

УДК 664.8.037:635.48

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИГОДНОСТИ К ЗАМОРАЖИВАНИЮ И ДЛИТЕЛЬНОМУ ХРАНЕНИЮ ЧЕРЕШКОВ РЕВЕНЯ

С.Ю. Глебова^{1,*}, О.В. Голуб¹, Л.Б. Ратникова¹, Н.И. Давыденко²

¹Частное образовательное учреждение высшего образования
Центросоюза Российской Федерации
«Сибирский университет потребительской кооперации» (СИБУПК),
630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26

²ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности (университет)»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

*e-mail: suhinsu@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 17.02.2017

Дата принятия в печать: 17.04.2017

Аннотация. Замораживание является одним из наиболее распространенных способов консервирования овощной продукции. Замороженные овощные полуфабрикаты характеризуются высокой востребованностью, технологичностью использования, в связи с чем расширение ассортимента замороженных овощей за счет использования местного сырья, обладающего высокой пищевой ценностью, имеет важное социальное значение. Ревень является перспективным для переработки сырьем, что обуславливается высоким содержанием биологически активных веществ и многоаспектностью применения (в общественном питании, кондитерской промышленности, медицине). Цель работы – определение способности черешков ревеня местного произрастания к замораживанию и длительному хранению по комплексу показателей качества (органолептическим, биохимическим, микробиологическим). Исследования качественных характеристик осуществляли общепринятыми, стандартными методами. Технология производства замороженных черешков ревеня состояла из подготовительного (сортировка, мойка, очистка, нарезка, мойка, обсушка, упаковка, герметизация) и основного (замораживание) этапов. Установлено, что замораживание при температуре минус 32 °С не оказывает значительного влияния на органолептические показатели качества (свежих 4,76 балла, замороженных 4,50 баллов); содержание органических кислот и пектиновых веществ увеличилось соответственно на 10 и 5,9 %, содержание сахаров и витамина С снизилось на 5,3 и 7,1 %. Доказана способность замороженных черешков ревеня к длительному хранению при нормируемых национальным стандартом условиях – относительной влажности воздуха 90–95 % в течение 12 месяцев, 30 и 7 суток соответственно при минус 18 °С, минус 12 °С и минус 8 °С при сохранении своих качественных (органолептических, биохимических) и санитарно-гигиенических (мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных, а также патогенных микроорганизмов, дрожжевых организмов и плесневых грибов, бактерий группы кишечной палочки) показателей. Пищевая ценность замороженных черешков ревеня, г, не менее: углеводов – 3,0; пектиновых веществ – 3,2; органических кислот – 1,0; энергетическая ценность – 14,5 ккал/100 г.

Ключевые слова. Ревень, десертные овощи, замораживание, качество, хранение

SUITABILITY OF RHUBARB PETIOLES FOR FREEZING AND LONG-TERM STORAGE

S.Y. Glebova^{1,*}, O.V. Golub¹, L.B. Ratnikova¹, N.I. Davydenko²

¹Siberian University of Consumer Cooperation,
26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia

²Kemerovo Institute of Food Science
and Technology (University),
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

*e-mail: suhinsu@mail.ru

Received: 17.02.2017

Accepted: 17.04.2017

Abstract. Freezing is one of the most common methods of preserving vegetables. Frozen vegetable semi-finished products are characterized by high relevance, adaptability of usage; therefore, widening of frozen vegetable assortment due to the use of local raw materials having high nutritional value has important social significance. Rhubarb is a promising raw material for processing due to high content of biologically active substances and wide usage in food service industry, confectionery industry, and medicine. The purpose of the study was to determine the ability of local rhubarb petioles to freezing and long storage in terms of some quality

factors (organoleptic, biochemical, microbiological ones). The study of qualitative profiles was carried out using conventional standard methods. The technology of production of frozen rhubarb petioles consisted of preparatory (sorting, washing, peeling, slicing, washing, draining, packaging, sealing) and main (freezing) stages. It is established that the freezing temperature of minus 32°C does not significantly effect the organoleptic quality (4.76 points for fresh and 4.50 points for frozen goods); the content of organic acids and pectin increased by 10 and 5.9%, respectively; sugar and vitamin C contents decreased by 5.3 and 7.1%. The ability of frozen rhubarb petioles for long-term storage under standard conditions has been proved. They are 12 months, 30 and 7 days at minus 18°C, to minus 12°C and minus 8°C, respectively, under relative humidity of 90–95%, their quality (organoleptic, biochemical) and sanitary (mesophilic aerobic and facultative anaerobic, as well as pathogenic microorganisms, yeast organisms and fungi, E. coli bacteria) factors remaining stable. Nutritional value of frozen rhubarb petioles is as follows: carbohydrate – 3.0 g; pectin – 3.2 g; organic acids – 1.0 g; energy value – 14.5 kcal/100 g.

Keywords. Rhubarb, dessert vegetables, freezing, quality, storage

Введение

Ревень, как и спаржа и артишоки, относится к десертным овощам. Данная группа, в отличие от других групп овощей, объединена не по строению, а по назначению, т.е. благодаря своим вкусовым свойствам, позволяющим их использование в качестве десертной продукции. Однако также ревень используется для приготовления супов, горячих блюд, закусок, мучных кулинарных изделий и др. Традиционно в пищу используются черешки ревеня, благодаря их высокой пищевой ценности (низкой энергетической – 16 ккал/100 г, обусловленной, в основном, пектиновыми веществами, сахарами, органическими кислотами; относительно высокой физиологической – за счет витамина С, каротиноидов и т.д.; высокой органолептической – в основном оригинальными вкусом и ароматом). В последние годы исследованиям ревеня в отечественной и зарубежной практике посвящено относительно небольшое количество работ [1–6], которые имеют разные направления (продуктивность, товароведно-технологические свойства, физиологическая активность, использование в коррекции пищевого рациона, замораживание и т.д.).

Замораживание относится, в настоящее время, к наиболее используемым видам консервирования плодоовощной продукции, при котором хорошо сохраняются исходные качественные характеристики, из-за перехода свободной влаги в лед под воздействием низких температур (ниже криоскопических), а, следовательно, снижается течение физических, биохимических и микробиологических процессов. В настоящее время области исследований процессов замораживания пищевой продукции, в том числе овощной, посвящено большое количество работ [7–11].

В Распоряжении Правительства Российской Федерации от 29.06.2016 № 1364-р «Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» предусмотрено в целях установления обязательных требований к качеству ввести обязательность обоснования сроков годности пищевой продукции. Сроки годности и условия хранения пищевой продукции устанавливаются изготовителями и вносятся в нормативно-техническую документацию. В настоящее время условия хранения и сроки годности быстрозамороженных овощей определены национальным стандартом ГОСТ Р 54683-2011 «Овощи быстрозамороженные и их смеси. Общие технические условия». Можно отметить, что в вышеуказанном стандарте указаны условия и сроки

хранения замороженной спаржи, для ревеня указания отсутствуют.

На основании вышесказанного определена цель настоящей работы – определить способность черешков ревеня местного произрастания к замораживанию и длительному хранению по комплексу показателей качества.

Объекты и методы исследований

Объект исследований: черешки ревеня. Предмет исследований: качественные характеристики замороженных черешков ревеня. Материалы: продукция, выращенная в Новосибирской области.

При установлении способности к замораживанию, а также установлении сроков годности черешков ревеня исследовали следующие качественные характеристики: органолептические, биохимические и микробиологические. В работе использовали общепринятые, стандартные методы исследований плодоовощной продукции: содержание растворимых сухих веществ – рефрактометрический метод по ГОСТ ISO 2173-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ»; содержание редуцирующих сахаров – фотоколориметрический метод по ГОСТ 8756.13-87 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров»; органических кислот, пектиновых веществ и витамина С – титриметрические методы соответственно по ГОСТ ISO 750-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности», ГОСТ 29059-91 «Продукты переработки плодов и овощей. Титриметрический метод определения пектиновых веществ» и ГОСТ 24556-89 (ИСО 6557-1-86, ИСО 6557-2-84) «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С»; санитарно-гигиенические показатели – микробиологические методы исследований по ГОСТ 10444.12-2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов», ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов», ГОСТ 31659-2012 «Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*», ГОСТ 31747-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)». Определение уровней качества замороженной продукции по органолептическим пока-

зателям осуществляли согласно разработанной авторами шкале (качественные уровни приведены в табл. 1). Дефростацию продукции перед испытаниями осуществляли в бытовых холодильниках при температуре 6–8 °С. Исследования проводились в 3–9-кратных повторностях, результаты обрабатывались статистически с использованием стандартных методов.

Для замораживания использовались черешки ревеня, предварительно подготовленные следующим образом: черешки сортировались, промывались, чистились, нарезались на кусочки длиной не более 20 мм, промывались, обсушивались, упаковывались в полиэтиленовые пакеты массой нетто 1 кг, герметизировались, замораживались при температуре воздуха в холодильной камере -32 °С до температуры в центре -18 °С.

Критический срок замороженных черешков ревеня устанавливался согласно требованиям МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов», в котором определено, что «...коэффициент резерва для скоропортящихся продуктов составляет: при сроках годности до 7 суток включительно – 1,5; при сроках годности до 30 суток включительно – 1,3; при сроках годности свыше 30 суток – 1,2»:

- при хранении в условиях промышленных предприятий ($t=-18$ °С, $\phi=90-95$ %) – 15 месяцев;

- при хранении в условиях торговых организаций: $t=-12$ °С, $\phi=90-95$ %) – 40 суток; $t=-8$ °С, $\phi=90-95$ %) – 11 суток.

Результаты и их обсуждение

Пригодность растительного сырья для замораживания определяют, главным образом, по органолептическим показателям. Следовательно, первоначально проводили исследования органолептических характеристик черешков ревеня в свежем и замороженном состояниях. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Органолептические показатели качества быстрозамороженных резаных черешков ревеня с учетом коэффициентов весомости ($n=7$), балл

Показатель	Свежие	Замороженные	Min - max
Внешний вид	0,94±0,09	0,91±0,10	0,2-1,0
Цвет	0,94±0,09	0,83±0,07	0,2-1,0
Консистенция	0,94±0,09	0,89±0,10	0,2-1,0
Запах	0,47±0,05	0,46±0,05	0,1-0,5
Вкус	1,46±0,15	1,41±0,14	0,3-1,5
Суммарный балл	4,76±0,18	4,50±0,21	1,0-5,0
Категория качества	отличное	отличное	неудовлетворительное - отличное

Примечание. Дифференцирование быстрозамороженных резаных овощей по категориям качества и общей балловой оценке (с учетом коэффициентов весомости) следующее: отличное – 4,43–5,00; хорошее – 3,74–4,42; удовлетворительное – 3,14–3,73; неудовлетворительное – менее 3,14. Продукция снимается с дефростации, если получено 2 балла за показатель «внешний вид», или «цвет», или «консистенция», или «запах».

Из данных табл. 1 видно, что процесс замораживания оказывает незначительное влияние на органолептические характеристики резаных черешков ревеня. Так, снижение по показателю «внешний вид» обусловлено тем, что появляются кусочки с надломами/нажимами; цвет продукции становится более неоднородным; консистенция размороженной продукции – излишне мягкой; запах – более слабым; вкус – менее выраженным. Однако, вследствие того, что замораживание происходит быстро и крупные кристаллы льда, которые могут привести к значительному разрушению тканей, не успевают образовываться, замороженные резаные черешки, как и свежие, относятся к «отличной» категории качества.

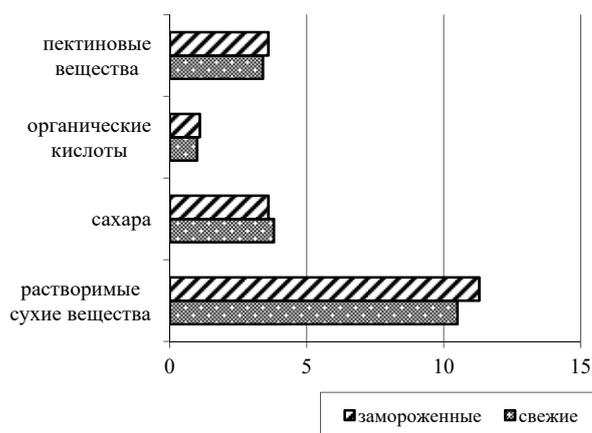


Рис. 1. Содержание основных нутриентов химического состава ревеня (резаных черешков), средние данные за 2014–2016 гг., %

Из данных рис. 1 видно, что процесс замораживания оказывает влияние на сохранность основных нутриентов, формируемых пищевую ценность быстрозамороженной продукции, в частности, резаных черешков ревеня. Так, увеличивается содержание растворимых сухих веществ на 7,6 %, органических кислот – на 10 %, пектиновых веществ – на 5,9 %. При этом наблюдается снижение содержания сахаров на 5,3 %.

Таким образом, можно констатировать, что для резаных черешков ревеня характерны общеизвестные биохимические процессы, происходящие в овощах при замораживании, оказывающие влияние на органолептические характеристики и содержание основных нутриентов пищевой ценности [7]. Рост концентрации растворимых сухих веществ в исследуемой продукции обусловлен вымораживанием свободной влаги. Образование органических кислот и других сложных органических соединений происходит из-за окисления моносахаров, содержание пектиновых веществ практически не изменяется вследствие незначительных гидролитических деструктивных повреждений.

Далее проводили исследования по изучению способности быстрозамороженных черешков ревеня сохранять свои качественные характеристики в процессе хранения при условиях, регламентированных национальным стандартом ГОСТ Р 54683-2011

– промышленных и торговых. В табл. 2 представлены результаты исследований органолептических показателей быстрозамороженной продукции в процессе хранения.

Таблица 2

Сохранность органолептических показателей быстрозамороженных резаных черешков ревеня в процессе хранения с учетом коэффициентов весомости (n=7), балл

Показатель	Конечный срок хранения при t=-18 °С	
	12 мес,	15 мес,
Внешний вид	0,71±0,10	0,66±0,09
Цвет	0,69±0,10	0,66±0,09
Консистенция	0,71±0,10	0,69±0,10
Запах	0,37±0,05	0,36±0,05
Вкус	1,11±0,14	1,07±0,15
Суммарный балл	3,60±0,19	3,43±0,28
Категория качества	удовлетворительное	удовлетворительное
при t=-12 °С		
	30 сут,	40 сут
Внешний вид	0,77±0,07	0,71±0,10
Цвет	0,77±0,07	0,71±0,10
Консистенция	0,71±0,10	0,69±0,10
Запах	0,37±0,05	0,36±0,05
Вкус	1,11±0,14	1,07±0,15
Суммарный балл	3,74±0,11	3,54±0,37
Категория качества	хорошее	удовлетворительное
при t=-8 °С		
	7 сут	11 сут
Внешний вид	0,80±0,00	0,71±0,10
Цвет	0,74±0,09	0,69±0,10
Консистенция	0,71±0,10	0,66±0,09
Запах	0,39±0,03	0,36±0,05
Вкус	1,20±0,00	1,03±0,15
Суммарный балл	3,84±0,20	3,44±0,27
Категория качества	хорошее	удовлетворительное

Из данных табл. 2 видно, что быстрозамороженные резаные черешки ревеня в процессе холодильного хранения снижают свои качественные характеристики. Так, по органолептическим показателям продукция из «отличное» (на момент замораживания) переходит в категории качества:

- «хорошее» – после 30 и 7 суток при условиях хранения в торговой сети, соответственно при температурах минус 12 и минус 8 °С;

- «удовлетворительное» – после 12 и 15 месяцев хранения в условиях промышленных предприятий при температуре минус 18 °С; после 40 и 11 суток в условиях хранения в торговой сети, соответственно при температурах минус 12 и минус 8 °С.

Переход в более низкие категории качества по органолептическим показателям обусловлен появлением смерзшихся кусочков (ухудшение показателя «внешний вид»), темных пятен («цвет»), излишне плотной/мягкой консистенцией с потерей формы («консистенция» в дефростированном виде), трудноуловимым, негармоничным запахом («запах» в дефростированном виде), слабовыра-

женным вкусом («вкус» в дефростированном виде). Основной причиной снижения вкусоароматических характеристик является деятельность ферментов.

Результаты органолептических исследований быстрозамороженных резаных черешков ревеня в процессе хранения подтверждают изменения основных нутриентов пищевой ценности, представленными на рис. 2.

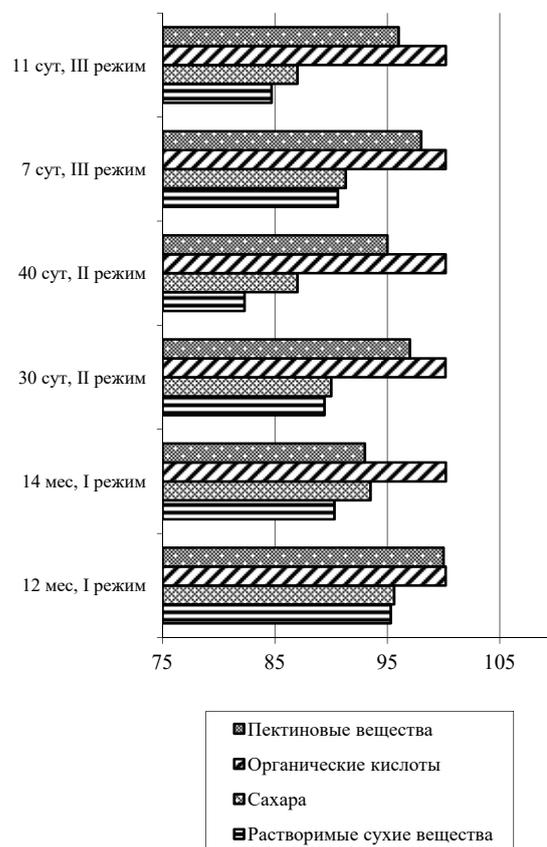


Рис. 2 Сохранность основных нутриентов быстрозамороженных резаных черешков ревеня в процессе хранения, %: I режим – минус 18 °С; II режим – минус 12 °С; III режим – минус 8 °С

Из данных рис. 2 видно, что изменения основных веществ пищевой ценности обусловлены изменениями сахаров, содержание которых снизилось до 3,44 % после 12 месяцев хранения при температуре минус 18 °С и до 3,37 % после 15 месяцев хранения. В условиях торговли данные потери более значимы, так содержание сахаров при температуре хранения минус 12 °С составило 3,24 % после 30 суток и 3,12 % после 40 суток; минус 8 °С – 3,29 и 3,13 % соответственно после 7 и 11 суток. Содержание пектиновых веществ в быстрозамороженной продукции практически не изменялось и находилось, на наш взгляд, в пределах ошибки опыта. Так при хранении при температуре минус 18 °С их потери составили 0 и 7 % соответственно после 12 и 15 месяцев; при температуре минус 12 °С – 3 и 5 % соответственно после 30 и 40 суток; при температуре минус 8 °С – 2 и 6 % соответственно после 7 и 11 суток. Содержание органических кислот при

всех условиях и периодах хранения не претерпевало практически никаких изменений, увеличение наблюдалось всего в среднем на 0,18 %. Все вышеуказанные изменения повлекли за собой незначительное уменьшение содержания растворимых сухих веществ: после 12 и 15 месяцев хранения при температуре минус 18 °С до 10,77 и 10,20 %; после 30 и 40 суток при температуре минус 12 °С до 10,10 и 9,30 %; после 7 и 11 суток при температуре минус 8 °С до 10,24 и 9,57 %. Изменения содержания основных нутриентов в быстрозамороженных резаных черешках ревеня на протяжении исследуемых условий и периодов хранения связаны, прежде всего, с происходящими в них окислительными процессами, обусловленными деятельностью ферментов, что приводит, в свою очередь, к увеличению содержания органических кислот, снижению содержания сахаров, изменению фракционного состава пектиновых веществ. Из-за образования кристаллов льда, а также активности ферментов, снижается влагоудерживающая способность растительных тканей, что приводит к потере сока при дефростации продукции, способствует уменьшению содержания растворимых сухих веществ, в том числе сахаров, пектиновых веществ.

Из данных рис. 3 видно, что процесс замораживания оказывает незначительное влияние на содержание в резаных черешках ревеня витамина С. Так, его потери после замораживания составили 7,1 %. Исследуя сохранность витамина С в замороженных черешках ревеня установлено, что его сохранность после 12 и 15 месяцев промышленного хранения (при температуре минус 18 °С), составила соответственно 84 и 78 %. В процессе хранения при условиях, установленных в торговой сети (температуре минус 12 или 8 °С) его потери значительно выше. Так при втором температурном режиме потери витамина С после 30 и 40 суток соответственно составили 17 и 24 %, а после хранения при третьем температурном режиме соответственно после 7 и 11 суток – 21 и 29 %. Снижение содержания витамина С в основном связано его окислением в процессе дефростации. Потери витамина пропорциональны продолжительности хранения и возрастают в зависимости от увеличения температуры хранения.

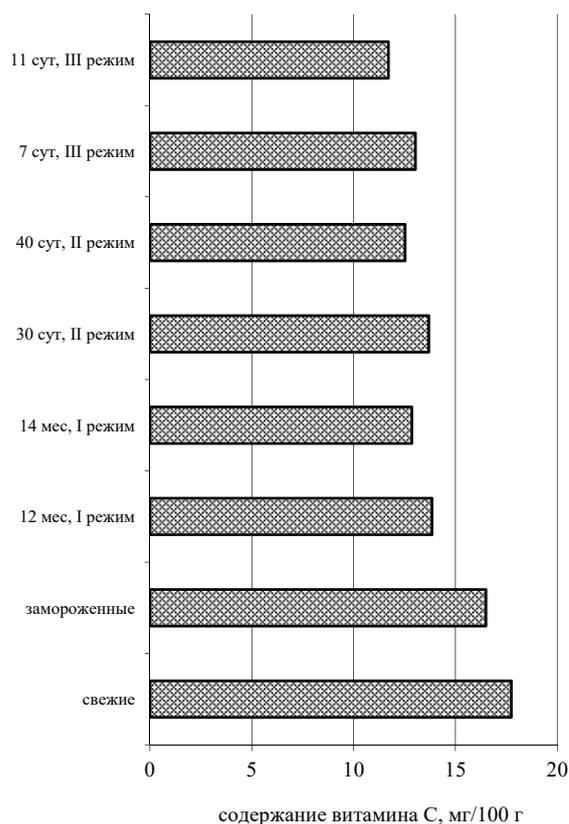


Рис. 3 Содержание витамина С ревеня (резаных черешков), в процессе хранения средние данные за 2014–2016 гг., мг /100 г: I режим – минус 18 °С; II режим – минус 12 °С; III режим – минус 8 °С

Таким образом, можно констатировать, что температура хранения оказывает существенное влияние на сохранность веществ, формирующих пищевую ценность быстрозамороженных резаных черешков ревеня.

Далее проводили исследования по изучению влияния температуры на санитарно-гигиеническое благополучие быстрозамороженных черешков ревеня по показателям, нормируемых нормативной документацией. Результаты исследований представлены в табл. 3.

Таблица 3

Микробиологические показатели быстрозамороженных резаных черешков ревеня, КОЕ /г

Показатель	Замороженные	Конечный срок хранения						Норма согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»
		12 мес, t=-18 °С	15 мес, t=-18 °С	30 сут, t=-12 °С	40 сут, t=-12 °С	7 сут, t=-8 °С	11 сут, t=-8 °С	
КМАФАнМ	0,30·10 ²	0,18·10 ²	0,24·10 ²	0,20·10 ²	0,44·10 ²	0,30·10 ²	0,58·10 ²	Не более 5·10 ⁵
Плесени	1,40·10	1,10·10	1,32·10	1,30·10	1,70·10	1,42·10	2,40·10	Не более 500
Дрожжи	0,030·10	0,020·10	0,028·10	0,014·10	0,032·10	0,020·10	0,066·10	Не более 500
БГКП (колиформы)	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не допускаются в 0,01 г
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не допускаются в 25 г

Из данных табл. 3 видно, что по окончании исследуемых периодов хранения регламентируемые ТР ТС 021/2011 микробиологические показатели остаются в пределах нормируемых величин.

Следовательно, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что ревень, произрастающий в Новосибирской области, может рассматриваться как сырье для производства быстрозамороженной продукции, способной сохранять свои качественные характеристики при нормируе-

мых национальной нормативной документацией (ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ГОСТ Р 54683-2011 «Овощи быстрозамороженные и их смеси. Общие технические условия») условиях промышленного и торгового хранения. Установлен срок годности быстрозамороженных резаных черешков ревеня при относительной влажности воздуха 90–95 %: при температуре минус 18 °С – 12 месяцев, минус 12 °С – 30 суток, минус 8 °С – 7 суток.

Список литературы

1. Авдеенко, С.С. Выращивание ревеня в условиях Ростовской области / С.С. Авдеенко // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 12(104). – С. 35–36.
2. Беспалова, О.В. Технология модификации растительного сырья для производства пищевых продуктов / О.В. Беспалова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. – № 1. – С. 112–116.
3. Колдаев, М.М. Спектрофотометрические показатели извлечений из ревеня / М.М. Колдаев // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2015. – № 2(60). – С. 52–54.
4. Слюсаревская, И.В. Свойства и товароведно-технологическая характеристика ревеня / И.В. Слюсаревская // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – № 1. – С. 5–8.
5. Data fusion of near-infrared and mid-infrared spectra for identification of rhubarb / W. Sun, X. Xin Zhang, Z. Zhang, R. Zhu // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. – 2017. – Vol. 171. – P. 72–79.
6. Борисова, А.В. Влияние длительности хранения на химический состав и антиоксидантные показатели свежих и замороженных овощей / А.В. Борисова, Н.В. Макарова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2013. – № 2–3. – С. 36–38.
7. Замороженные пищевые продукты: производство и реализация / ред.: Дж.А. Эванс, Ю.Г. Базарнова; пер. В.Д. Широкова. – СПб.: Профессия. – 2010. – 440 с.
8. Короткий, И.А. Определение теплофизических свойств компонентов плодовоовощной смеси в процессе замораживания / И.А. Короткий, Г.Ф. Сахабутдинова, М.И. Ибрагимов // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 40. – № 1. – С. 81–86.
9. Are folates, carotenoids and vitamin C affected by cooking? Four domestic procedures are compared on a large diversity of frozen vegetables / S. Bureau, S. Mouhoubi, L. Touloumet, C. Garcia, F. Moreau, V. Bédouet, C. Renard // LWT – Food Science and Technology. – 2015. – Vol. 64. – No. 2. – P. 735–741.
10. Frati, A. Industrial freezing, cooking, and storage differently affect antioxidant nutrients in vegetables / A. Frati, E. Antonini, P. Ninfali // Fruits, Vegetables, and Herbs. Bioactive Foods in Health Promotion. – 2016. – P. 23–39.
11. Effect of pre-treatment on pressing efficiency and properties of rhubarb (*Rheum raphanistrum* L.) juice / R., Nadulski, J. Skwarcz, A. Sujak, Z. Kobus, K. Zawisłak, A. Stój, J. Wyrostek // Journal of Food Engineering. – 2015. – Vol. 166. – P. 370–376.

References

1. Avdeenko S.S. Vyrashchivanie revenya v usloviyakh Rostovskoy oblasti [The Cultivation of rhubarb in the conditions of Rostov region]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of Urals], 2012, vol. 104, no. 12, pp. 35–36.
2. Беспалова О.В. Tekhnologiya modifikatsii rastitel'nogo syr'ya dlya proizvodstva pishchevykh produktov [Technology of modification of vegetable raw materials for food production]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Siberian Bulletin of agricultural science], 2012, no. 1, pp. 112–116.
3. Koldaev M.M. Spektrofotometricheskie pokazateli izvlecheniy iz revenya [Spectrophotometric indicators of extracts from rhubarb]. *Tikhookeanskiy meditsinskiy zhurnal* [Pacific medical journal], 2015, vol. 60, no. 2, pp. 52–54.
4. Slysarevskaya I.V. Svoystva i tovarovedno-tekhnologicheskaya kharakteristika revenya [Properties, and merchandising characteristics of the rhubarb]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural products], 2015, no. 1, pp. 5–8.
5. Sun W., Xin Zhang X., Zhang Z., Zhu R. Data fusion of near-infrared and mid-infrared spectra for identification of rhubarb. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2017, vol. 171, pp. 72–79. DOI: org/10.1016/j.saa.2016.07.039.
6. Borisova A.V., Makarova N.V. Vliyanie dlitel'nosti khraneniya na khimicheskiy sostav i antioksidantnye pokazateli svezhikh i zamorozhennykh ovoshchey [Influence of storage duration on chemical composition and antioxidant indicators of fresh and frozen vegetables]. *Izvesti vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya*. [News institutes of higher Education. Food technology], 2013, no. 2–3, pp. 36–38.
7. Evans Ju.A. (ed.) *Frozen Food Science and Technology*. Wiley-Blackwell Publ. Ltd, 2008. (Russ. ed.: Bazarnova Yu.G. (ed.), Shirokova V.D. *Zamorozhennyye pishchevyye produkty: proizvodstvo i realizatsiya*. St. Petersburg: Professiya Publ., 2010. 440 p.).
8. Korotkiy I.A., Sahabutdinova G.F., Ibragimov M.I. Opredelenie teplofizicheskikh svoystv komponentov plodoovoshchnoy smesi v protsesse zamorazhivaniya [Determination of thermophysical properties of components of fruit and vegetable mixtures in freezing]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2016, vol. 40, no. 1, pp. 81–86.
9. Bureau S., Mouhoubi S., Touloumet L., Garcia C., Moreau F., Bédouet V., Renard C.M.G.C. Are folates, carotenoids and vitamin C affected by cooking? Four domestic procedures are compared on a large diversity of frozen vegetables. *LWT - Food Science and Technology*, 2015, vol. 64, no. 2, pp. 735–741. DOI:10.1016/j.lwt.2015.06.016.

10. Frati A., Antonini E., Ninfali P. Industrial freezing, cooking, and storage differently affect antioxidant nutrients in vegetables. *Fruits, Vegetables, and Herbs. Bioactive Foods in Health Promotion*, 2016, pp. 23–39. DOI:10.1016/B978-0-12-802972-5.00002-0.

11. Nadulski R., Jacek Skwarcz J., Sujak A., Kobus Z., Zawisłak K., Stój A., Wyrostek J. Effect of pre-treatment on pressing efficiency and properties of rhubarb (*Rheum rhaponticum* L.) juice. *Journal of Food Engineering*, 2015, vol. 166, pp. 370–376. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2015.06.035.

Дополнительная информация / Additional Information

Исследование пригодности к замораживанию и длительному хранению черешков ревеня / С.Ю. Глебова, О.В. Голуб, Л.Б. Ратникова, Н.И. Давыденко // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 119–125.

Glebova S.Yu., Golub O.V., Ratnikova L.B., Davydenko N.I. Suitability of rhubarb petioles for freezing and long-term storage. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 119–125 (In Russ.).

Глебова Светлана Юрьевна

канд. биол. наук, доцент, заведующая кафедрой технологии и организации общественного питания, Частное образовательное учреждение высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Сибирский университет потребительской кооперации», 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26, тел.: +7 (383) 346-16-20, e-mail: suhinsu@mail.ru

Голуб Ольга Валентиновна

д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров, технологии общественного питания, Частное образовательное учреждение высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Сибирский университет потребительской кооперации», 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26, тел.: +7 (383) 346-17-53, e-mail: golubiza@rambler.ru

Ратникова Лариса Борисовна

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии и организации общественного питания, Частное образовательное учреждение высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Сибирский университет потребительской кооперации», 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26, тел.: +7 (383) 346-16-20, e-mail: equippit@sibupk.nsk.su

Давыденко Наталия Ивановна

д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры технологии и организации общественного питания, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, e-mail: nat1861@yandex.ru

Svetlana Yu. Glebova

Cand.Sci.(Biol.), Associate Professor, Head of the Department of Catering Technology and Organization, Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia, phone: +7 (383) 346-16-20, e-mail: suhinsu@mail.ru

Olga V. Golub

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Commodity and Examination of Goods, Technology of Public Catering, Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia, phone: +7 (383) 346-17-53, e-mail: golubiza@rambler.ru

Larisa B. Ratnikova

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Technology and Organization of Public Catering, Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia, phone: +7 (383) 346-16-20, e-mail: equippit@sibupk.nsk.su

Nataliia I. Davydenko

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of technology and organization of public catering, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, e-mail: nat1861@yandex.ru

