

# Сравнительная оценка современных гибридов брокколи как сырья для различных видов сушки

Comparative evaluation of modern broccoli hybrids as raw materials for various types of drying

Янченко Е.В., Иванова М.И., Каухчешвили Н.Э.,  
Грызунов А.А., Вирченко И.И., Корнев А.В.,  
Борзов С.С.

Yanchenko E.V., Ivanova M.I., Kaukhcheshvili N.E.,  
Gryzunov A.A., Virchenko I.I., Kornev A.V., Borzov S.S.

## Аннотация

В наше время нужны новые источники пищи с особыми нутрицевтическими свойствами, которые можно легко употреблять человеку. Брокколи считается перспективным сырьем для производства полуфабрикатов, являясь ценным источником клетчатки, витаминов, минералов и других биоактивных соединений. Период потребления свежей продукции брокколи очень короткий. Сушеная продукция может храниться длительное время без ухудшения своих качеств. Цель нашего исследования состояла в том, чтобы определить влияние трех различных методов обезвоживания (конвективная сушка - КС, вакуумная сублимационная сушка - ВСС и низкотемпературная вакуумная сушка - НВС) на пищевую ценность и органолептические характеристики сухих порошков из современных гибридов брокколи отечественной и иностранной селекции. Объектами исследования являлись сухие порошки из 8 современных гибридов брокколи (4 отечественных и 4 зарубежных), полученные разными видами сушки: КС, ВСС и НВС. Исследования сырья и сухого порошка проводились по общепринятым методам. В ходе исследования подобраны отечественные гибриды брокколи Детский деликатес и Фортуна для различных методов обезвоживания. Отечественные гибриды брокколи Детский деликатес и Фортуна превышали зарубежные по органолептическим показателям и содержанию витамина С в готовом продукте. НВС лучше сохраняла витамин С, чем другие виды сушки. Содержание витамина С в готовом продукте тесно коррелировало с содержанием витамина С в сырье при любых видах сушки. Сухой порошок брокколи из отечественных гибридов Детский деликатес и Фортуна, полученный путем НВС, можно рекомендовать в качестве диетического питания, как источник биологически активных веществ. При выборе вида сушки основное внимание уделялось обеспечению качества продукции. Возможным направлением дальнейших исследований может быть снижение производственных затрат при выборе вида сушки.

**Ключевые слова:** брокколи, конвективная сушка, сублимационная вакуумная сушка, низкотемпературная вакуумная сушка, порошок, витамин С.

**Для цитирования:** Сравнительная оценка современных гибридов брокколи как сырья для различных видов сушки / Е.В. Янченко, М.И. Иванова, Н.Э. Каухчешвили, А.А. Грызунов, И.И. Вирченко, А.В. Корнев, С.С. Борзов // Картофель и овощи. 2025. №7. С. 32-36. <https://doi.org/10.25630/PAV.2025.35.96.003>

## Abstract

In our time, we need new sources of food with special nutraceutical properties that can be easily consumed by humans. Broccoli is considered a promising raw material for the production of semi-finished products, as it is a valuable source of fiber, vitamins, minerals, and other bioactive compounds. The period of consumption of fresh broccoli products is very short. Dried products can be stored for a long time without deteriorating their quality. The aim of our study was to determine the effect of three different dehydration methods (convective drying - KD, vacuum freeze-drying - VFD and low-temperature vacuum drying - LVD) on the nutritional value and organoleptic characteristics of dry powders from modern broccoli hybrids of domestic and foreign breeding. The objects of the study were dry powders from 8 modern broccoli hybrids (4 domestic and 4 foreign), obtained by different types of drying: KD, VFD and LVD. Research of raw materials and dry powder was carried out using generally accepted methods. During the study, domestic broccoli hybrids Detskiy Delikates and Fortuna were selected for various dehydration methods. Domestic broccoli hybrids Detskiy Delikates and Fortuna exceeded foreign ones in terms of organoleptic characteristics and vitamin C content in the finished product. NVS preserved vitamin C better than other types of drying. The vitamin C content in the finished product was closely correlated with the vitamin C content in the raw material for all types of drying. Broccoli powder from domestic hybrids Detskiy Delikates and Fortuna, obtained by NVS, can be recommended as a dietary food, as a source of biologically active substances. When choosing the type of drying, the main focus was on ensuring the quality of the product. A possible direction for further research could be to reduce production costs when choosing the type of drying.

**Key words:** broccoli, convective drying, freeze-drying vacuum drying, low-temperature vacuum drying, powder, vitamin C.

**For citing:** Comparative evaluation of modern broccoli hybrids as raw materials for various types of drying. E.V. Yanchenko, M.I. Ivanova, N.E. Kaukhcheshvili, A.A. Gryzunov, I.I. Virchenko, A.V. Kornev, S.S. Borzov. Potato and vegetables. 2025. No7. Pp. 32-36. <https://doi.org/10.25630/PAV.2025.35.96.003> (In Russ.).

**Б**рокколи (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) — полезный диетический овощ, принадлежащий к семейству *Brassicaceae* (капустных). Его родина – восточное Средиземноморье и Италия [1]. Функциональные свойства брокко-

ли связаны с ее биологически активными соединениями, определяющими антиоксидантную активность, регуляцию ферментов, контроль апоптоза и клеточные циклы [2].

Брокколи благодаря высокому содержанию влаги, высокому уровню питательных веществ, наличию сахара и белка является хорошим источником питательных веществ для микроорганизмов, поэтому плохо хранится [3]. Из-за быстрой порчи сырые овощи должны храниться при низких температурах в холодильной камере, а переработанные овощи должны быть упакованы и заморожены, что не всегда удобно. Как следствие, низкая химическая, биологическая и термическая стабильность в условиях хранения провоцирует потерю биоактивных соединений [4]. Комплексные исследования показали, что порошки из капусты брокколи, выработанные из отечественного и импортного сырья, имеют ценный химический состав, что позволяет отнести их к перспективному продовольственному сырью для использования в технологиях функциональных продуктов питания [5, 6]. Поэтому изучения способов переработки и технологическая оценка современных гибридов брокколи с целью создания продуктов питания с повышенной пищевой ценностью очень актуальны.

Конвективная сушка (КС) — самая распространенная. При подаче горячего воздуха на поверхность пищевых продуктов содержание воды в продуктах значительно снижается до заданного уровня. Однако, температура воздуха в процессе конвективной сушки может достигать высоких значений, порядка 60–90 °С, что приводит к потере качества большинства пищевых продуктов. Кроме того, овощи и фрукты, подверженные данному виду сушки, имеют тенденцию к усадке по форме. Их пищевая ценность также в значительной степени снижается [2].

Вакуумная сублимационная сушка (ВСС) или лиофильная — еще один способ обезвоживания, применяемый пищевыми промышленными предприятиями, считающийся эталоном сушки влажнотермостойких объектов [7]. В процессе ВСС пищевые продукты остаются замороженными во время процесса сушки, а содержание воды снижается за счет непрерывной сублимации льда. Благодаря замороженному состоянию высушиваемого объекта (во время обработки) в процессе вакуумной сушки сохраняется форма конечных, т.е. обезвоженных продуктов, а также сохраняются пищевые ценности. Однако весь процесс может быть достаточно длительным и энергозатратным [8].

Во ВНИИХИ – филиале ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем имени В.М. Горбатова» РАН разработали и апробировали способ сушки овощей и фруктов, позволяющий получить качественный продукт, приближенный к лиофильной, но существенно менее энергозатратный [9]. Другими словами, способ низкотемпературная вакуумной сушки (НВС), позволяет свести к минимуму потери качества продукта в процессе обезвоживания и сократить продолжительность по сравнению с ВСС, при этом не требуется проводить первоначальную заморозки объекта, поэтому данный метод экономически целесообразен, так как сокращает энергозатраты по сравнению с ВСС. Установлено, что продолжительность процесса обезвоживания способом НВС по сравнению со способом ВСС сокращается ~ на 15-35%, в зависимости от консистенции и теплофизических показателей высушиваемого пищевого объекта [10].

Цель нашего исследования состояла в том, чтобы определить влияние трех различных методов обезвоживания (конвективная сушка – КС, вакуумная сублимационная сушка – ВСС и низкотемпературная вакуумная сушка – НВС) на пищевую ценность и органолептические характеристики сухих порошков из современных гибридов брокколи отечественной и иностранной селекции.

### Условия, материалы и методы исследований

Исследования по сравнительной оценке современных гибридов брокколи как сырья для различных видов сушки проводили в 2023-2024 годах во ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО в рамках соглашения о научно-техническом сотрудничестве с ВНИИХИ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

Предшественник – морковь. Высадка рассады проводилась в третьей декаде мая. Агротехника – общепринятая для Центральных районов Нечерноземной зоны. Рассада капусты брокколи в фазе 3-4 листьев обрабатывалась 0,02% раствором молибденовокислого аммония и 0,02% раствором борной кислоты. Против клы капусты вносились известь. Уборка капусты брокколи – III июля – II декаде августа. Сушку проводили в течении 2-3 дней после уборки.

Объектами исследования служили гибриды капусты брокколи, а также порошки капусты брокколи, приготовленные из этих гибридов в соответствии с технологической инструкцией по сушке, высушенные традиционным методом (конвективная сушка), вакуумной сублимационной сушкой и методом низкотемпературной вакуумной сушки (табл. 1).

Капусту брокколи мыли и разделяли на мелкие соцветия, которые опускали в кипящую воду и отваривали 10 минут. Обдавали холодной водой (температура 0°С) и давали стечь. Для достижения полной гомогенизации продукта использовали ручной блендер. Готовый продукт делили на три части для КС, ВСС и НВС сушки, после чего приступали непосредственно к сушке. Образцы помещали в дегидратор (Kitfort KT) при конвективной сушке или на лабораторной установке фирмы Hetosicc (Дания) при низкотемпературной вакуумной сушке и при вакуумной сублимационной сушке, где сушили их до готовности.

Сухое вещество определяли по ГОСТ 28561–90; витамин С – по ГОСТ 24556–89; сахара – по ГОСТ 8756.13–87; нитраты – по ГОСТ 29270–95 ионометрическим методом. Каждый эксперимент был проведен в трех повторностях для получения среднего значения (М) и стандартного отклонения (σ).

Оценку органолептических показателей проводили в следующей последовательности: в начале определяли внешний вид, затем цвет, консистенцию, запах и вкус.

Таблица 1. Характеристики основных рабочих показателей при различных способах сушки

Способ сушки	Температура подогрева продукта, °С	Значения давления, мм.рт.ст
Конвективный	65	750
Сублимационный	35	5
НВС	35	от 30 до 5

Таблица 2. Биохимические показатели качества сырья брокколи отечественной и зарубежной селекции, 2023-2024 годы					
Гибрид F <sub>1</sub>	Сухое вещество, %	β-каротин, мг/100 г	Витамин С, мг%	Сахара, %	Нитраты, мг/кг
отечественные гибриды					
Детский деликатес	14,4	11,2	84,3	2,86	107
Мачо	14,7	9,6	75,3	2,73	133
Тонус	15,5	10,6	68,4	2,13	147
Фортуна	15,7	10,9	80,7	2,62	125
Среднее (М)	15,1	10,6	77,2	2,59	128
Стандартное отклонение (σ)	0,6	0,7	6,9	0,32	16,8
зарубежные гибриды					
Агасси	13,7	9,2	64,7	1,45	132
Батавия	14	10,6	72,8	2,44	127
Лорд	13,3	9,3	67,8	2,14	140
Фиеста	13,1	10	63,2	1,82	136
Среднее (М)	13,5	9,8	67,1	1,96	133
Стандартное отклонение (σ)	0,4	0,7	4,2	0,43	5,6

Результаты исследований

Отечественные гибриды капусты брокколи Детский деликатес и Фортуна значительно превосходили зарубежные по содержанию сахаров и накоплению витамина С, меньше накапливали нитратов. Это, видимо, связано с тем, что российская селекция традиционно направлена на питательную ценность и вкусовые качества. Так, в среднем, сумма сахаров у отечественных гибридов была в 1,32 раза выше, чем у зарубежных, витамина С накапливали в 1,15 раза больше, а количество нитратов на 6 мг/кг было меньше. Содержание сухого вещества и β-каротина в соцветиях составило в среднем по всем испытанным гибридам составило 13,1-15,7 % и 9,2-11,2 мг/100 г соответственно. При производстве сухих порошков из брокколи вследствие обезвоживания тканей возрастает концентрация всех анализируемых компонентов химического состава естественным образом (табл. 2).

У отечественных гибридов содержание витамина С в сырье и порошке при КС-сушке зафиксировано на уровне 77,2 и 89,9 мг%, иностранных – 67,1 и 87,8 мг% соответственно. При ВСС и НВС этот показатель в порошке у отечественных гибридов был выше в 4,7 и 4,8 раз, иностранных – в 3,5 и 3,3 раз соответственно. Сумма сахаров в порошке у отечественных гибридов увеличилось в 4,4-5,0 раз, у иностранных – в 5,06-5,85 раз в зависимости от вида сушки. В целом, НВС и ВСС значительно превосходили КС по сохранению витамина С и суммы сахаров. Содержание нитратов в полученных порошках было невысоким, учитывая значительное повышение сухих веществ в готовом продукте, что свидетельствует о том, что отваривание брокколи и возможно тепловая обработка в виде сушки разрушают нитраты. Органолептическая оценка порошков из различных гибридов брокколи в зависимости от вида



Детский деликатес F<sub>1</sub>



Порошок брокколи



Таблица 3. Качество порошка из различных гибридов брокколи, полученного разными видами сушки, 2023-2024 годы

Гибрид F <sub>1</sub>	Вид сушки	Сухое вещество, %	Витамин С, мг%	Сахара, %	Нитраты, мг/кг	Органолептическая оценка, балл
отечественные гибриды						
Детский деликатес	КС	88,1	89,4	11,90	141	3,2
	ВСС	92,3	407,8	11,71	145	4,6
	НВС	92,6	418,3	12,51	150	4,5
Мачо	КС	88,2	89,1	12,22	131	3,2
	ВСС	92,1	349,2	13,67	135	4,4
	НВС	92,7	345,8	14,67	136	4,5
Тонус	КС	87,8	89,5	9,08	128	3,2
	ВСС	91,8	320,4	9,88	132	4,3
	НВС	92,2	319,7	10,24	137	4,3
Фортуна	КС	86,0	89,9	11,91	125	3,2
	ВСС	92,6	380,9	13,42	130	4,6
	НВС	93,3	386,2	14,48	125	4,5
Среднее (М)	КС	87,5	89,4	11,3	131	3,2
	ВСС	92,2	364,6	12,2	135	4,5
	НВС	92,7	367,5	13,0	137	4,5
Стандартное отклонение (σ)	КС	0,6	43,9	1,88	7	3,2
	ВСС	0,4	43,2	2,53	8	4,6
	НВС	0,5	43,6	2,66	11	4,5
зарубежные гибриды						
Агасси	КС	88,2	87,8	7,84	154	3,3
	ВСС	94,7	305,1	8,64	154	4,4
	НВС	92,2	317,6	9,48	160	4,4
Батавия	КС	88,0	86,0	10,34	134	3,3
	ВСС	91,9	326,9	13,07	134	4,5
	НВС	91,9	344,0	13,27	132	4,5
Лорд	КС	88,1	87,4	10,55	132	3,3
	ВСС	92,1	353,4	13,50	138	4,2
	НВС	92,9	350,5	14,07	145	4,4
Фиеста	КС	88,8	78,7	11,18	139	3,3
	ВСС	93,7	202,7	9,21	127	4,4
	НВС	92,4	183,8	9,06	130	4,5
Среднее (М)	КС	88,3	85,0	9,98	140	3,3
	ВСС	93,1	297,0	11,10	138	4,4
	НВС	92,4	299,0	11,47	142	4,5
Стандартное отклонение (σ)	КС	0,4	4,2	1,47	10	3,3
	ВСС	1,4	65,9	2,53	12	4,4
	НВС	0,4	78,1	2,57	14	4,4

сушки показала, что ВСС и НВС значительно превосходят традиционную КС по органолептическим показателям. При этом ВСС порошок имел лучший внешний вид, а НВС – более высокий аромат (табл. 3).

Порошки из отечественных гибридов брокколи обладали лучшей консистенцией и превосходили зарубежные образцы по вкусовым и ароматическим показателям, немного уступая им по внешнему виду и цвету. По органолептическим показателям лучшими были отечественные гибриды Детский деликатес и Фортуна.

Выводы

Сравнивая порошки брокколи, полученные разными видами сушки, следует отметить, что НВС и ВСС значительно превосходила КС по сохранению витамина С и суммы сахаров и органолепти-

ческим показателям, поэтому данные виды сушки предпочтительнее традиционной КС. В качестве сырья для производства сухих порошков из брокколи следует рекомендовать отечественные гибриды Детский деликатес и Фортуна, продукция из которых обладает высокими органолептическими показателями при максимально высоком содержании витаминов, сахаров, а также сухого вещества, что целесообразно с экономической и нутрицевтической точки зрения. Результаты исследования имеют практическую значимость при решении задач обеспечения устойчивой сырьевой базы отечественного овощеводства. Также они могут быть применимы при разработке целевых ориентиров для предприятий агропромышленного комплекса в сегменте переработки.

## Библиографический список

1. Diversity characterisation of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) landraces for their on-farm (in situ) safeguard and use in breeding programs. S. Ciancaleoni, G.L. Chiarenza, L. Raggi, F. Branca, V. Negri. 2014. Genetic Resources and Crop Evolution. No61. Pp. 451–464. <https://doi.org/10.1007/s10722-013-0049-2>
2. Drying kinetics and quality parameters of pumpkin slices dehydrated using different methods. A. Nawirska; A. Figiel; A.Z. Kucharska; A. Sokół-Łętowska, A. Biesiada. J. Food Eng. 2009. Vol. 94. Pp. 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.02.025>
3. Sagar V.R., Kumar P.S. Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: A review. J. Food Sci. Technol. 2010. Vol. 47. Pp. 15–26. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0010-8>
4. Zhang D., Hamauzu Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. Food Chem. 2004. Vol. 88. Pp. 503–509. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.065>
5. Исследование химического состава порошка из капусты брокколи как сырья для производства функциональных продуктов питания / Т.И. Крячко, В.Д. Малкина, В.В. Мартиросян [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2019. №1(367). С. 22–26. DOI 10.26297/0579-3009.2019.1.5. EDN YZILLN.
6. Сублимационная сушка как способ сохранения качества овощей для создания продуктов функционального назначения / Е.В. Янченко, М.И. Иванова, Н.Э. Каухчешвили [и др.] // Овощи России. 2024. №2. С. 51–57. DOI 10.18619/2072-9146-2024-2-51-57. EDN TKIJHZ.
7. Экспериментальные исследования сублимационной сушки / М.М.У. Арипов, У.Р. Кадилов, Ш.М. Маматов, С.М. Турабджанов // Universum: технические науки. 2019. №9 (66) [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnye-issledovaniya-sublimateionnoy-sushki>. Дата обращения: 07.06.2023.
8. Семенов Г.В., Краснова И.С. Сублимационная сушка. М., Общество с ограниченной ответственностью «Торговый Дом «Дели». 2021. 326 с.
9. Патент №2773934 С1 Российская Федерация, МПК A23L 3/01, A23L 3/40, F26B 3/347. Способ и устройство для низкотемпературной вакуумной сушки измельченных продуктов животного и растительного происхождения: №2021124331 : заявл. 17.08.2021: опубл. 14.06.2022 / Н.Э. Каухчешвили, А.А. Грызунов, С.С. Борзов, А.В. Строков; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. EDN OEIABV.
10. Борзов С.С., Каухчешвили Н.Э. Сравнение влияния обезвоживания пищевой продукции способами сублимационной и низкотемпературной вакуумной сушки на показатели качества сухого продукта // Энергоэффективные инженерные системы: Материалы международных научно-технических конференций, Санкт-Петербург, 25 мая – 17 ноября 2023 года. СПб.: Национальный исследовательский университет ИТМО, 2024. С. 252–253. EDN BCPODW.

## References

1. Diversity characterisation of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) landraces for their on-farm (in situ) safeguard and use in breeding programs. S. Ciancaleoni, G.L. Chiarenza, L. Raggi, F. Branca, V. Negri. 2014. Genetic Resources and Crop Evolution. No61. Pp. 451–464. <https://doi.org/10.1007/s10722-013-0049-2>
2. Drying kinetics and quality parameters of pumpkin slices dehydrated using different methods. A. Nawirska; A. Figiel; A.Z. Kucharska; A. Sokół-Łętowska, A. Biesiada. J. Food Eng. 2009. Vol. 94. Pp. 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.02.025>
3. Sagar V.R., Kumar P.S. Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: A review. J. Food Sci. Technol. 2010. Vol. 47. Pp. 15–26. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0010-8>
4. Zhang D., Hamauzu Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. Food Chem. 2004. Vol. 88. Pp. 503–509. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.065>
5. Investigation of the chemical composition of broccoli cabbage powder as a raw material for the production of functional food. T.I. Kryachko, V.D. Malkina, V.V. Martirosyan, S.A. Smirnova, N.A. Golubkina, L.L. Bondareva. Food Technology. 2019. Vol. 1(367). Pp. 22–26. DOI 10.26297/0579-3009.2019.1.5. EDN YZILLN. (In Russ.).
6. Dry fermented vegetable products of long-term storage and their integration into the diet of astronauts. E.V. Yanchenko, K.A. Zykin, N.E. Kauhcheshvili, A.A. Gryzunov. Vegetable crops of Russia. 2024. No2. Pp. 27–36. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-2-27-36>
7. Experimental Research of Sublimation Drying. Universum. M.M.U. Aripov, U.R. Kadirov, Sh.M. Mamatov, S.M. Turabdzhanov. Technical Sciences. 2019. No9(66). [Web resource] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnye-issledovaniya-sublimateionnoy-sushki> (accessed: 08.09.2025) (In Russ.).
8. Semenov G.V., Krasnova I.S. Sublimation Drying. Moscow. DeLi Trading House LLC, 2021. 326 p. (In Russ.).
9. Patent No2773934 C1, Russian Federation, IPC A23L 3/01, A23L 3/40, F26B 3/347. Method and device for low-temperature vacuum drying of crushed animal and plant products: No2021124331: applied for on 17.08.2021: published on 14.06.2022. N.Je. Kauhcheshvili, A.A. Gryzunov, S.S. Borzov, A.V. Strokov; applicant: Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Center of Food Systems named after V.M. Gorbатов» of the Russian Academy of Sciences. EDN OEIABV. (In Russ.).
10. Borzov S.S., Kauhcheshvili N.Je. Comparison of the effect of dehydration of food products by freeze-drying and low-temperature vacuum drying on the quality of a dry product. Energy-efficient engineering systems: Proceedings of international scientific and technical conferences, St. Petersburg, May 25. November 17, 2023. St. Petersburg: ITMO National Research University, 2024. Pp. 252–253. EDN BCPODW. (In Russ.).

## Об авторах

Янченко Елена Валерьевна (ответственный за переписку), канд. с.-х. наук, в.н.с., Всероссийский НИИ овощеводства – филиал ФГБНУ Федеральный научный центр овощеводства (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО). E-mail: elena\_0881@mail.ru

Иванова Мария Ивановна, доктор с.-х. наук, профессор РАН, г.н.с., ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: ivanova\_170@mail.ru

Каухчешвили Николай Эрнестович, канд. техн. наук, зав. лабораторией замороженных и обезвоженных пищевых продуктов, Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» (ВНИИХ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова») РАН. E-mail: djosnk@rambler.ru

Грызунов Алексей Алексеевич, н.с. лаборатории замороженных и обезвоженных пищевых продуктов, ВНИИХ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. E-mail: grizu-nov@rambler.ru

Вирченко Иван Иванович, канд. с.-х. наук, с.н.с. сектор оценки селекционных достижений на хранение и качество, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: vniioh@yandex.ru.

Корнев Александр Владимирович, канд. с.-х. наук, с.н.с. сектора лаборатории селекции и семеноводства корнеплодных культур, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО. E-mail: alexandrvg@gmail.com

Борзов Сергей Сергеевич, м.н.с. лаборатории систем хладонаблюдения и теплофизических измерений, ВНИИХ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. E-mail: donsb@bk.ru

## Author details

Yanchenko E.V. (corresponding author), Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow of the department of agriculture and agricultural chemistry, All-Russian research institute of vegetable growing – branch of FSBSI Federal Scientific Vegetable Centre (ARRIVG – branch of FSBSI FSCV). E-mail: elena\_0881@mail.ru

Ivanova M.I., DSci. (Agr.), prof., senior research fellow, ARRIVG – branch of FSBSI FSCV. E-mail: ivanova\_170@mail.ru

Kauhcheshvili N.E., Cand. Sci. (Techn.), head of the Laboratory of Frozen and Dehydrated Food Products, All-Russian Research Institute of the Refrigeration Industry. E-mail: djosnk@rambler.ru

Gryzunov A.A., research fellow of the Laboratory of Frozen and Dehydrated Foods, All-Russian Research Institute of the Refrigeration Industry. E-mail: grizu-nov@rambler.ru

Virchenko I.I., Cand. Sci. (Agr.), senior research fellow of the sector of assessment of breeding achieves for storage and quality, ARRIVG – branch of FSBSI FSCV. E-mail: vniioh@yandex.ru.

Kornev A.V., Cand. Sci. (Agr.), senior research fellow of sector of Breeding and Seed Production the root crops, ARRIVG – branch of FSBSI FSCV. E-mail: alexandrvg@gmail.com

Borzov S.S., junior research fellow, Laboratory of Refrigeration Systems and Thermophysical Measurements, All-Russian Research Institute of the Refrigeration Industry. E-mail: donsb@bk.ru