

УДК 663.6.8

UDC 663.6.8

DOI 10.30679/2219-5335-2022-2-74-204-221

DOI 10.30679/2219-5335-2022-2-74-204-221

**РАЗРАБОТКА
МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ
ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКОЙ
ЦЕННОСТИ ФРУКТОВ,
ЯГОД И ОВОЩЕЙ,
ЗАМОРОЖЕННЫХ
В УСЛОВИЯХ АКУСТИЧЕСКОЙ
ЗАМОРОЗКИ**

**DEVELOPMENT
OF A METHODOLOGY
FOR ASSESSING
THE ORGANOLEPTIC VALUE
OF FRUITS, BERRIES
AND VEGETABLES FROZEN
UNDER ACOUSTIC FREEZING
CONDITIONS**

Климашевский Игорь Викторович¹
заместитель директора
e-mail: info@aeprus.com

Klimashevsky Igor Viktorovich¹
Deputy Director
e-mail: info@aeprus.com

Балаболин Дмитрий Николаевич^{1, 2}
магистрант², директор¹
e-mail: info@aeprus.com

Balabolin Dmitry Nikolaevich^{1, 2}
Master's student², Director¹
e-mail: info@aeprus.com

Печурин Андрей Александрович^{2, 3}
магистрант², директор³
e-mail: andrey.pechurin@gmail.com

Pechurin Andrey Alexandrovich^{2, 3}
Master's student², Director³
e-mail: andrey.pechurin@gmail.com

Сидоренко Юрий Ильич⁴
д-р техн. наук., профессор
директор
e-mail: sidorenkomgupp@yandex.ru

Sidorenko Yury Ilich⁴
Dr. Sci. Tech., Professor
Director
e-mail: sidorenkomgupp@yandex.ru

Ливинская Светлана Алексеевна⁵
канд. техн. наук, доцент
специалист
e-mail: livinskaya@mail.ru

Livinskaya Svetlana Alekseevna⁵
Cand. Tech. Sci., Docent
Specialist
e-mail: livinskaya@mail.ru

Юдицкая Ирина Михайловна⁶
учитель
e-mail: i.yuditskaya@ok2083.ru

Yuditskaya Irina Mihaylovna⁶
Teacher
e-mail: i.yuditskaya@ok2083.ru

Гасанов Руслан Гарифович⁶
обучающийся
e-mail: mrsadman45@gmail.com

Gasanov Ruslan Garifovich⁶
Student
e-mail: mrsadman45@gmail.com

Голиков Николай Алексеевич⁶
обучающийся
e-mail: Nikolaygolikov1i1@gmil.com

Golikov Nikolay Alekseevich⁶
Student
e-mail: Nikolaygolikov1i1@gmil.com

Сапожников Артем Евгеньевич⁶
обучающийся
e-mail: capyxina@gmail.com

Sapozhnikov Artem Evgenevich⁶
Student
e-mail: capyxina@gmail.com

Сидоренко Андрей Алексеевич⁶
обучающийся
e-mail: sidorenkoandrey1234@yandex.ru

Sidorenko Andrey Alekseevich⁶
Student
e-mail: sidorenkoandrey1234@yandex.ru

¹ООО «Акустическая заморозка»,
Москва, Россия

²Московский государственный
университет пищевых производств,
Москва, Россия

³Acoustic Extra Freezing Oy,
Хельсинки, Финляндия

⁴Акционерное общество
«Торговый дом «Биоснабсбыт»,
Москва, Россия

⁵Федеральный Центр
Мониторинга Питания Обучающихся
Министерства Просвещения РФ,
Москва, Россия

⁶Государственное бюджетное
образовательное учреждение г. Москвы
«Школа № 2083»,
Москва, Россия

¹LLC «ACOUSTIC FREEZING»,
Moscow, Russia

²Moscow State University
of Food Production,
Moscow, Russia

³Acoustic Extra Freezing Oy,
Helsinki, Finland

⁴Joint-Stock Company
Trading House «Biosnabsbyt»,
Moscow, Russia

⁵Federal Center
for Monitoring the Nutrition of Students
of the Ministry of Education of the RF,
Moscow, Russia

⁶Moscow State
Educational Institution
«School No. 2083»,
Moscow, Russia

Разработана методика оценки органолептической ценности растительных объектов, подверженных холодильному хранению. В предварительных исследованиях была выявлена степень криоскопической денатурации свободной и связанной воды в замораживаемом мясном, рыбном сырье, в винограде. В других фруктах, овощах и ягодах такая работа не проводилась. В данном исследовании показана возможность обеспечения высокого потребительского качества растительного сырья при его холодильном хранении за счет использования акустической заморозки (AEF), сравнение последствий для потребительского качества растительного сырья акустической заморозки и шоковой заморозки. Разработана методика органолептической оценки качества растительной продукции, хранящейся в криоскопических условиях.

На основе разработанной методики органолептической оценки проведена экспертиза потребительского качества объектов (малина, ежевичная малина, земляника садовая (клубника), голубика, кабачки, морковь и инжир). Установлено, что при хранении растительного сырья в условиях акустической заморозки его потребительское качество остается

A methodology for assessing the organoleptic value of plant objects subject to cold storage has been developed. Preliminary studies revealed the degree of cryoscopic denaturation of free and bound water in frozen meat, fish raw materials, and grapes. No such work has been carried out in other fruits, vegetables and berries. This study shows the possibility of ensuring high consumer quality of vegetable raw materials during its cold storage through the use of acoustic freezing (AEF). The effect of acoustic freezing and shock freezing on the consumer quality of plant raw materials is compared. A method of organoleptic assessment of the quality of plant products stored in cryoscopic conditions has been developed. An examination of the consumer quality of plant objects (raspberries, blackberry raspberries, garden strawberries (strawberries), blueberries, zucchini, carrots and figs) was carried out on the basis of the developed methodology of organoleptic assessment. It is established that when storing plant

высоким и может быть отнесено к категориям «Премиум» и «Базовый». Выявлено, что хранение растительного сырья в условиях инновационного способа акустической заморозки, предупреждающего кристаллизацию свободной и связанной внутриклеточной воды, в отличие от шоковой заморозки, позволяет в значительной степени сохранить его потребительское качество. Разработанная методика холодильного хранения растительных объектов в условиях акустической заморозки позволяет относить растительное сырье после размораживания к различным категориям качества.

Ключевые слова: АКУСТИЧЕСКОЕ, ШОКОВОЕ ЗАМОРАЖИВАНИЕ, РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ, КАЧЕСТВО, ДЕСКРИПТОРЫ

raw materials under acoustic freezing conditions, its consumer quality remains high and can be classified as «Premium» and «Basic». It is revealed that the storage of plant raw materials under the conditions of an innovative method of acoustic freezing, which prevents the crystallization of free and bound intracellular water, in contrast to shock freezing, allows to significantly preserve its consumer quality. The developed method of refrigerating plant objects under acoustic freezing conditions allows plant raw materials to be classified into various quality categories after defrosting.

Key words: ACOUSTIC SHOCK FREEZING, PLANT MATERIAL, QUALITY, DESCRIPTORS

Введение. Овощи, фрукты и ягоды относятся к незаменимым источникам углеводов, растительных жиров, пищевых волокон, витаминов, минеральных и минорных нутриентов в рационе питания современного человека. Значение их для человеческого организма трудно переоценить [1]. Особенно актуальна задача обеспечения наличия не менее двух порций в сутки овощей и фруктов в питании детей [2-5]. Овощи, фрукты, ягоды (растительные объекты, РО) выступают в качестве источника минеральных веществ, которые обеспечивают рост и развитие детского организма. Они влияют в значительной степени на предотвращение развития алиментарных заболеваний, метаболического синдрома, ожирения, диабета, сердечно-сосудистых заболеваний. Кроме того, в детском возрасте на всю жизнь формируются пищевые привычки и приверженность принципам здорового питания [6-9]. РО обеспечивают пищеварительную систему человека пищевыми волокнами (ПВ). Пищевые волокна – это комплекс сложных углеводов: клетчатки (целлюлозы), гемицеллюлозы, пектинов, камеди (гумми), слизи,

а также не являющегося углеводом лигнина (полимер ароматических спиртов). ПВ влияют на усвояемость макро- и микронутриентов, а также на экскрецию продуктов метаболизма, нормализуя работу пищеварительной системы человека [10]. В промышленной практике РО, содержащие ПВ, широко применяют в рецептурах пищевых продуктов в качестве стабилизаторов структуры. Нутрициологические исследования показали эффективность ПВ для регулирования всасываемости липидов в кишечнике, снижения уровня холестерина в крови животных и человека. Эффект был установлен при потреблении целлюлозы, хитозана, гликоманнана, композиции хитозана и гликоманнана, инулина [11-12]. Отечественные нутрициологические исследования подтвердили возможность использования растворимых и нерастворимых ПВ для коррекции различных метаболических нарушений [13-14].

В работе Е.К. Байгарина [15] было показано, что при расчете количества потребляемых ПВ необходимо учитывать вид включаемых в диету РО. Растворимые и нерастворимые волокна, в разных количествах присутствующие в РО, отличаются значением для обмена веществ человека (табл. 1). Растворимые волокна вносят вклад в пищевую ценность рациона. Нерастворимые волокна улучшают работу пищеварительной системы человека [15].

Таблица 1 – Содержание растворимых и нерастворимых пищевых волокон различных растительных объектов

Наименование РО	Содержание пищевых волокон, %		
	общее	растворимых	нерастворимых
морковь	до 3,0	1,4	1,6
кабачки	до 2,0	0,6	1,4
виноград	до 1,7	1,2	0,5
малина	до 4,8	0,6	4,2
земляника	до 3,5	0,7	2,8
ежевика	до 7,8	2,5	5,3
инжир	12,0	7,1	2,5
черника	12,1	0,4	2,4

Традиционной технологией длительного хранения растительного сырья является сушка. В последнее время для длительного хранения используют холодильные технологии [16]. Однако использование криотехнологий ограничено в связи со снижением в процессе холодильного хранения потребительских свойств продуктов растительного происхождения, поэтому применение криотехнологий для хранения растительного сырья, гарантирующих его потребительские характеристики, является актуальным. Ранее была описана технология акустического замораживания (AEF) и результаты исследований по хранению пищевого сырья, замороженного в условиях новой технологии [3,17-18]. Овощи (картофель, фасоль, кабачки, различные виды капусты), фрукты (голубика, малина, земляника, ежевика), замороженные в системе AEF [17], виноград [3] отличались от аналогичных образцов, замороженных в условиях типовой шоковой заморозки. Было показано, что при акустической заморозке РО не теряли своего исходного вкуса и текстуры. При шоковой заморозке РО приобретали выраженный кислый вкус, наблюдалось появление волокнистости во вкусе. Аналогичные результаты были получены при замораживании мяса [17] и рыбы [18].

Использование криотехнологий актуально для сохранения потребительских свойств овощей и фруктов после длительного хранения [16]. Для РФ, большинство населения которой проживает в условиях затрудненного снабжения свежей растительной продукцией, требуется использование консервированных продуктов. Ранее было показано, что влага, содержащаяся в растительных объектах, в процессе акустической заморозки претерпевает фазовые переходы первого рода с выделением твердотельной структуры. Однако твердая фаза замороженных растительных объектов представляла собой не кристаллическое тело, а тело, близкое к аморфному. В объекте сохранялась присущая виду клеточная структура, обладающая характеристиками гораздо более близкими свежему состоянию в сравнении с объектами, замороженными в условиях шоковой заморозки. Было показано, что при использовании технологии AEF при последующем размораживании исходные

потребительские характеристики полностью (или в значительной степени) сохраняются [3, 17-18]. Процесс автолиза растительной структуры запускается при возникновении достаточного количества свободной влаги, образующейся в процессе деструкции клеточной гидратной структуры. Акустическая заморозка предотвращает запуск процесса автолиза в объектах растительной природы. Целью исследования было сравнение влияния акустического и шокового замораживания на органолептические свойства РО.

Объекты и методы исследования. РО выбирали из возможного ассортимента, сравнивая их по общему содержанию пищевых волокон, а также наличию их растворимых и нерастворимых форм. РО при низкотемпературном воздействии, могут претерпевать деструктивные изменения различной глубины. Степень таких изменений зависит от соотношения слабо связанной и прочно связанной гидратной влаги. Известно, что поскольку в РО вся вода находится в форме гидратных оболочек, соотношение форм гидратной воды предопределено соотношением растворимых и нерастворимых пищевых волокон. Были выбраны: земляника садовая, черника обыкновенная, малина обыкновенная, логанова ягода (ежевичная малина, гибрид, полученный путем скрещивания малины с ежевикой), кишмиш белый овальный, смоковница обыкновенная (инжир), кабачок, морковь кормовая.

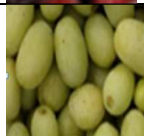
Для сравнения акустической и шоковой заморозки исследуемые растительные объекты были вначале подвергнуты замораживанию одним из указанных методов, а впоследствии обе партии замороженных растительных объектов хранили в обычной промышленной морозильной камере при температуре минус 18 °С. Эксперимент был проведен в октябре 2021 г. на базе ООО «Акустическая заморозка» с использованием холодильного оборудования компании. Выемку РО осуществляли по истечению 8 недель морозильного хранения. РО после замораживания и хранения подвергали дефростации при комнатной температуре, предварительно выдержав в течение

5–7 мин в питьевой воде с начальной температурой +4 °С. Время размораживания было предварительно определено экспериментальным путем для каждого вида РО. Потребительское качество пищевых продуктов во многом зависит от органолептических характеристик, поэтому сравнение качества РО после размораживания оценивали органолептическим (сенсорным) методом. Результаты органолептической оценки заносили в протоколы. Для оценки РО использовали экспертную панель с участием отобранных дегустаторов (экспертов) [19]. Эвристическая экспертиза проводилась путем «мозгового штурма». Эвристическая экспертиза заключалась в формулировании дегустаторами сенсорных характеристик (дескрипторов), которыми, по их мнению, может быть оценена потребительская ценность РО [19]. Заключение экспертов подвергали статистической обработке [20]. Ключевые потребительские характеристики (КПХ) РО выявляли ранжированием оценок дегустаторов дескрипторам. По КПХ оценивали органолептические показатели РО после замораживания двумя методами и хранения в течение 8 недель в условиях типового промышленного холодильника. По разработанной в ходе исследования шкале дифференциации значений интегральной сенсорной оценки РО по уровням их качества, размороженные РО относили к соответствующим категориям.

Обсуждение результатов. Для сравнения оценки потребительских свойств РО, подвергнутых замораживанию двумя методами, на первом этапе была разработана оригинальная методика сенсорной оценки. Методика основана на эвристической экспертизе [19, 20] и состоит из нескольких обязательных последовательных этапов: формулирование перечня дескрипторов качества, ранжирование дескрипторов, выбор ключевых потребительских характеристик (КПХ), выбор коэффициентов значимости КПХ, проведение товароведной экспертизы, расчет интегрального показателя сенсорного качества РО.

Внешний вид растительных объектов, замороженных двумя способами, приведен на фотографиях таблицы 2. Визуальная оценка показала, что РО, замороженные в условиях ШЗ, в отличие от аналогичных образцов, замороженных в условиях АЕФ, содержат лед на поверхности и в объеме (табл. 2). РО, замороженные по технологии АЕФ, имели ровную поверхность, без разрывов, подтеков сока, наледи и льда.

Таблица 2 – Сравнение внешнего вида растительного сырья

Растительное сырье	Внешний вид ягод и овощей, замороженных при разных технологиях	
	шоковая заморозка	АЕФ
Земляника садовая, род: <u>Земляника</u> (<i>Fragaria</i>) Семейство: <u>Розовые</u> (<i>Rosaceae</i>)		
Черника обыкновенная: <i>Vaccinium myrtillus</i> Семейство: Брусничные (<i>Vacciniaceae</i>)		
Малина обыкновенная: <i>Rubus idaeus</i> L. Семейство: Розовые (<i>Rosaceae</i>)		
Логанова ягода (ежевичная малина), <i>Rubus idaeus</i> , <i>Rubus fruticosus</i> Семейство: Розовых (<i>Rosaceae</i>), гибрид		
Кишмиш белый овальный, <i>Vitis vinifera</i> Семейство: Виноградовые		
Смоковница обыкновенная, инжир: <i>Ficus carica</i> L. Семейство: Тутовые, <i>Moraceae</i>		
Кабачок – Тыквоцветные (<i>Cucurbitales</i> Dumort.), семейство Тыквенные (<i>Cucurbitaceae</i> Juss.), род Тыква (<i>Cucurbita</i> L.), вид Тыква обыкновенная (<i>Cucurbita pepo</i> L.), подвид Кабачок.		
Морковь кормовая (<i>Daucus carota</i> L.). Семейство сельдерейные (<i>Apiaceae</i>).		

Первоначально сформировали перечень дескрипторов, которыми может быть оценено потребительское качество РО, подвергнутых холодильному хранению (табл. 3). Далее расположили их в ряд по значимости, то есть, ранжировали.

Таблица 3 – Рейтинговая оценка потребительских характеристик

№	Дескриптор	Эксперты							Сумма баллов	Рейтинг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Скорость оттаивания в воде при комнатной температуре	11	16	8	17	25	19	16	112	17
2	Наличие свободного сублимированного инея в упаковке хранения	19	15	22	18	24	21	19	138	21
3	Ощущение ледяных кристаллов на поверхности растительного объекта во рту	13	14	21	19	23	20	21	131	20
4	Скорость оттаивания во рту	18	11	9	12	6	18	20	94	12
5	Гармоничность внешнего вида после оттаивания поверхности	14	21	17	20	7	10	17	106	16
6	Уровень подобию внешнего вида свежим растительным объектам	15	20	10	13	22	11	12	103	13
7	Целостность кожного покрова	9	10	11	14	21	12	13	90	11
8	Сохранения естественной геометрии в замороженном виде	16	24	18	15	20	17	14	124	18
9	Сохранение естественной геометрии после оттаивания	17	22	20	16	19	16	15	125	19
10	Изменение геометрической формы после хранения в течение двух часов после оттаивания при комнатной температуре	20	23	19	21	18	22	16	139	22
11	Изменение окраски после хранения в течение двух часов после оттаивания при комнатной температуре	21	19	23	23	17	23	21	147	23

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	Наличие «влажного отпечатка» на фильтровальной бумаге после двух часов хранения после оттаивания при комнатной температуре	23	25	24	22	16	24	22	156	25
13	Наличие сокового следа на ноже при разрезании	5	9	12	9	15	15	11	76	9
14	Наличие песчанистости при разжевывании	22	13	13	25	10	14	9	106	14
15	Наличие характерного хруста при раскусывании	12	18	14	8	11	9	8	80	10
16	Ощущение «свежего овоща и ягоды» при разжевывании	6	8	16	11	14	1	10	66	8
17	Ощущение кашеподобной консистенции при разжевывании	24	12	15	10	9	13	23	106	15
18	Уровень прозрачности капли сока на покровном стекле	25	17	25	24	13	25	24	153	24
19	Наличие характерного аромата цельного растительного объекта	4	2	7	6	12	8	7	46	7
20	Наличие характерного аромата после нарушения целостности	3	4	6	7	8	4	3	35	5
21	Присущий свежему уровень вкуса и послевкусия	2	1	1	1	1	3	1	10	1
22	Наличие инея на поверхности объекта	1	3	2	5	3	2	5	21	2
23	Уровень подобия внешнего вида размороженных продуктов наименованию	7	5	3	4	4	6	2	31	3
24	Наличие тургора (упругости)	8	7	4	2	3	5	4	33	4
25	Скорость наступления максимального ощущения сладости	10	8	5	3	2	7	6	41	6

Рейтинг дескрипторов рассчитывали как сумму баллов, присвоенных экспертами дескриптору (см. табл. 3, столбец 10,), и строили график в осях «сумма баллов-рейтинг» (рис. 1).

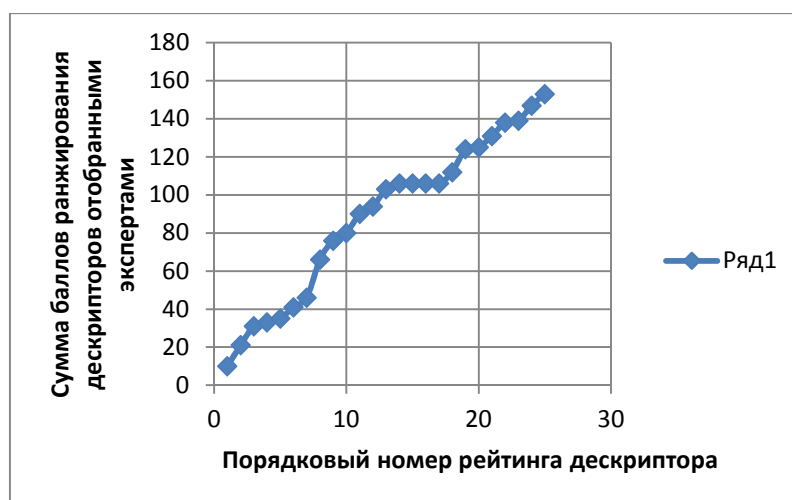


Рис. 1. Зависимость суммы рангов дескрипторов от их рейтинга

Пять дескрипторов, набравших наименьшую сумму рангов, составили отдельную группу. Следующие по сумме набранных баллов дескрипторы заметно отличаются, то есть, дескрипторы с номерами 21-24 (см. табл. 3, столбец 1) получили после обработки рейтинговые номера 1-5 (см. табл. 3, столбец 11).

Эти пять дескрипторов рассматривали в качестве ключевых потребительских характеристик (КПХ), в достаточной степени описывающих спектр сенсорных характеристик РО, подвергнутых холодильному хранению. Для КПХ была сформирована пятибалльная описательная шкала (табл. 4). Таким образом, максимальная органолептическая оценка замороженного РО после криохранения и размораживания может иметь значение 100 баллов, а минимальная может иметь значение 20 баллов (табл. 5).

Мнения экспертов в части оценки значимости дескрипторов достаточно консолидированы (см. табл. 5). Наибольшее значение коэффициентов значимости КПХ (равных «3»), имеют дескрипторы: «Наличие инея на поверхности растительного объекта» и «Наличие характерного аромата РО»; на втором месте – «Присущий свежему уровень вкуса и послевкусия РО» и «Наличие тургора (упругости)». а «Подобие внешнего вида размороженных продуктов наименованию» – на третьем месте. Значимые дескрипторы были включены дегустационные листы для последующих дегустаций.

Таблица 4 – Описание балльной шкалы органолептической оценки

КПХ	Описание уровней качества и соответствующие им баллы				
	5	4	3	2	1
Присущий свежему образцу, уровень вкуса, послевкусия и сладости	Очень приятный, гармоничный, выраженный свойственный, усиливающийся при разжевывании. Без посторонних привкусов	Приятный, умеренно выраженный свойственный. Без посторонних. Слегка ощущаются пустые тона	Слабо выраженный свойственный вкус, с легким соломенным привкусом	Невыраженный фруктовый вкус с соломенным привкусом	Неприятный вкус, отсутствие свойственного тона, с привкусом целлюлозы
Наличие инея на поверхности РО или в упаковке	Отсутствие инея и кристаллов льда в упаковке. Наличие карамельной матовости поверхности	Отсутствие инея и кристаллов льда в упаковке. Наличие поседения от микрокристаллов льда на поверхности	Присутствие незначительного количества инея в упаковке. Наличие на поверхности значительного количества микрокристаллов льда на поверхности	Наличие инея на поверхности РО, или в упаковке. Объект с начальными признаками сублимационной дегидратации	Много инея в упаковке или шуба из инея на поверхности объекта. Объект с визуальными признаками сублимационной дегидратации
Уровень подобию внешнего вида размороженных РО наименованию	Очень приятный, сбалансированный, хорошо выраженный. С наличием блеска, характерного для свежих РО	Приятный, умеренно выраженный, без посторонних пятен и цвета. Не характерный для РО блеск	Слабо выражен, без пророчащих оттенков. Имеются отдельные места с белесыми цветовыми тонами	Не выражен, без пророчащих оттенков. Часть поверхности имеет белесые тона	Неприятный, несвойственный наименованию РО внешний вид, имеются подтеки и пятна
Наличие тургора, упругости	Очень приятный, сбалансированный, выраженный. Тактильные ощущения насыщенные	Приятный, умеренно выраженный, без избыточной упругости. Тактильный профиль выражен отчетливо	Слабо выражены без разбрызгивания сока во рту. Тактильный профиль не выразителен	Невыраженный, без пророчащих оттенков. Тактильный профиль не гармоничен, волокнистый	Неприятный, Волокнистый. Тактильный профиль, не комфортен в ротовой полости.
Наличие характерного аромата РО	Очень приятный, свойственный, выраженный	Приятный, умеренно выраженный, без посторонних запахов	Слабо выраженный, без пророчащих оттенков	Невыраженный, без пророчащих оттенков	Неприятный, с несвойственными РО оттенками аромата

Таблица 5 – Расчет коэффициентов значимости КПХ

Эксперты	Коэффициенты значимости КПХ растительных объектов				
	Присущий свежему уровню вкуса и послевкусия РО	Наличие и неа на поверхности растительного объекта	Подобие внешнего вида размороженных РО наименованию	Наличие тургора (упругости)	Наличие характерного аромата РО
Первый	3	2	5	6	2
Второй	4	3	6	5	3
Третий	5	4	7	3	2
Четвертый	4	4	5	4	3
Пятый	6	3	6	4	2
Шестой	4	4	5	3	2
Седьмой	3	2	7	4	5
Сумма значений КЗ	29	22	41	29	22
Ср ¹ КЗ	4,14	3,14	5,86	4,14	3,14
УСр ² КЗ	4	3	6	4	3
¹ - Среднее арифметическое значений					
² - Усредненные значения					

Предложена градация замороженных РО, подвергнутых криохранению и размораживанию, по категориям качества в зависимости от суммы баллов (табл. 6). По протоколам экспертизы РО по КПХ, осуществлены расчеты интегральной сенсорной оценки (ИнСО) ягод (табл. 7), кабачков, моркови и инжира (табл. 8).

Таблица 6 – Градация РО по категориям качества

Категория качества	Баллы, не ниже	
	Средние оценки по единичным показателям без учета коэффициентов весомости	Комплексный показатель с учетом коэффициентов весомости
Для непосредственного употребления (гастрономического назначения)		
Высшая	4,5	100-90
Первая	4,0	89-75
Вторая	3,0	74-50
Для промышленного использования		
Пищевая, для промышленного использования	2,0	49-20
Технологический брак (на утилизацию)	1,0	Менее 20

Таблица 7 – Интегральная сенсорная оценка ягод

Порядковый номер эксперта	Интегральная сенсорная оценка по видам РО и заморозки, баллы							
	Малина		Ежевичная малина		Земляника		Голубика	
	АЕФ	ШЗ	АЕФ	ШЗ	АЕФ	ШЗ	АЕФ	ШЗ
1	100	84	90	76	83	76	93	76
2	96	80	81	71	76	69	100	75
3	86	80	82	79	90	83	87	73
4	92	83	87	80	83	73	93	76
5	96	84	97	72	80	73	91	73
6	96	80	97	80	89	72	93	70
7	93	84	91	80	96	80	100	73
Среднее значение	94	82	89	77	85	75	94	74

Таблица 8 – Интегральная сенсорная оценка кабачка, моркови, инжира

Порядковый номер эксперта	Интегральная сенсорная оценка по видам РО и заморозки, баллы					
	Кабачок		Морковь		Инжир	
	АЕФ	ШЗ	АЕФ	ШЗ	АЕФ	ШЗ
1	69	63	97	49	87	73
2	60	60	96	58	-	-
3	55	55	78	51	90	84
4	80	80	96	73	83	72
5	76	69	97	60	87	77
6	83	80	97	43	91	82
7	69	66	91	47	80	73
Среднее значение	69	63	97	49	87	73

Итоговая профилегграмма интегральных сенсорных оценок РО, замороженных в условиях акустической, шоковой заморозки и показателей свежих РО приведена на рисунке 2.

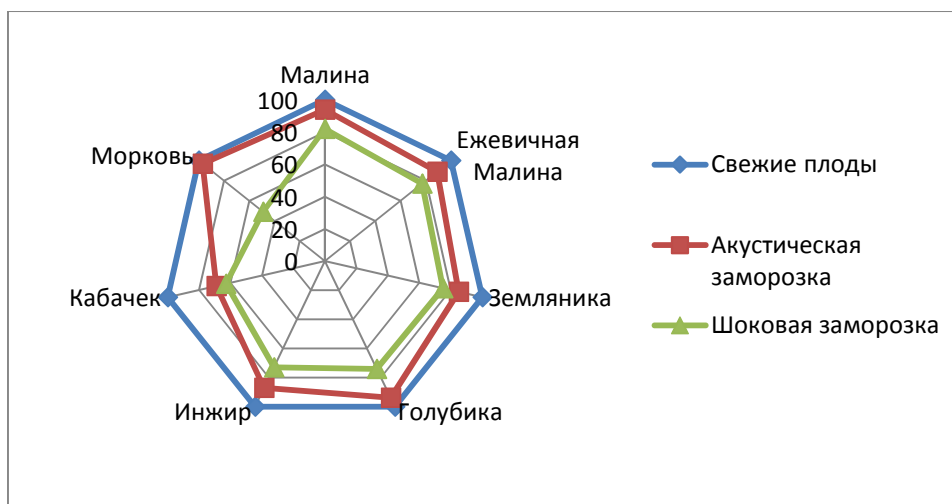


Рис. 2. Профилегграмма ИСО растительных объектов

Результаты органолептической экспертизы позволили сформулировать требования к градации уровня качества (табл. 9) и дифференцировать РО по категориям в соответствии с ИСО (табл. 10).

Таблица 9 – Зависимость качества от интегральной сенсорной оценки

Уровень качества	Диапазон значений интегральной сенсорной оценки, баллов
Премиум	90-100
Базовый	80-90
1 сорт	70-80
Некондиционный	Менее 70

Таблица 10 – Дифференциация значений ИСО по уровню качества

Наименование РО	Значение ИСО свежих РО, баллов	Уровень качества и значение ИСО (баллы), в зависимости от заморозки	
		Акустическая	Шоковая
Малина	100	Премиум, 94	Базовый, 82
Ежевичная Малина	100	Базовый, 89	1 сорт, 77
Земляника	100	Базовый, 85	1 сорт, 75
Голубика	100	Премиум, 94	1 сорт, 74
Инжир	100	Базовый, 87	1 сорт, 73
Кабачок	100	1 сорт, 69	Некондиция, 63
Морковь	100	Премиум, 97	Некондиция, 49

Дифференциация РО по уровням на основе органолептической экспертизы (см. табл. 10) показала, что хранение после акустической заморозки позволяет получить виноград, малину, голубику, морковь, инжир, соответствующие уровню «Премиум»; ежевичную малину, землянику базового уровня; кабачки – на уровне 1 сорта.

При хранении в условиях шоковой заморозки малина, земляника, голубика, инжир соответствовали требованиям категории 1 сорта. Малина соответствовала категории «Базовый», а кабачок и морковь – категории «Некондиция».

Сравнение влияния акустического и шокового замораживания на органолептические свойства растительных объектов показало, что замораживание в условиях технологии АЕФ позволяет получать лучшие результаты для исследованных РО и предпочтительнее.

Выводы. Численными методами доказана высокая эффективность замораживания РО в условиях АЕФ, качество исследованных образцов после замораживания соответствовало категориям «Премиум» и «Базовый».

Требуются дальнейшие исследования по разработке режимов АЕФ для «трудных» РО, таких как ежевичная малина, земляника. При использовании шоковой заморозки качество РО соответствовало категории «1 сорт» и «не-кондиционное».

Внедрение АЕФ позволит использовать холодильные технологии для длительного хранения ягод, фруктов, овощей и гарантировать сохранение потребительского качества РО после размораживания, а также шире использовать их в рационах россиян.

Литература

1. Almatroodi SA, Almatroudi A, Alsahli MA, Rahmani AH. Grapes and their Bioactive Compounds: Role in Health Management Through Modulating Various Biological Phcogj.com Activities. Pharmacogn J. 2020;12(6):1455-62. URL: <https://www.phcogj.com> (дата обращения: 23.12.2021)
2. Ministry of Health. Regional Data Explorer 2014–2017: New Zealand Health Survey. Available from: <https://minhealthnz.shinyapps.io/nz-health-survey-2014-17-regional-updat e> (дата обращения: 23.12.2021)
3. Печурин А.А., Ливинская С.А. Использование акустической заморозки при разработке новых продуктов и блюд из винограда для школьного питания [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 69(3). С. 257-274. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/21/03/20.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-3-69-257-274 (дата обращения: 23.12.2021)
4. Improving low fruit and vegetable intake in children: Findings from a system dynamics, community group model building study Sarah GerritsenID, Ana Renker-Darby, Sophia Harre´, David Rees, Debbie A. Raroa, Michele Eickstaedt, Zaynel Sushil, Kerry Allan, Ann E. Bartos, Wilma E. Waterlander, Boyd Swinbur / Plos one. August 15, 2019. – P. 1-16. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0221107> 5.
5. Rasmussen M, Krølner R, Klepp K, Lytle L, Brug J, Bere E, et al. Determinants of fruit and vegetable consumption among children and adolescents: a review of the literature. Part I: quantitative studies. Int J Behav Nutr Phys Act 2006;3(22). URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16904006/>
6. Te Velde S, Twisk J, Brug J. Tracking of fruit and vegetable consumption from adolescence into adulthood and its longitudinal association with overweight. Br. J. Nutr. 2007, 98(2), 431– 438. URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/>
7. Tracking of fruit and vegetable consumption from adolescence into adulthood and its longitudinal association with overweight /Saskia J. te Velde, Jos W. R. Twisk, Johannes Brug // Published online by Cambridge University Press: August 2007. URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article>

8. Matheson A, Walton M, Gray R, Lindberg K, Shanthakumar M, Wehipeihana N, et al. / Summative evaluation report of Healthy Families NZ: September 2018. Wellington: Massey University; 2018. URL: <https://www.health.govt.nz/system/files/documents/publications/>
9. Jaime PC, Lock K. Do school based food and nutrition policies improve diet and reduce obesity? / *Prev Med* 2009; 48:45–53. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19026676/>
10. Поладашвили Р.О., Галстян Н.В. Пищевые волокна – важная составляющая сбалансированного здорового питания // *Тенденции развития науки и образования*. 2020. № 68. С 68-71. DOI: 10.18411/lj-12-2020-70, idsp: ljjournal-12-2020-70
11. [Cynthia M. Gallaher](#), [Jessa Munion](#), [Robert Hesslink, Jr.](#), [John Wise](#), [Daniel D. Gallaher](#) / Cholesterol Reduction by Glucomannan and Chitosan Is Mediated by Changes in Cholesterol Absorption and Bile Acid and Fat Excretion in Rats / *The Journal of Nutrition*, Volume 130, Issue 11, November 2000, Pages 2753–2759, <https://academic.oup.com/jn/article/130/11/2753> (дата обращения: 23.12.2021)
12. Causey JL, Feirtag JM, Gallaher DD, Tungland BC, Slavin JL. Effects of dietary inulin on serum lipids, blood glucose and the gastrointestinal environment in hypercholesterolemic men. *Nutrition Research* 20(2):191-201 DOI:10.1016/S0271-5317(99)00152-9 <https://www.researchgate.net/publication/240181459> (дата обращения: 08.01.2022)
13. Влияние рационов, обогащённых инулином и олигофруктозой, на клеточный и гуморальный иммунитет у крыс / Э.Н. Трушина [и др.] // *Вопросы питания*. 2005. Т. 74. № 3. С. 22-27. <https://cyberleninka.ru/article/n/> (дата обращения: 08.01.2022)
14. Изучение влияния хитозана на клинико-биохимические и иммунологические показатели у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями / А.В. Погожева [и др.] // *Вопросы питания*. 2005. Т. 74. № 4. С. 27-30.
15. Байгарин Е.К. Содержание пищевых волокон в пищевых продуктах растительного происхождения // *Вопросы питания*. 2006. Т. 75. № 3. С. 42-44.
16. Influence of the freezing method on the changes that occur in grape samples after frozen storage. Luis G Santesteban, Carlos Miranda and Jose B Royo. *J Sci Food Agric* 2013; 93: 3010–3015. URL: <https://e.mail.ru/attach/16178129940340335418/>
17. Балаболин Д.Н., Климашевский И.В. Революционные методы акустической заморозки. *Империя холода*. 2017. С. 38-42.
18. Печурин А.А. Рыба, замороженная по технологии AEF, превзошла свежую. *Империя холода*. 2021. С. 34-44.
19. Балаболин Д.Н., Ливинский А.А. Развитие органолептических методов оценки потребительских предпочтений при создании персонализированных продуктов и рационов // *Товаровед продовольственных товаров*. № 2. 2020. С. 66-80.
20. Сидоренко Ю.И., Шеховцова Т.Г., Цветкова Л.Г. Формирование номенклатуры дескрипторов качества нового сорта мармелада // *Вестник РГТЭУ*. 2010. № 7-8 (45). С. 127-132.

Reference

1. Almatroodi SA, Almatroudi A, Alsahli MA, Rahmani AH. Grapes and their Bioactive Compounds: Role in Health Management Through Modulating Various Biological Phcogj.com Activities. *Pharmacogn J*. 2020;12(6):1455-62. URL: <https://www.phcogj.com> (data obrashcheniya: 23.12.2021)
2. Ministry of Health. Regional Data Explorer 2014–2017: New Zealand Health Survey. Available from: <https://minhealthnz.shinyapps.io/nz-health-survey-2014-17-regional-updat e> (data obrashcheniya: 23.12.2021)
3. Pechurin A.A., Livinskaya S.A. Ispol'zovanie akusticheskoy zamorozki pri razrabotke novykh produktov i blyud iz vinograda dlya shkol'nogo pitaniya [Elektronnyj resurs] // *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2021. № 69(3). С. 257-274. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/21/03/20.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-3-69-257-274 (data obrashcheniya: 23.12.2021)

4. Improving low fruit and vegetable intake in children: Findings from a system dynamics, community group model building study Sarah GerritsenID, Ana Renker-Darby, Sophia Harre', David Rees, Debbie A. Raroa, Michele Eickstaedt, Zaynel Sushil, Kerry Allan, Ann E. Bartos, Wilma E. Waterlander, Boyd Swinbur / Plos one. August 15, 2019. – P. 1-16. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0221107> 5.
5. Rasmussen M, Krølner R, Klepp K, Lytle L, Brug J, Bere E, et al. Determinants of fruit and vegetable consumption among children and adolescents: a review of the literature. Part I: quantitative studies. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2006;3(22). URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16904006/>
6. Te Velde S, Twisk J, Brug J. Tracking of fruit and vegetable consumption from adolescence into adulthood and its longitudinal association with overweight. *Br. J. Nutr.* 2007, 98(2), 431-438. URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/>
7. Tracking of fruit and vegetable consumption from adolescence into adulthood and its longitudinal association with overweight /Saskia J. te Velde, Jos W. R. Twisk, Johannes Brug // Published online by Cambridge University Press: August 2007. URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article>.
8. Matheson A, Walton M, Gray R, Lindberg K, Shanthakumar M, Wehipeihana N, et al. / Summative evaluation report of Healthy Families NZ: September 2018. Wellington: Massey University; 2018. URL: <https://www.health.govt.nz/system/files/documents/publications/>
9. Jaime PC, Lock K. Do school based food and nutrition policies improve diet and reduce obesity? / *Prev Med* 2009; 48:45–53. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19026676/>
10. Poladashvili R.O., Galstyan N.V. Pishchevye volokna – vazhnaya sostavlyayushchaya sbalansirovannogo zdorovogo pitaniya // *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2020. № 68. S 68-71. DOI: 10.18411/lj-12-2020-70 , idsp: ljjournal-12-2020-70
11. Cynthia M. Gallaher, Jessa Munion, Robert Hesslink, Jr., John Wise, Daniel D. Gallaher / Cholesterol Reduction by Glucomannan and Chitosan Is Mediated by Changes in Cholesterol Absorption and Bile Acid and Fat Excretion in Rats / *The Journal of Nutrition*, Volume 130, Issue 11, November 2000, Pages 2753–2759, <https://academic.oup.com/jn/article/130/11/2753> (data obrashche-niya: 23.12.2021)
12. Causey JL, Feirtag JM, Gallaher DD, Tungland BC, Slavin JL. Effects of dietary inulin on serum lipids, blood glucose and the gastrointestinal environment in hypercholesterolemic men. *Nutrition Research* 20(2):191-201 DOI:10.1016/S0271-5317(99)00152-9 <https://www.researchgate.net/publication/240181459> (data obrashcheniya: 08.01.2022)
13. Vliyanie racionov, obogashchyonnyh inulinom i oligofruktozoy, na kletochnyj i gumoral'nyj immunitet u krysa / E.N. Trushina [i dr.] // *Voprosy pitaniya*. 2005. T. 74. № 3. S. 22-27. <https://cyberleninka.ru/article/n/> (data obrashcheniya: 08.01.2022)
14. Izuchenie vliyaniya hitozana na kliniko-biohimicheskie i immunologicheskie pokazateli u bol'nyh s serdechno-sosudistymi zabolevaniyami / A.B. Pogozheva [i dr.] // *Voprosy pitaniya*. 2005. T. 74. № 4. S. 27-30.
15. Bajgarin E.K. Soderzhanie pishchevyh volokon v pishchevyh produktah rastitel'nogo proiskhozhdeniya // *Voprosy pitaniya*. 2006. T. 75. № 3. S. 42-44.
16. Influence of the freezing method on the changes that occur in grape samples after frozen storage. Luis G Santesteban, Carlos Miranda and Jose B Royo. *J Sci Food Agric* 2013; 93: 3010–3015. URL: <https://e.mail.ru/attach/16178129940340335418/>
17. Balabolin D.N., Klimashevskij I.V. Revolyucionnye metody akusticheskoy zamorozki. *Imperiya holoda*. 2017. S. 38-42.
18. Pechurin A.A. Ryba, zamorozhennaya po tekhnologii AEF, prevzoshla svezhuuyu. *Imperiya holoda*. 2021. S. 34-44.
19. Balabolin, D.N., Livinskij A.A. Razvitie organolepticheskikh metodov ocenki potrebitel'skikh predpochtenij pri sozdanii personificirovannyh produktov i racionov // *Tovarovodstvo prodovol'stvennyh tovarov*. № 2. 2020. S. 66-80.
20. Sidorenko Yu.I., Shekhovcova T.G., Cvetkova L.G. Formirovanie nomenklatury deskriptorov kachestva novogo sorta marmelada // *Vestnik RGTEU*. 2010. № 7-8 (45). S. 127-132.