

УДК 634.1:581.1.036:664.8.037

Использование криоскопической температуры для прогнозирования холодильного хранения

Канд. биол. наук **Вержук В.Г.**, аспирант **Калацевич Н.Н.** nadineka86@mail.ru

Университет ИТМО

191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Надежное снабжение свежей растительной продукцией возможно при условии минимизации ее потерь при хранении. Своевременный прогноз способен существенно снизить потери при хранении, поскольку растительное сырье, не обладающее необходимыми для длительного хранения свойствами, можно сразу направлять на консервирование, получение продуктов из него или направлять на реализацию. Прогнозирование позволит планировать хранение растительного сырья и работу перерабатывающих предприятий. В результате возможно снижение потерь во время хранения при соблюдении экологической чистоты и безопасности потребляемой человеком растительной продукции.

Увеличению сроков хранения способствует понижение температуры растительного сырья. Нижним пределом охлаждения свежего растительного сырья при хранении является криоскопическая температура. При этом необходимо чтобы понижение температуры не вызывало хозяйственно-биологических изменений в растительном сырье.

Ключевые слова: криоскопическая температура, плодовые культуры, прогнозирование холодильного хранения.

Usage of crioscopic temperature for prediction of cold storage

Cand. Biol. Sc. **Verzhuk V.G.**, **Kalatsevich N.N.** nadineka86@mail.ru

ITMO University

191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

The reliable supply of fresh vegetable production is possible only on the assumption of minimization its loss during cold storage. The timely prediction may appreciably reduce losses during cold storage, as long as vegetative raw materials, which can't be kept for a long time, may be send on processing. The prediction will allow of vegetative raw materials storage and work of reprocessor planning.

Consequently loss reduction during cold storage is possible at the same time with maintenance of ecological cleanliness and safety of vegetable products. The decrease of temperature promotes the increase of vegetable products shelf-life. The cryoscopic temperature is the smallest extreme of fresh vegetable products cooling during its cold storage. At the same time the decrease of temperature is necessary not to cause different changes in vegetable products.

Key words: crioscopic temperature, fruit, cold storage, prediction of cold storage.

Инновационные достижения в разработке методов прогнозирования представлены рядом патентов на изобретения [1 – 8]. Исследована возможность использования в прогностических целях и определения устойчивости растительных тканей к низким температурам содержания антиоксидантов, ферментативной активности, низкомолекулярных углеводов и других характеристик [9 – 16]. Особенно важное значение в биологических тканях и в вопросах прогнозирования принадлежит воде [17 – 24], а также пигментам [25 – 30]. Предложена модель, учитывающая нелинейный характер изменения естественной убыли массы растительной продукции при хранении [31, 32].

Приводимые в литературе сведения о криоскопической температуре растительной продукции носят малоизученный и противоречивый характер [33, 34]. Это связано с зависимостью криоскопической температуры от химического состава растительных тканей, на который влияет сортовое разнообразие растительной продукции, почвенно-климатические, экологические и многие другие условия выращивания. Поэтому в каждом конкретном случае предпочтительно экспериментально определять криоскопическую температуру, а не использовать литературные данные.

Поэтому, в настоящее время практическое использование криоскопической температуры ограничено определением условий холодильной обработки и хранения растительного сырья. В действительности это более значимый параметр, и его практическое использование можно существенно расширить. Цель данной работы заключается в исследовании использования криоскопической температуры для прогнозирования потерь растительного сырья при холодильном хранении.

Объекты и методы исследования

При исследовании использовали плоды груши сорта Чижовская, которые представлены в четырех вариантах, отличающихся по составу и свойствам.

Криоскопическую температуру растительных тканей плодов определяли по термограммам понижения температуры. Для более точной локализации временного интервала в течение, которого температура растительных тканей соответствует криоскопической температуре, определялась скорость изменения температуры растительных тканей путем дифференцирования термограмм по времени.

Потери массы плодов груши во время холодильного хранения, связанные с жизнедеятельностью, определяли весовым методом в 3-х кратной повторности. Холодильное хранение плодов осуществляли при температуре $+1...+3$ °С. Криоскопическая температура растительных тканей определялась при закладке плодов на холодильное хранение.

Результаты и их обсуждение

На рис. 1 представлена термограмма понижения температуры растительных тканей плодов груши. На термограмме выделяются три характерных участка: охлаждения и переохлаждения растительных тканей, далее следует повышение температуры и изотермический участок соответствующий криоскопической температуре растительных тканей, после чего температура растительной ткани вновь понижается.

Дифференцированием термограммы на рис. 1 по времени получена зависимость скорости изменения температуры от времени ткани плодов груши, представленная на рис. 2. Нулевая скорость изменения температуры находится в промежутке времени, в течение которого температура растительных тканей отвечает криоскопической температуре. Точная локализация этого временного интервала позволяет более достоверно определять криоскопическую температуру по термограмме изменения температуры (рис. 1). Результаты определения криоскопической температуры и соответствующие значения естественных потерь для четырех вариантов плодов груши в течение холодильного хранения приведены в табл. 1 и на рис. 3.

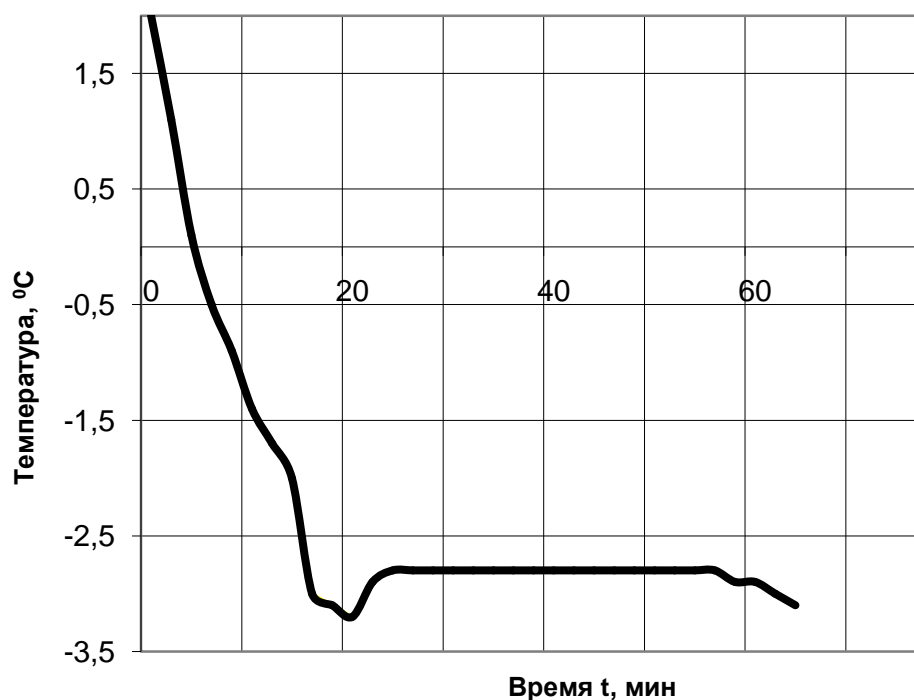


Рис. 1. Термограмма понижения температуры плодов груши.

Из сопоставления значений криоскопической температуры и естественных потерь массы при холодильном хранении проведенного для четырех вариантов плодов груши, следует, что уменьшение естественных потерь массы происходит одновременно с понижением криоскопической температуры плодов. Наименьшая криоскопическая

температура (-2,9 °С) и минимальные естественные потери при хранении выявлены для образца груш в варианте № 3.

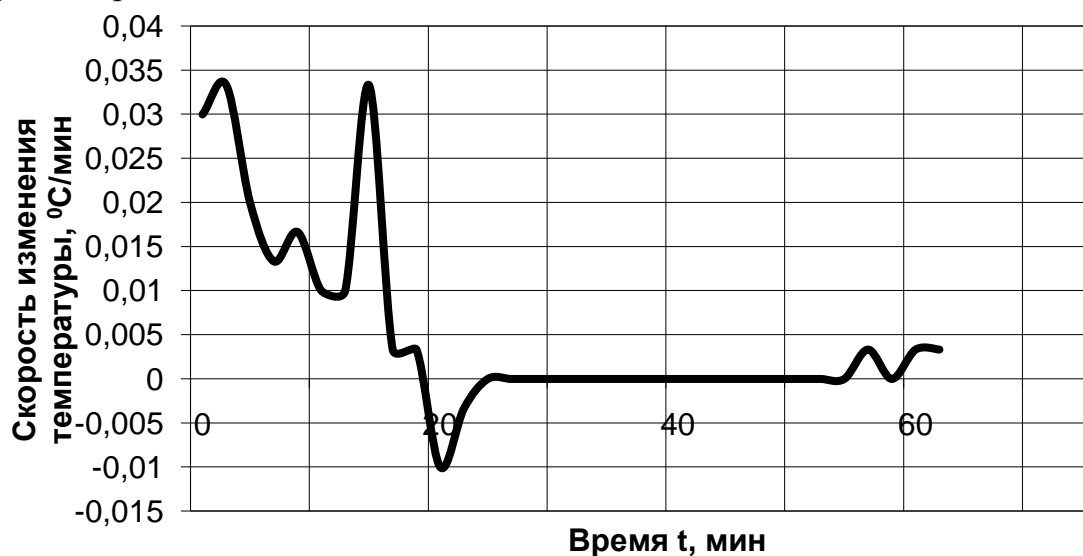


Рис. 2. Зависимость скорости изменения температуры плодов груши от времени

Особенностью этого варианта является повышенное содержание воды (табл. 1). Вероятной причиной понижения криоскопической температуры при некотором увеличении общего содержания воды может быть изменение соотношения свободной и связанной воды в растительных тканях.

Табл. 1

Криоскопическая температура и естественная убыль в плодах груши

Плоды груши	Криоскопическая температура, °С	Естественная убыль, г/кг*сут.	Содержание влаги, %
Образец 1	-1,60	1,29	87,7
Образец 2	-1,30	1,52	87,9
Образец 3	-2,90	0,977	88,8
Образец 4	-1,45	1,29	87,5

Переход воды из свободного состояния в связанное происходит под влиянием гидрофильных, осмотически активных веществ содержащихся в растительных тканях. К ним относятся как низкомолекулярные соединения (органические кислоты, моно- и дисахариды, аминокислоты и др.), так и высокомолекулярные соединения (белки). Из низкомолекулярных соединений особенно активны органические кислоты, карбоксильные группы которых обладают наибольшей среди гидрофильных групп энергией связи с водой [35]. К активным осморегуляторам относятся сахара и

аминокислоты [36]. Моносахариды (фруктоза и глюкоза) превосходят сахарозу по способности связывать воду.

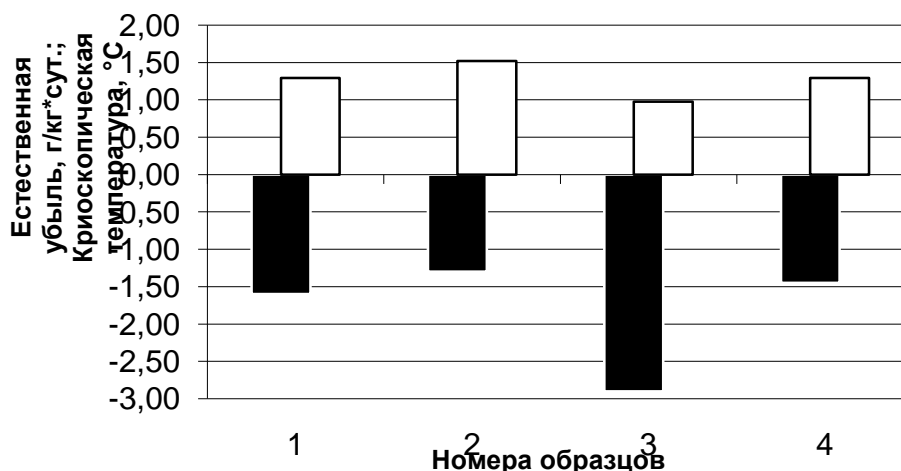
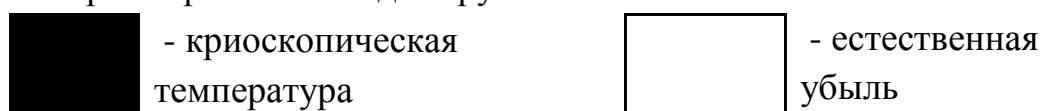


Рис. 3. Взаимосвязь криоскопической температуры и естественной убыли для четырех вариантов плодов груши



Хорошей способностью связывать воду обладают ионы сильных электролитов, содержащиеся в растительных тканях. В гидратном слое ионов молекулы воды удерживаются сильным ион-дипольным взаимодействием, энергия которого сопоставима с энергией ковалентной химической связи С-Н в углеводородах [37]. У многозарядных катионов наиболее прочно удерживающих воду и образующих с ней стабильные аквакомплексы, ион-дипольное взаимодействие переходит в ковалентную связь.

Однако катионы металлов способны не только связывать воду. Они способны также оказывать разряжающее и дегидратирующее действие на молекулы белков, т.е. они могут вызывать прямо противоположные эффекты: с одной стороны связывают воду (гидратированные ионы), а с другой стороны увеличивают подфонд свободной воды (разряжение и дегидратация молекул белков).

Причиной гидратации белков и их способности связывать воду является наличие заряда у их молекул. В живой клетке белки протоплазмы заряжены отрицательно, и поэтому катионы металлов разряжают их и дегидратируют.

Двухзарядные катионы (Ca^{2+} , Mg^{2+}) дегидратируют белки сильнее, чем однозарядные (K^+ , Na^+) [38]. При рассмотрении дегидратирующего действия катионов на белки необходимо учитывать соотношение энергии взаимодействия катионов с отрицательно заряженными группами белков и энергию взаимодействия катионов с водой. Образующиеся в последнем случае гидратные оболочки создают потенциальный

барьер на пути взаимодействия катионов с белками. Размер гидратных оболочек зависит от поверхностной плотности заряда иона - чем она больше, тем больше гидратная оболочка. Поскольку гидратная оболочка ионов Ca^{2+} меньше, чем у ионов Mg^{2+} , то первые оказывают большее разряжающее и дегидратирующее действие на белки.

Ионы Ca^{2+} способны к образованию связей как с одной молекулой белка, так и с двумя соседними молекулами [38]. В последнем случае происходит не только разряжение и дегидратация, но и агрегация белков.

Гидратация белков зависит также от величины рН. Однако в физиологических условиях крайние значения рН узко ограничены [38]. Вероятно, это связано с тем, что величина рН оказывает сильное влияние на активность ферментов, из-за того, что у большинства из них имеется четко выраженный максимум активности в том или ином диапазоне рН [39]. Поэтому значительное изменение рН нарушило бы согласованную работу ферментативной системы.

Таким образом, на связывание воды в растительных клетках влияет большое количество факторов, а в некоторых случаях возникает противоположное действие. Поэтому наиболее простой способ учесть суммарное действие различных факторов на состояние воды в растительной ткани заключается в определении ее криоскопической температуры, чем она ниже, тем больше связанной воды.

Естественные потери массы плодов при хранении приблизительно на 80 % состоят из испарения воды и только 20 % приходится на потери сухих веществ, расходуемых на дыхание. Следовательно, естественные потери массы в основном определяются испарением воды. В тоже время известно что, связанная вода, по сравнению со свободной водой, медленнее испаряется. Одновременно она и замерзает при более низкой температуре. Возможно поэтому и наблюдается синхронное изменение естественных потерь массы во время хранения и криоскопической температуры растительного сырья.

Взаимосвязь криоскопической температуры и естественной убыли растительной продукции можно использовать для прогнозирования потерь при холодильном хранении. Если для нескольких партий растительной продукции, поступивших на холодильное хранение, установлено, что в одном случае криоскопическая температура минимальна, а в другом максимальна (табл. 1), то можно сделать заключение, о том, что в первом случае потери будут минимальны, а во втором максимальны. Следовательно, для длительного холодильного хранения пригодна первая партия растительного сырья с более низкой криоскопической температурой, и не пригодна вторая. Из представленной на рис. 3 взаимосвязи криоскопической температуры и естественной убыли для плодов груши при хранении следует, что чем ниже криоскопическая температура плодов, тем меньше их естественная убыль массы.

Поскольку у образцов растительной продукции с более низкими потерями при хранении криоскопическая температура также ниже, то возможно дополнительное уменьшение потерь благодаря понижению температуры хранения до более низких значений в пределах криоскопической температуры. Это возможно осуществлять, если обеспечивается надежный контроль за температурой хранения и отсутствуют отрицательные физиологические последствия в растительных тканях при понижении температуры.

Выводы

Показано, что определение криоскопической температуры позволяет из нескольких партий растительного сырья выбрать наиболее и наименее пригодные варианты для длительного холодильного хранения. Это возможно, поскольку прогнозирование потерь растительного сырья при холодильном хранении может быть основано на определении криоскопической температуры. Кроме того, может быть достигнуто дополнительное снижение потерь благодаря хранению продукции с минимальной криоскопической температурой при более низкой температуре.

Список литературы

1. Мурашев С.В., Вержук В.Г., Белова А.Ю. Способ диагностики плодов для прогнозирования сроков их хранения (варианты). Пат. № 2338187 Оpubл: 10.11.08. Бюл. № 31.
2. Вержук В.Г., Мурашев С.В., Белова А.Ю. Способ определения степени лежкости плодов (варианты). Пат. № 2352102 Оpubл: 20.04.09. Бюл. № 11.
3. Мурашев С.В., Вержук В.Г., Белова А.Ю. Способ определения влияния технологических характеристик плодов на сроки их хранения. Пат. № 2352101 Оpubл: 20.04.09. Бюл. № 11.
4. Вержук В.Г., Мурашев С.В., Белова А.Ю. Способ прогнозирования сроков хранения плодов. Пат. № 2352100. Оpubл: 20.04.09. Бюл. №11.
5. Мурашев С.В., Вержук В.Г., Коломичева Е.А. Способ обработки плодово-ягодных культур. Патент РФ, № 2485764. Оpubл. БИ 27.06.2013.
6. Бобко А.Л., Мурашев С.В., Вержук В.Г. Способ предварительного прогнозирования лежкости плодов и ягод при хранении. Патент РФ, № 2485759. Оpubл. БИ 27.06.2013.
7. Мурашев С.В., Бобко А.Л., Вержук В.Г. Способ прогнозирования хранения плодово-ягодной продукции (варианты). Патент РФ, № 2485754. Оpubл. БИ 27.06.2013.
8. Вержук В.Г., Мурашев С.В., Бобко А.Л. Способ диагностики растительных тканей для раннего прогнозирования хранения плодов и ягод. Патент РФ, № 2486417. Оpubл. БИ 20.06.2013.

9. Бобко А.Л., Мурашев С.В., Вержук В.Г. Влияние антиоксидантов в древесной ткани плодовых растений в зимне-весенний период на холодильное хранение собранного урожая // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2013. № 1. С. 9.
10. Мурашев С.В., Бобко А.Л., Вержук В.Г. Роль эндогенных антиоксидантов в адаптации культурных растений к условиям отрицательных температур зимне-весеннего периода. Овощи России, №4 (21), 2013. – С. 58-59.
11. Бобко А.Л., Мурашев С.В. Адаптация к гипотермии плодово-ягодных растений и прогнозирование способности полученного урожая к холодильному хранению // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2013. №2. С. 11.
12. Мурашев С.В., Гончарова Э.А., Бобко А.Л. Ферментативная активность в тканях растений в состоянии покоя и её связь с продуктивностью и хранением запасующих органов в охлажденном состоянии. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Т. 15, № 3(5), 2013, с. 1670-1673.
13. Вержук В.Г. Мурашев С.В., Тихонова Н.Г., Жестков А.С., Бобко А.Л., Дорохов А. С. Влияние эндогенных веществ моно- и дисахаридов на жизнеспособность плодовых растений после хранения в парах жидкого азота. Плодоводство и ягодоводство России. – М.: 2011, т. XXVI. – С. 17-23.
14. Мурашев С.В., Коломичева Е.А. Определение интенсивности дыхания растительной продукции в зависимости от содержания CO₂ в окружающей ее газовой среде // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2012. № 2. С. 175-179.
15. Коломичева Е.А., Мурашев С.В. Действие аминокислотной обработки на состояние покоя растений, формирование плодов и их холодильное хранение (теоретические положения) // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2013. № 1. С. 20.
16. Мурашев С.В. Сопоставление эффективности и безопасности защитных механизмов, индуцируемых в растительных организмах // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2013. №2. С. 39.
17. Калацевич Н.Н., Мурашев С.В., Вержук В.Г. Влияние активности воды на естественную убыль массы плодово-ягодной продукции при холодильном хранении // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2012. №1. С. 31.
18. Мурашев С.В., Калацевич Н.Н., Вержук В.Г. Влияние свободной влаги на естественную убыль массы плодовой и ягодной продукции при холодильном хранении // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2012. № 2. С. 158-161.

19. Мурашев С.В. Влияние структурообразования на связывание воды и механические свойства мясных систем // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2012. № 2. С. 162-166.
20. Калацевич Н.Н., Мурашев С.В. Влияние состояния воды на физико-химические свойства растительной продукции и ее потери массы при холодильном хранении // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2013. №1. С. 18.
21. Мурашев С.В. Влияние разрушения структуры коллагена на гидрофильные свойства продуктов этого процесса // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2013. № 2.
22. Мурашев С.В. Осмотически связанная вода // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2013. №2. С. 38.
23. Кострова М.Г., Мурашев С.В. Влияние солей сильных электролитов на гидратацию и изоэлектрическую точку белков // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2014. №1. С. 37.
24. Мурашев С.В., Шарагова Н.Н. Физико-химические свойства овощной и плодовой продукции и особенности ее хранения в охлажденном состоянии. Овощи России, № 1 (22), 2014. – С. 60-61.
25. Мурашев С.В., Вержук В.Г. Белова А.Ю. Раннее прогнозирование потерь плодовой продукции при холодильном хранении // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2011. № 1. С. 167-172.
26. Белова А.Ю., Мурашев С.В., Вержук В.Г. Влияние пигментов в листьях растений на формирование и свойства плодов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2012. №1. С. 13.
27. Болейко Л.А., Мурашев С.В., Вержук В.Г., Жестков А.Н. Исследование свойств и практическое применение антоцианового пигмента, полученного из ягод клюквы методом лиофильной сушки // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2011. № 2. С. 271-281.
28. Мурашев С.В., Болейко Л.А., Вержук В.Г., Жестков А.Н. Определение свойств и практическое применение антоцианового пигмента из ягод клюквы (*Oxycoccus Hill.*) // Кондитерское производство – 2011, № 2. – С. 8 – 11.
29. Мурашев С.В., Болейко Л.А., Журавлева О.Е., Вержук В.Г., Жестков А.С. Исследование свойств и практическое применение антоцианового пигмента, полученного из ягод аронии черноплодной методом лиофильной сушки // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2012. № 2. С. 167-174.

30. Мурашев С.В., Жемчужникова М.Е., Вержук В.Г. Антоциановый пигмент, получаемый из растительного сырья методом сублимационной сушки. Овощи России, №4 (21), 2013. – С. 50-51.
31. Коломичева Е.А., Мурашев С.В., Вержук В.Г. Сопоставление естественной убыли с ее средним значением при нелинейном изменении массы растительного сырья при холодильном хранении // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2012. №1. С. 34.
32. Мурашев С.В., Коломичева Е.А., Вержук В.Г. Учет нелинейного характера естественной убыли массы растительной продукции при хранении. Хранение и переработка сельхоз-сырья, 2012, № 7. – С. 31-33.
33. Короткий И.А., Короткая Е.В. Определение температуры замерзания черной смородины. // Хранение и переработка сельхозсырья. 2005. № 4.
34. Короткий И.А., Короткая Е.В. Определение температуры замерзания плодов облепихи. // Хранение и переработка сельхозсырья. 2008. № 1.
35. Шестаков С.Д. Энергетическое состояние воды и ее связываемость биополимерами пищевого сырья: новые возможности. // Хранение и переработка сельхозсырья, 2003, № 4.
36. Полевой В.В., Чиркова Т.В., Лутова Л.А. и др. Практикум по росту и устойчивости растений. – СПб.: Изд-во СПб ун-та, 2001.
37. Рубин А.Б. Биофизика: в 2 т. Т. 2.: Биофизика клеточных процессов. – М.: Изд-во МГУ, 2004.
38. Либберт Э. Физиология растений. – М.: Мир, 1976.
39. Полевой В.В., Саламатова Т.С. Живое состояние клетки и биология старения. – СПб.: Изд-во СПб ун-та, 2004.

References

1. Murashev S.V., Verzhuk V.G., Belova A.Yu. Way of diagnostics of fruits for forecasting of terms their storages (options). Stalemate. No. 2338187 Opubl: 10.11.08. Byul. № 31.
2. Verzhuk V.G., Murashev S.V., Belova A.Yu. Way of definition of degree of a lezhkost of fruits (options). Stalemate. No. 2352102 Opubl: 20.04.09. Byul. № 11.
3. Murashev S.V., Verzhuk V.G., Belova A.Yu. Way of definition of influence of technical characteristics on fruits for terms of their storage. Pat. № 2352101 Opubl: 20.04.09. Byul. № 11.
4. Verzhuk V.G., Murashev S.V., Belova A.Yu. Way of forecasting of periods of storage of fruits. Pat. № 2352100. Opubl: 20.04.09. Byul. №11.

5. Murashev S.V., Verzhuk V.G., Kolomicheva E.A. Way of processing of fruit and berry cultures. Patent RF, № 2485764. Opubl. BI 27.06.2013.

6. Bobko A.L., Murashev S.V., Verzhuk V.G. Way of preliminary forecasting of a lezhkost of fruits and berries at storage. Patent RF, № 2485759. Opubl. BI 27.06.2013.

7. Murashev S.V., Bobko A.L., Verzhuk V.G. Way of forecasting of storage of fruit and berry production (options). Patent RF, № 2485754. Opubl. BI 27.06.2013.

8. Verzhuk V.G., Murashev S.V., Bobko A.L. Way of diagnostics of vegetable fabrics for early forecasting of storage of fruits and berries. Patent RF, № 2486417. Opubl. BI 20.06.2013.

9. Bobko A.L., Murashev S.V., Verzhuk V.G. Influence of antioxidants in wood fabric of fruit plants during the winter and spring period on refrigerating storage of the reaped crop. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2013. № 1. S. 9.

10. Murashev S.V., Bobko A.L., Verzhuk V.G. Role of endogenous antioxidants in adaptation of cultural plants to conditions of negative temperatures of the winter and spring period.. *Ovoshchi Rossii*. №4 (21), 2013. p. 58-59.

11. Bobko A.L., Murashev S.V. Adaptation to a hypothermia of fruit and berry plants and forecasting of ability of the received crop to refrigerating storage. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2013. №2. p. 11.

12. Murashev S.V., Goncharova E.A., Bobko A.L. Fermentativny activity in fabrics of plants at rest and its communication with efficiency and storage of reserving bodies in the cooled state. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*. – T. 15, № 3(5), 2013, p. 1670-1673.

13. Verzhuk V.G. Murashev S.V., Tikhonova N.G., Zhestkov A.S., Bobko A.L., Dorokhov A. S. Influence of endogenous substances mono - and bioses on viability of fruit plants after storage in vapors of liquid nitrogen. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. – M.: 2011, t. XXVI. p. 17-23.

14. Murashev S.V., Kolomicheva E.A. Determination of intensity of breath of vegetable production depending on the maintenance of CO₂ in the gas environment surrounding it. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2012. № 2.

15. Kolomicheva E.A., Murashev S.V. Action of aminokislotny processing on a condition of rest of plants, formation of fruits and their refrigerating storage (theoretical provisions). *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv*. 2013. № 1. S. 20.

16. Murashev S.V. Comparison of efficiency and safety of the protective mechanisms induced in vegetable organisms. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2013. №2.

17. Kalatsevich N.N., Murashev S.V., Verzhuk V.G. Influence of activity of water on natural losses of mass of fruit and berry production at refrigerating storage. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2012. №1.
18. Murashev S.V., Kalatsevich N.N., Verzhuk V.G. Influence of activity of water on natural losses of mass of fruit and berry production at refrigerating storage. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2012. № 2.
19. Murashev S.V. Influence of structurization on binding of water and mechanical properties of meat systems. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2012. № 2.
20. Kalatsevich N.N., Murashev S.V. Influence of a condition of water on physical and chemical properties of vegetable production and its loss of weight at refrigerating storage. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2013. №1.
21. Murashev S.V. Influence of destruction of structure of collagen on hydrophilic properties of products of this process. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2013. № 2.
22. Murashev S.V. Osmotically connected water. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2013. №2.
23. Kostrova M.G., Murashev S.V. Influence of salts of strong electrolytes on hydration and isoelectric point of proteins. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2014. №1.
24. Murashev S.V., Sharagova N.N. Physical and chemical properties of vegetable and fruit production and feature of its storage in the cooled state. *Ovoshchi Rossii*. № 1 (22), 2014.
25. Murashev S.V., Verzhuk V.G., Belova A.Yu. Early forecasting of losses of fruit production at refrigerating storage. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2011. № 1.
26. Belova A.Yu., Murashev S.V., Verzhuk V.G. Influence of pigments in leaves of plants on formation and properties of fruits. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2012. №1.
27. Boleiko L.A., Murashev S.V., Verzhuk V.G., Zhestkov A.N. Research of properties and practical application of the antotsianovy pigment received from cranberry berries by method of liofilny drying. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2011. № 2.
28. Murashev S.V., Boleiko L.A., Verzhuk V.G., Zhestkov A.N. Determination of properties and practical application of an antotsianovy pigment from cranberry berries (*Oxycoccus Hill.*). *Konditerskoe proizvodstvo*. 2011. № 2.

29. Murashev S.V., Boleiko L.A., Zhuravleva O.E., Verzhuk V.G., Zhestkov A.S. Research of properties and practical application of the antotsianovy pigment received from berries of an aroniya of black-fruited by a method of liofilny drying. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2012. № 2.

30. Murashev S.V., Zhemchuzhnikova M.E., Verzhuk V.G. The Antotsianovy pigment received from vegetable raw materials by method of sublimation drying. *Ovoshchi Rossii*. №4 (21). 2013. p. 50-51.

31. Kolomicheva E.A., Murashev S.V., Verzhuk V.G. Comparison of natural losses to its average value at nonlinear change of mass of vegetable raw materials at refrigerating storage. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2012. №1.

32. Murashev S.V., Kolomicheva E.A., Verzhuk V.G. The accounting of nonlinear character of natural losses of mass of vegetable production at storage. *Khranenie i pererabotka sel'khoz-syr'ya*. 2012, № 7. p. 31-33.

33. Korotkii I.A., Korotkaya E.V. Determination of temperature of freezing of blackcurrant. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*. 2005. № 4.

34. Korotkii I.A., Korotkaya E.V. Determination of temperature of freezing of fruits of a sea-buckthorn. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*. 2008. № 1.

35. Shestakov S.D. Power condition of water and its svyazyvayemost biopolymers of food raw materials: new opportunities. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*. 2003, № 4.

36. Polevoi V.V., Chirkova T.V., Lutova L.A. i dr. Workshop on growth and stability of plants. – SPb.: Izd-vo SPb un-ta, 2001.

37. Rubin A.B. Biofizika: v 2 t. T. 2.: Biophysics of cellular processes. – M.: Izd-vo MGU, 2004.

38. Libbert E. Physiology of plants. – M.: Mir, 1976.

39. Polevoi V.V., Salamatova T.S. Live condition of a cage and biology of aging. – SPb.: Izd-vo SPb un-ta, 2004.