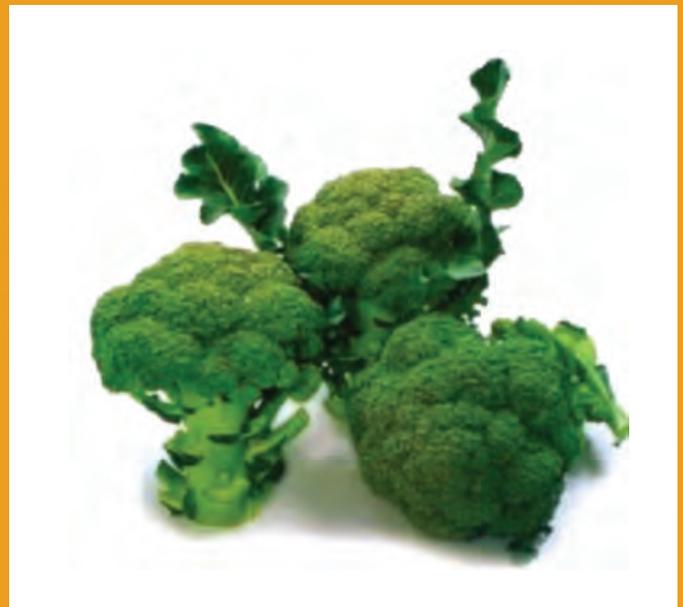


Рис. 2. Гибрид брокколи Маратон F₁.



Таблица 3. Органолептические показатели качества брокколи свежей и порошков брокколи

Наименование показателей	Брокколи свежая		Порошок брокколи конвективной сушки		Порошок брокколи лиофильной сушки	
	Сорт Тонус	Маратон F ₁	Сорт Тонус	Маратон F ₁	Сорт Тонус	Маратон F ₁
Внешний вид	плодовое соцветие среднеплотное, листья маленькие	соцветие шарообразное, наружная поверхность гладкая с небольшими выступами	порошкообразный	порошкообразный	мелко-дисперсный	мелко-дисперсный
Цвет	темно-зеленый с голубизной и с восковым налетом	темно-зеленый	желто-зеленый	желто-зеленый	оливковый	салатовый
Вкус	свойственный данному ботаническому сорту	свойственный данному ботаническому сорту	сладковатый с ароматом брокколи	соответствует брокколи	сладковатый, имеющий капустный оттенок	сладковатый
Запах	свойственный данному ботаническому сорту	свойственный данному ботаническому сорту	менее выраженный	менее выраженный	натурального сырья ярко-выраженный	натурального сырья ярко-выраженный
Консистенция	среднеплотная	очень уплотненная	однородная	однородная	сыпучая	сыпучая

Две ботанические культуры: сорт Тонус и гибрид Маратон F₁ выращивали в открытом грунте рассадным способом в одинаковых условиях. Семена располагали по схеме 70 см рядами с последующим прореживанием, оставляя промежутки между растениями 20-30 см. Для посева семян применяли специальные сеялки. Использовали общепринятую агротехнику.

Для подготовки свежей брокколи к выработке порошков, соцветия промывали водой, естественно удаляли поверхностную влагу для последующей искусственной сушки. Применяли два способа сушки: конвективный и лиофильный. При конвективном способе сушку проводили в течение 24 часов в сушильном шкафу ШСП-0,25-500 с принудительной циркуляцией воздуха при температуре 70 °С. Леофильная (сублимационная) сушка предусматривает высушивание замороженных компонентов под вакуумом и состоит из следующих стадий: замораживание сырого сырья и сушка продукта. Мелко нарезанные кусоч-

ки соцветий брокколи охлаждали в течение 6 часов при температуре -40 °С, после чего помещали в камеру для вакуумной сушки при температуре 50-60 °С.

Полученную по двум способам брокколи сушеную гомогенизировали с помощью блендера для получения порошкообразного полуфабриката разных категорий для последующего использования.

Содержание сухого вещества в свежей капусте брокколи определяли методом высушивания навески до постоянной массы при температуре 70 °С.

Уровень витамина С устанавливали методом визуального титрования реактивом Тиллманса (2,6-дихлорфенол индофенолят натрия) [12].

Содержание полифенолов регистрировали спектрофотометрически с использованием реактива Фолина [13] на спектрофотометре Unicо 2804 UV (USA). Содержание белка определяли по методу Лоури [14]. Определение моносахаридов проводили цианидным методом [15].

Таблица 4. Сравнительный анализ показателей качества брокколи свежей

Наименование показателей*	Брокколи свежая		Порошок брокколи конвективной сушки		Порошок брокколи лиофильной сушки	
	Сорт Тонус	Маратон F ₁	Сорт Тонус	Маратон F ₁	Сорт Тонус	Маратон F ₁
Сухое вещество, %	12,5±0,5a	13,1±0,5a	-	-	-	-
Зола, %	6,5±0,3a	7,1±0,4a	-	-	-	-
Витамин С, мг/100 г	680±58	443±541	114±4	224±4	243±5a	250±6a
Полифенольные соединения, мг ГК/100 г	218±21a	208±18a	126±5b	126,5±4b	140±6c	140,5±5c
Моносахариды, %	110±10a	105±8a	-	-	-	-
Белки, %	22,4±2,1a	22,7±0,1a	-	-	-	-
Марганец, мг/кг	41,4±1,0a	42,1±1,1a				
Железо, мг/кг	109±4,0 a	107±3,1 a				
Цинк, мг/кг	33,5±1,1 a	33,2±1,2 a				

*все показатели представлены в расчете на сухое вещество

*значения в ряду с одинаковыми индексами статистически не различаются



Рис. 3. Сохранность витамина С в брокколи при конвективной и лиофильной сушке соцветий брокколи.

Содержание фотосинтетических пигментов устанавливали спектрофотометрически по величине поглощения ацетонового экстракта при 663, 647 и 470 нм [12], используя формулы расчета содержания:

- хлорофилла а: $Ch_a = 12.25A_{663} - 279A_{647}$;
 - хлорофилла b: $Ch_b = 21.5A_{647} - 5.1A_{663}$;
 - каротиноидов: $C_c = (1000A_{470} - 1.82Ch_a - 85.02Ch_b) / 198$,
- где A = величина поглощения, Ch-a = хлорофилл а, Ch-b = хлорофилл b, Cc = каротин

Элементный состав порошков брокколи определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии на спектрофотометре Shimadzu 7000 (Япония) [12].

Статистическую обработку результатов осуществляли на основе использования компьютерной программы Excel с помощью критерия Стьюдента.

Результаты и обсуждения

Органолептические показатели качества порошков брокколи отечественного сорта Тонус и гибрида Маратон F₁ зарубежной селекции, полученных с применением конвективной сушки (табл. 3), практически не различались, несмотря на то что исходный материал – свежая брокколи – отличался по внешнему виду, цвету и плотности соцветий. Использование лиофильной сушки для двух видов сырья обеспечивало сохранение зеленого цвета порошков за счет щадящих условий высушивания, в отличие от продуктов конвективной сушки.

Сравнение биохимических показателей свежей брокколи отечественного сорта и гибрида зарубежной селекции показали, что отечественное и импортное сырье практически не различаются по содержанию сухого вещества, уровню накопления железа, цинка и марганца, золь, уровню полифенолов, моносахаридов и белка, при этом полученные показатели близки к описанным данным в литературе [16]. По уровню минералов 100 г сорта

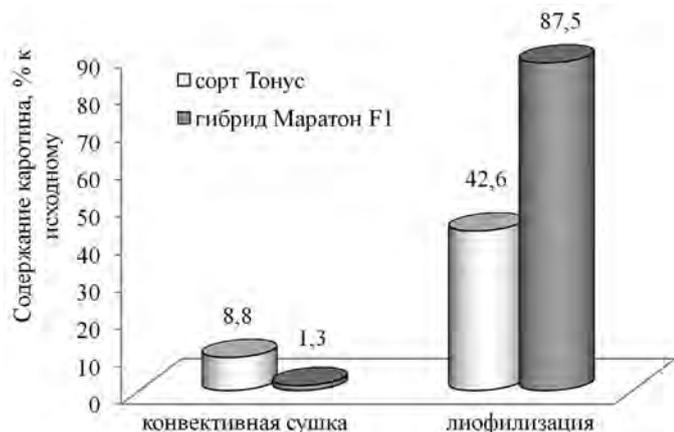


Рис. 4. Изменения содержания каротиноидов в результате конвективной и лиофильной сушки соцветий брокколи.

Тонус и гибрида Маратон F₁, выращенных на полях ФГБНУ ВНИИССОК, обеспечивают 14,2% суточной потребности человека в железе, 26,9% в марганце и 3,5% в цинке. Отличительной особенностью сорта Тонус в свежем виде является более высокое содержание витамина С, превышающее соответствующий показатель для гибрида Маратон F₁ в 1,5 раза (табл. 4).

Щадящие условия высушивания свежего продукта при лиофильной сушке обеспечивали повышенное содержание в конечном порошке как витамина С, так и полифенолов по сравнению с порошками конвективной сушки. Однако если межсортные различия в содержании полифенолов в порошке брокколи при разных условиях высушивания были одинаковы как для сорта Тонус, так и гибрида Маратон F₁ и составляли около 11%, то в отношении витамина С сорт Тонус и гибрид Маратон F₁ вели себя по-разному. Действительно, как видно из данных табл. 4, если различия в содержании аскорбиновой кислоты в порошке гибрида Маратон F₁, полученном методом конвективной и лиофильной сушки были минимальны (11,6%), то для сорта Тонус уровень аскорбиновой кислоты в лиофилизованном продукте превышал данные для продукта конвективной сушки более чем в 2 раза (213%). Значительные различия, по-видимому, связаны с более плотной консистенцией соцветий гибрида Маратон F₁, замедляющей процесс окисления при повышенной температуре. Потери полифенолов при лиофильном высушивании составили 32,7-35,8%, при конвективном – 39,4-42,2%.

Что касается витамина С, то сохранность этого антиоксиданта по сравнению с исходным содержанием в свежем продукте составила при использовании лиофильной сушки 35,7% и 56,4% для сорта Тонус и гибрида Маратон F₁ соответственно. При конвективном высушивании эти показатели составили 16,8% и 50,6% соответственно (рис. 3).

Теоретически процесс лиофилизации должен полностью исключать процессы окисления, однако создание микропористой структуры продукта, благодаря процессам испарения кристаллов льда из клеток, как известно, резко увеличивает величину удельной поверхности и способствует окислению конечной продукции. При конвективной сушке за счет происходящих окислительных процессов при высоких температурах и присутствия кислорода воздуха, порошок быстрее окисляется, что приводит к изменению цвета, вкуса и аромата конечного продукта. Попытка использовать щадящий режим конвективной сушки путем снижения температуры до 500С дает лишь ограниченный защитный эффект против процессов окисления (рис. 3).

Анализ содержания пигментов порошков брокколи отечественного и импортного производств: хлорофиллов а, b и каротина – показывает сходный характер снижения хлорофиллов в результате конвективной и лиофильной сушки (рис. 4). В то же время обращает внимание существенно более интенсивное разрушение каротина в соцветиях гибрида Маратон F₁ по сравнению с сортом Тонус в условиях конвективной сушки и наличие противоположного эффекта при использовании процесса лиофилизации.

Сотрудниками МГУТУ имени К.Г. Разумовского и ФГБНУ ВНИИССОК на основании полученных научно-обоснованных данных по показателям качества порошков брокколи впервые в Российской Федерации разработан Стандарт организации СТО 45727225-54-2017 «Брокколи сушеная. Промышленное сырье. Технические условия».

Стандарт включает нижеперечисленные разделы:

- область применения порошков брокколи, полученных конвективным и лиофильным способами сушки;
- перечень нормативных документов, на которые представлены ссылки;
- термины, определения и сокращения, применяемые в стандарте;
- требования к технологиям получения и к показателям

качества порошков брокколи, а также к упаковке и маркировке;

- правила приемки, соответствующие ГОСТ 13341-77;
- методы контроля качества; указаны ГОСТы, по которым ведется отбор проб; определение органолептических и физико-химических показателей; содержание минеральных элементов, нитратов, пестицидов, радионуклидов;
- транспортирование и хранение брокколи сушеной согласно ГОСТ 13342-77;
- требования техники безопасности труда при выполнении технологических процессов производства порошков брокколи согласно ГОСТ 12.0.004-90.

В соответствии с результатами хранения порошков брокколи было установлено, что при хранении в герметичной таре срок хранения составляет до семи месяцев, в негерметичной – до трех месяцев, при условии соблюдения температурного режима от 18 до 20 °С и относительной влажности воздуха 60-65%.

Уровень стандарта соответствует современным нормам и требованиям, установленным ГОСТ и СанПиН

Российской Федерации. Стандарт направлен на обеспечение изготовления качественных порошков брокколи и контроль технологического процесса на производстве. Порошок брокколи в пищевой промышленности возможно применять для приготовления начинок, паст, соусов, консервированной и хлебобулочной продукции, а также блюд общественного питания.

Таким образом, можно заключить, что порошки, полученные из капусты брокколи сорта Тонус и гибрида Маратон F₁ двумя способами сушки, по органолептическим показателям практически не различаются. Физико-химические показатели качества капусты брокколи свежей и порошков брокколи отечественного и импортного производств – массовая доля влаги, содержание золы, витамина С, полифенольных соединений, моносахаридов и белков имели близкие характеристики, что является теоретическим и практическим обоснованием для использования отечественного сорта Тонус в качестве импортозамещающего сырья.

• Литература

1. Пивоваров, В.Ф. Капуста, ее виды и разновидности (разнообразие форм). / В.Ф. Пивоваров, В.И. Старцев // – М.: ВНИИССОК, 2006. – 192 с.
2. Голубкина, Н.А. «Биологически активные соединения овощей» / Н.А. Голубкина, С.М. Сирота // Москва: ВНИИССОК, 2010. – С.133-136.
3. Matusheski, N.V. Epithiospecifier protein from broccoli (*Brassica oleracea* L. ssp. *italica*) inhibits formation of the anticancer agent sulforaphane / N.V. Matusheski, R. Swarup, J.A. Juvik et al. // *J. Agr. Food Chem.* – 2006. – Vol. № 54(6). – p. 2069-2076.
4. Poppel, G van *Brassica Vegetables and Cancer Prevention: Epidemiology and Mechanisms* / G van Poppel, D.T. Verhoeven, H. Verhagen, R.A. Goldbohm // *Adv. Exp. Med. Biol.* - 1999; 472. – p. 159–168.
5. Riso, P. Effect of broccoli intake on markers related to oxidative stress and cancer risk in healthy smokers and nonsmokers / P. Riso, D. Martini, F. Visioli, A. Martinetti, M. Porrini // *Nutrition and Cancer.* - 2009; № 61(2). – p. 232-237.
6. Владимиров, И.Н. «Капуста брокколи – *Brassica oleracea* L. var. *Italica* Plenck» / И.Н. Владимиров, В.С. Кисличенко // *Провизор.* – 2007. – № 11. – С.8-11.
7. Li, Y. Targeting cancer stem cells with sulforaphane, a dietary component from broccoli and broccoli sprouts. / Y. Li, T. Zhang // *Future Oncology.* – 2013. – № 9(8). – p. 1097-1103.
8. Hwang, J.H. Antioxidant and Anticancer Activities of Broccoli By-Products from Different Cultivars and Maturity Stages at Harvest / J.H. Hwang, S.B. Lim // *Preventive Nutr. Food Sci.* - 2015. – Vol. 20 №1. – p. 8-14.
9. Podsedek, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review / A. Podsedek // *LWT – Food Sci. Technol.* – 2007. – № 40. – p. 1–11.
10. Koh, E. Content of ascorbic acid, quercetin, kaempferol and total phenolics in commercial broccoli / E. Koh, K.M.S. Wimalasiri, A.W. Chassy, A.E. Mitchell // *J. Food Comp. Anal.* – 2009. – № 22. – p. 637-643.
11. Прохасько, Л.С. «Продукты питания функционального назначения» / Л.С. Прохасько // *Молодой ученый.* – 2015. – № 3. – С.205-207.
12. Волобуева, В.Ф. Практикум по биотехнологии овощных, плодовых, ягодных, эфирноносных и лекарственных культур / В.Ф. Волобуева, Т.И. Шатилова // – М.: МСХА им. Тимирязева, 2008. – С.3-6.
13. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище Р 4.1.1672-03. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.
14. Виноградова, А.А. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / А.А. Виноградова, Г.М. Мелькина, Л.А. Фомичева и др.; // Под ред. Л.П. Ковальской - М.:Агропромиздат, 1991. – 335 с.
15. Кидин, В.В. Практикум по агрохимии / В.В. Кидин, И.П. Дерюгин, В.И. Кобзаренко и др.; Под ред. В.В. Кидина. – М.: Колос, 2008. – 599 с.
16. Koh, E. Content of ascorbic acid, quercetin, kaempferol and total phenolics in commercial broccoli / E. Koh, K.M.S. Wimalasiri, A.W. Chassy, A.E. Mitchell // *J. Food Comp. Anal.* – 2009. – № 22. – p. 637-643.

• References

1. Pivovarov, V.F. *Kapusta, ee vidy i raznovidnosti (raznobraziye form).* / V.F. Pivovarov, V.I. Starcev // – M.: VNISSOK, 2006. – 192 s.
2. Golubkina, N.A. «Biologicheski aktivnye soedineniya ovoshchej» / N.A. Golubkina, S.M. Sirota // Moskva: VNISSOK, 2010. – S.133-136.
3. Matusheski, N.V. Epithiospecifier protein from broccoli (*Brassica oleracea* L. ssp. *italica*) inhibits formation of the anticancer agent sulforaphane / N.V. Matusheski, R. Swarup, J.A. Juvik et al. // *J. Agr. Food Chem.* – 2006. – Vol. № 54(6). – p. 2069-2076.
4. Poppel, G van *Brassica Vegetables and Cancer Prevention: Epidemiology and Mechanisms* / G van Poppel, D.T. Verhoeven, H. Verhagen, R.A. Goldbohm // *Adv. Exp. Med. Biol.* - 1999; 472. – r. 159–168.
5. Riso, P. Effect of broccoli intake on markers related to oxidative stress and cancer risk in healthy smokers and nonsmokers / P. Riso, D. Martini, F. Visioli, A. Martinetti, M. Porrini // *Nutrition and Cancer.* - 2009; № 61(2). – r. 232-237.
6. Vladimirova, I.N. «Kapusta brokkoli – *Brassica oleracea* L. var. *Italica* Plenck» / I.N. Vladimirova, V.S. Kislichenko // *Provizor.* – 2007. – № 11. – S.8-11.
7. Li, Y. Targeting cancer stem cells with sulforaphane, a dietary component from broccoli and broccoli sprouts. / Y. Li, T. Zhang // *Future Oncology.* – 2013. – № 9(8). – p. 1097-1103.
8. Hwang, J.H. Antioxidant and Anticancer Activities of Broccoli By-Products from Different Cultivars and Maturity Stages at Harvest / J.H. Hwang, S.B. Lim // *Preventive Nutr. Food Sci.* - 2015. – Vol. 20 №1. – p. 8-14.
9. Podsedek, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review / A. Podsedek // *LWT – Food Sci. Technol.* – 2007. – № 40. – p. 1–11.
10. Koh, E. Content of ascorbic acid, quercetin, kaempferol and total phenolics in commercial broccoli / E. Koh, K.M.S. Wimalasiri, A.W. Chassy, A.E. Mitchell // *J. Food Comp. Anal.* – 2009. – № 22. – r. 637-643.
11. Prohas'ko, L.S. «Produkty pitaniya funktsional'nogo naznacheniya» / L.S. Prohas'ko // *Molodoj uchenyj.* – 2015. – № 3. – S.205-207.
12. Volobueva, V.F. *Praktikum po biotekhnologii ovoshchnyh, plodovyh, yagodnyh, ehfronosnyh i lekarstvennyh kul'tur* / V.F. Volobueva, T.I. SHatilova // – M.: MSKHA im. Timiryazeva, 2008. – S.3-6.
13. *Rukovodstvo po metodam kontrolya kachestva i bezopasnosti biologicheski aktivnyh dobavok k pishche R 4.1.1672-03.* – M.: Federal'nyj centr Gossanehpindnadzora Minzdrava Rossii, 2004.
14. Vinogradova, A.A. *Laboratornyj praktikum po obshchej tekhnologii pishchevyh proizvodstv* / A.A. Vinogradova, G.M. Mel'kina, L.A. Fomicheva i dr.; // Pod red. L.P. Koval'skoj - M.:Agropromizdat, 1991. – 335 s.
15. Kidin, V.V. *Praktikum po agrohimii* / V.V. Kidin, I.P. Deryugin, V.I. Kobzarenko i dr.; Pod red. V.V. Kidina. – M.: Kolos, 2008. – 599 s.
16. Koh, E. Content of ascorbic acid, quercetin, kaempferol and total phenolics in commercial broccoli / E. Koh, K.M.S. Wimalasiri, A.W. Chassy, A.E. Mitchell // *J. Food Comp. Anal.* – 2009. – № 22. – r. 637-643.