

ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ЯГОД САДОВОЙ ЗЕМЛЯНИКИ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

*Авилова С. В., канд. с.-х. наук, доцент, Грызунов А.А.,
Корниенко В.Н., канд. техн. наук, доцент*

Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Российская Федерация, Москва

Аннотация. Выполнены исследования по использованию отрицательных температур окружающей среды при хранении и транспортировании ягод садовой земляники. Поддержание температурного режима в диапазоне минус $1 \pm 0,5$ °С позволяет снизить активность дыхания и биохимических процессов в 2-3 раза, подавить грибковую инфекцию, сохранить качество и безопасность ягод, продлить срок их хранения и реализации до 10 суток с выходом товарной продукции в зависимости от сорта не ниже 90 %.

Ключевые слова. Ягоды садовой земляники, хранение, транспортирование, реализация, отрицательные температуры.

STORAGE AND TRANSPORTATION OF GARDEN STRAWBERRIES AT NEGATIVE TEMPERATURES

*Avilova S.V., Cand. Sc. (Agric.), Ass. Prof., Grysunov A.A.,
Kornienko V.N., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*

All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry –
Branch of the FSBSI «V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems»
RAS, Russian Federation, Moscow

Abstract. Studies have been conducted on the use of negative ambient temperatures during storage and transportation of strawberries. Maintaining a temperature in the range of minus $1 \pm 0,5$ °C allows 2-3 times lower respiratory activity and biochemical processes that suppress fungal infection, maintain the quality and integrity of berries, prolonging the storage and sale of up to 10 days at commercial output depending from the variety of berries not less than 90 %.

Keywords strawberries, storage, transportation, sale, negative temperatures.

За последние десятилетия оптово-розничные торговые сети активно расширяют продажи свежей садовой земляники, малины и других ягодных культур, которые ранее считались достаточно «сложной» продукцией для транспортировки и реализации. Так, например, садовая земляника принадлежит к классу нестойких, скоропортящихся фруктов – она обладает высокой интенсивностью дыхания, быстро перезревает и подвержена грибковым заболеваниям [1].

Поэтому крайне важно найти такую эффективную технологию сохранения свежих ягод, при применении которой все компоненты их химического состава максимально долго остаются на высоком уровне по своему содержанию и

не претерпевают существенных изменений качественных показателей, биологической активности и безопасности. Многолетний опыт показывает, что внедрение такой технологии крайне необходимо в наиболее «слабых» звеньях в цепи поставки свежих ягод с поля к столу потребителя – транспортировании и предреализационном хранении, в процессе которых фиксируются наибольшие потери качества и товарного вида сельскохозяйственной продукции [2, 3].

Важность решения данной задачи обусловлено все возрастающим спросом на качественную и безопасную отечественную продукцию ягодоводства и прогнозируемым дальнейшим ростом реализации вследствие постоянного совершенствования логистических цепей сетевых супермаркетов.

Ягоды садовой земляники относятся к группе фруктов с поздним подъемом интенсивности дыхания («late peak type»), которая наступает лишь после созревания [4]. Интенсивность дыхания зависит от помологического сорта, степени зрелости, наличия повреждений и поражений вредителями и других факторов, однако главным фактором, контролирующим этот процесс, является температура окружающей среды (таблица 1).

Таблица 1

Влияние температуры окружающей среды на интенсивность дыхания и выделения тепла ягодами садовой земляники

Температура окружающей среды, °С	Интенсивность дыхания – выделение CO ₂ на 1кг ягод в час, мг	Выделение тепла в результате дыхания на1т ягод за 24 часа, кДж
20	100 – 200	25000 – 50000
10	50 – 100	12500 – 25000
0	12 – 20	3000 – 5000

Кроме того, выделяемое при дыхании тепло способствует дальнейшему саморазогреву ягод, что ускоряет процессы их порчи. Поэтому в первую очередь необходимо замедлить до максимальной степени интенсивность дыхания в послеуборочный период для сохранения на высоком уровне витаминной, пищевой ценности и товарного вида ягодной продукции.

Важным элементом в решении данной проблемы был и остается искусственный холод. Ягода земляники, в отличие от некоторых плодов и тропических фруктов, не чувствительна к низким температурам. Согласно ГОСТ Р 50520-93 (ИСО 6665-83) охлажденную землянику, предназначенную для потребления в свежем виде, можно хранить от 3 до 6 дней при температуре (0-1) °С. Околонулевые температуры позволяют в течение указанного срока сохранить физические, химические, диетологические и органолептические свойства ягод. Температурный режим от 0 °С до 1 °С также установлен и при транспортировании земляники в рефрижераторных вагонах и авторефрижераторах (ГОСТ Р 53884-2010).

В тоже время необходимо помнить, что даже незначительные колебания температур могут вызвать необратимые негативные последствия. Установлено, при повышении температуры на (2-3) °С на ягодах садовой земляники начинает

интенсивно развиваться серая гниль (*Botritis cinerea*), а при температуре выше 5 °С – другие грибковые патогены (*Rhizopus stolonifer*), которые в значительной степени снижают качество и ухудшают внешний вид продукции. Таким образом, применение возможно более низких температур при хранении и перевозке является одним из определяющих факторов сохранения пригодности ягод садовой земляники для дальнейшей реализации потребителю.

Целью наших исследований явилось изучение эффективности использования диапазона отрицательных температур окружающей среды, при котором температура раствора клеток тканей понижается до близкриоскопических значений без образования ледяных кристаллов, в процессе хранения и транспортирования ягодной продукции.

Объектами исследований были выбраны 6 помологических сортов садовой земляники рода «Fragaria» отечественной и зарубежной селекции, выращенных в условиях Московской области: «Алена», «Берегиня», «Дагмар», «Сударушка», «Хоней», «Юния Смайтс». Сорта ягод перед хранением содержали: сухих веществ – (6,0-9,0) %, сахаров – (4,2-6,0) %, пектинов – (0,45-0,75) %, антоцианов – (64,8-94,7) мг/%, витамина С – (44,8-68,4) мг/% и другим показателям.

Хранение ягод земляники осуществляли при отрицательной температуре в диапазоне минус 1±0,5 °С. При этом принималось во внимание, что ягоды земляники:

- предохранены от переохлаждений естественным образом, так как водный раствор их тканей имеет более низкую температуру замерзания по сравнению с чистой водой;
- тратят часть энергии дыхания на поддержание стабильности собственной температуры.

Исследования физико-химических показателей сохраняемости ягод осуществляли по методикам кафедры хранения и переработки плодов и овощей ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева [5, 6]. Биохимический анализ состава ягод, проведенный через 10 суток хранения при температуре минус 1±0,5 °С, выявил незначительные изменения показателей по всем сортам и гибридам по сравнению с исходными значениями (таблица 2).

Таблица 2

Биохимический состав ягод садовой земляники через 10 суток хранения при температуре минус 1±0,5 °С

Помологический сорт	Биохимические показатели						
	Массовая доля, %			общая кислотность, %	антоцианы, мг/%	витамины, мг/%	
	сухих веществ	сахаров	пектиновых веществ			С	Р
«Алена»	8,8	5,0	0,60	0,63	64,4	51,8	62,4
«Берегиня»	6,2	4,9	0,43	0,49	70,0	50,4	49,6
«Дагмар»	8,2	6,0	0,66	0,54	65,8	40,4	51,9
«Сударушка»	6,4	4,8	0,50	0,51	61,3	58,3	60,5
«Хоней»	8,5	5,8	0,65	0,60	71,3	42,3	50,1
«Юния Смайтс»	7,6	5,1	0,54	0,51	60,3	48,3	45,6

Исследования показали, что хранение ягод садовой земляники при отрицательных температурах привело к значительному торможению естественных физиологических реакций, протекающих в ягодах, что позволило увеличить срок хранения более 6 суток.

При этом характер, скорость и глубина качественных и количественных изменений зависели от биологических особенностей сорта. Сорта и гибриды земляники «Алена», «Догмар», «Хоней» отличались способностью к стабильному сохранению химического состава ягод в период хранения до 10 суток и более. Чуть менее хранимоспособным в этом плане оказался сорт «Юния Смайдс». Более значительные потери веществ отмечены у сортов «Берегиня» и «Сударушка». Это связано с высокой интенсивностью дыхания этих ягод, а также с повышенными естественными потерями (таблица 3). При этом у сортов «Берегиня» и «Сударушка» были отмечены физиологические изменения тканей при длительном нахождении в условиях воздействия отрицательной температуры, что привело к частичной моцерации тканей.

Таблица 3

Влияние физико-химических показателей качества земляники на выход товарных ягод через 10 суток хранения при температуре минус $1 \pm 0,5$ °С

Помологический сорт	Массовая доля воды, %	Массовая доля сухих веществ (клетчатка), %	Условная плотность ягоды, г/см ²	Выход товарных ягод, %
«Алена»	91,0	3,9	645	95,9
«Берегиня»	93,3	1,7	350	68,1
«Дагмар»	89,8	3,9	778	97,5
«Сударушка»	93,2	1,8	348	88,0
«Хоней»	91,4	2,7	696	97,2
«Юния Смайдс»	92,2	2,2	464	90,9

При хранении ягод земляники более 10 суток происходило естественное старение тканей, их устойчивость даже при отрицательной температуре заметно снижалась и наблюдалось поражение ягод грибными заболеваниями различной степени в зависимости от особенностей сорта. Проникновение грибов в ткани ягод усиливалось еще и потому, что они способны синтезировать огромное количество самых разнообразных ферментов, используя вещества, содержащиеся в тканях ягод (углеводы, органические кислоты, пектиновые вещества, витамины и т.д.). Грибковая инфекция, поражающая ягоды земляники, способна гидролизировать практически все компоненты ягоды, тем самым разрушая ее ткань и давая себе возможность проникать внутрь ягоды, поражая ее полностью. Следовательно, чем быстрее происходит снижение защитных свойств тканей ягоды, тем быстрее поражаются они грибными заболеваниями.

Исследования показали, что на определенном этапе хранения при отрицательных температурах (для всех исследованных сортов земляники – до 10 суток включительно) удается полностью подавить патогенную инфекцию, что в зна-

чительной степени повышает пищевую безопасность ягод, а также сокращает потери при хранении (рисунок 1).



а)

б)

Рисунок 1. Внешний вид садовой земляники после 10 суток хранения:
а) – при температуре в диапазоне от плюс 2 °С до плюс 5 °С;
б) – при температуре 1±0,5 °С

При более длительном хранении ягод земляники четко проявляются различия в сохраняемости и изменении биохимического состава ягод различных сортов и гибридов. Более значительные потери веществ отмечены у сортов «Берегиня», «Сударушка», «Юния Смайдс».

Установлено, что процесс хранения ягод земляники всех изучаемых сортов и гибридов при температуре минус 1±0,5 °С снижает интенсивность биохимических процессов. Подтверждено, что коллоидные вещества протоплазмы тормозят образование кристаллов льда, а часть энергии дыхания используется на повышение температуры, как защитный резерв. Это обуславливает возможность сохранения и транспортирования ягод в течение 10 суток при близкриоскопической температуре с высоким товарным качеством и высоким содержанием пластических веществ и витаминов.

Литература

1. Колесник А.А. Химия плодов и овощей и биохимические основы их хранения. М.: МИНХ им. Г.В.Плеханова, 1971. 270 с.
2. Грызунов А.А., Корниенко В.Н. Структурный анализ транспортных средств – рефрижераторов для внутригородских перевозок скоропортящихся пищевых продуктов // Холодильная техника. 2014. № 12. С. 45-48.
3. Грызунов А.А., Корниенко В.Н., Авилова С.В. Совершенствование расчета систем охлаждения авторефрижераторов для условий внутригородских перевозок // Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции. 2018. № 2. С. 100-104.
4. Метлицкий Л.В. Биохимия плодов и овощей. М.: Экономика, 1970. 271с.

5. Авилова С.В., Масловский С.А., Романова А.В., Гаспарян Ш.В. Учебное пособие «Руководство по проведению лабораторно-практических занятий по курсу «Технология хранения плодов и овощей». М.: ООО «Спец-Принт», 2011. 182 с.
6. Масловский С.А., Пискунова Н.А., Гаспарян Ш.В., Авилова С.В., Борисов В.А., Романова А.В. Лабораторно-практические занятия по курсу «Технология хранения плодов, овощей и продуктов их переработки». М.: Изд. РГАУ–МЦХА, 2016. 162 с.