

**Влияние обработки яблок биопрепаратами  
на физиолого-биохимические изменения  
при холодильном хранении плодов**

Задворнова Т. А., аспирант,

Колодязная В. С., д.т.н., профессор

valdurtera@rambler.ru>

Санкт-Петербургский государственный университет  
низкотемпературных и пищевых технологий

*Исследовано влияние продуктов жизнедеятельности бактерий-антогонистов родов *Bacillus subtilis* и *Pseudomonas fluorescens* на интенсивность дыхания и активность терминальных оксидаз. Выбраны высокоэффективные штаммы и сорта яблок, предназначенные для длительного хранения.*

Ключевые слова: яблоки, хранение, биопрепараты.

**The effect of treatment with biological preparations on physiological and biochemical changes during the cold storage of apples.**

*Research on effect of treatment with biological preparations based on bacteria *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens* on respiration rate and terminal oxidase activity and choice of most effective microbial stains and sorts of apples suitable for long time storage.*

Key words: apples, cold storage, biological preparations

Яблоки являются одним из важнейших пищевых продуктов рациона питания человека, в связи с этим потребление их должно быть равномерным в течение года. Однако, при существующих технологиях выращивания, подготовки и хранения плодов потери достигают 20-25% и более. Кроме того, важным аспектом в технологии выращивания и хранения плодов яблони является сезонность данного продукта. Основной причиной потерь и снижения качества плодов при хранении является поражение их физиологическими и фитопатологическими заболеваниями. Проблема сокращения потерь многофакторная и требует комплексного решения, включающего агротехнические приемы выращивания, выбор сортов и технологии хранения. В связи с этим одной из важных проблем является сохранение яблок при длительном хранении с минимальными потерями с учетом этих факторов.

Одним из перспективных путей решения проблемы сохранения качества сельскохозяйственной продукции является использование бактериальных препаратов на основе бактерий-антагонистов фитопатогенов. Предположительными механизмами их воздействия являются продуцирование антибиотиков и индуцирование резистентности растений.

Объектами исследования были выбраны яблоки сортов Грушовка Зимняя, Тийна, Белорусский синап, Банановое и Голубь Мира, выращенные по схеме 4x5 в коллекционном саду Павловской опытной станции ВИР им. Н. И. Вавилова.

Яблоки после сбора урожая обрабатывали методом опрыскивания культуральной жидкостью (КЖ), содержащей продукты метаболизма и живые клетки ( $2-3 \cdot 10^9$  КОЕ/мл) бактерий *Bacillus subtilis* штаммы TR6, HC8 и Ч13, а также *Pseudomonas fluorescens* штамм KR083. Биопрепараты были изготовлены в микробиологической лаборатории ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, г. Пушкин

Контрольные и опытные партии яблок хранили в холодильной камере при температуре  $(3 \pm 1) ^\circ\text{C}$  с сентября по март. На хранение закладывались

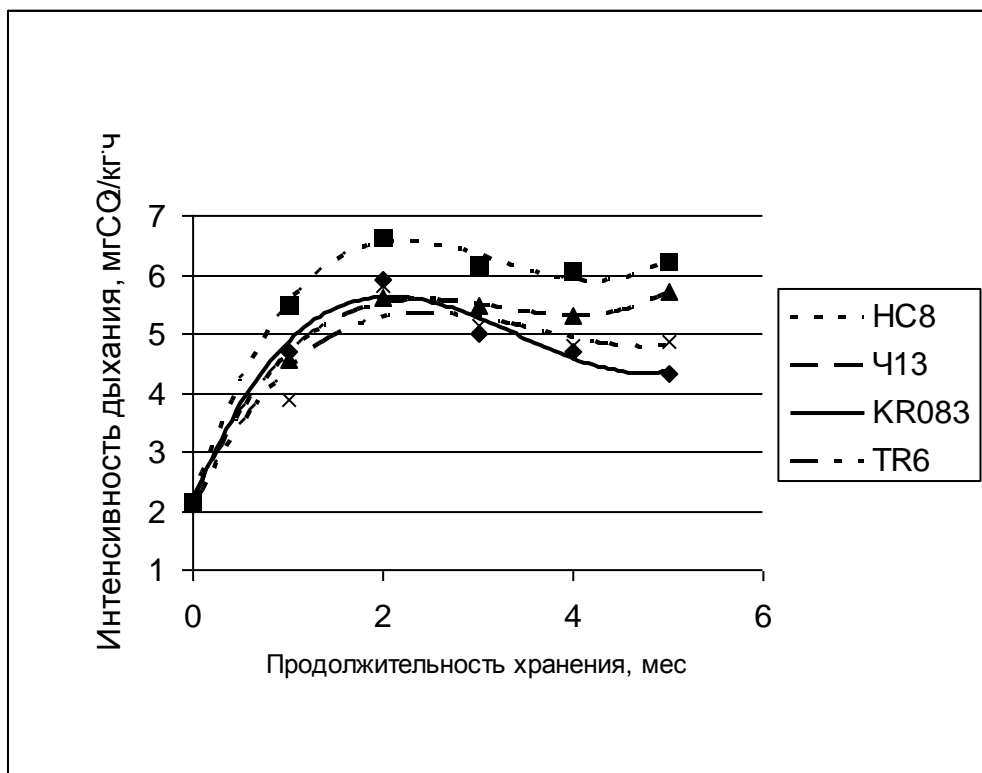
яблоки в технической степени зрелости. В яблоках до и после обработки, а также в процессе хранения определяли интенсивность дыхания по выделению диоксида углерода, активность терминальных оксидаз – каталазы - методом А. Н. Баха и А. И. Опарина, фенолоксидазы - микрометодом Д. М. Михлина и З. С. Брновицкой, пероксидазы - фотоколориметрическим методом, содержание восстановленной формы аскорбиновой кислоты - методом Тильманса, моно- и дисахаридов - рефрактометрическим методом, органических кислот в пересчете на яблочную кислоту - титрометрическим методом.

Эксперимент проводился в трехкратной повторности, данные обработаны методом математической статистики с нахождением доверительного интервала при вероятности 0,95 с использованием компьютерных программ.

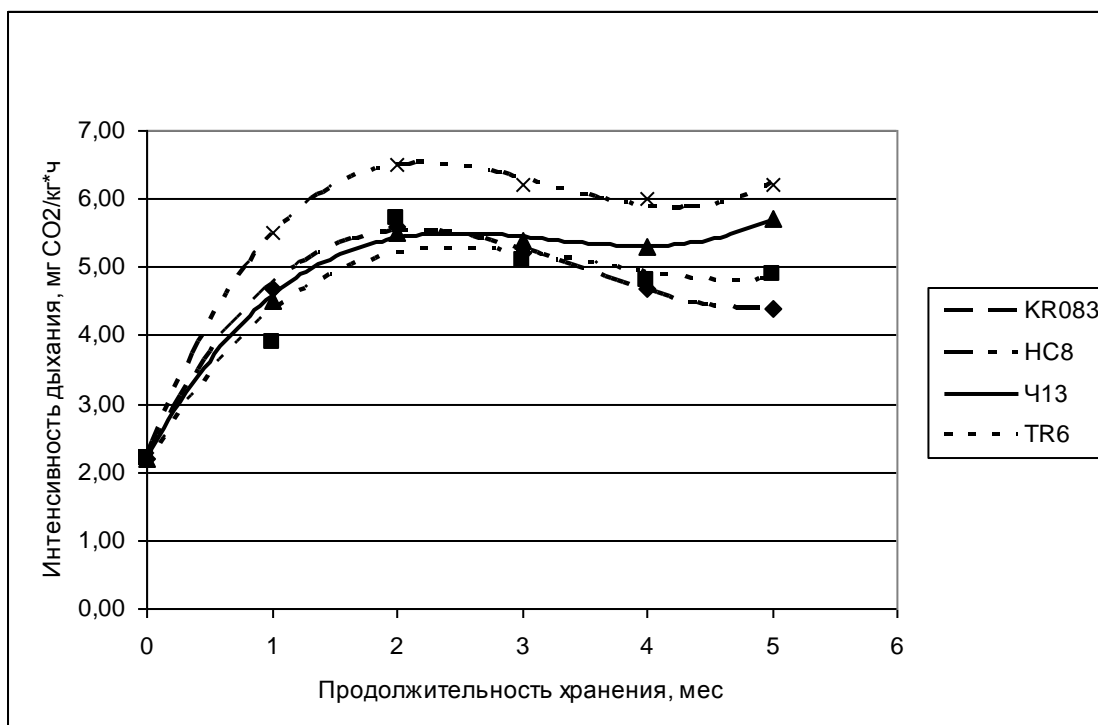
Основным физиолого-биохимическим процессом плодов, как живых организмов, является дыхание, представляющее собой окислительный процесс, при котором потребляется кислород и выделяется диоксид углерода. Главными дыхательными субстратами являются углеводы, жиры и белки. Около  $\frac{1}{3}$  количества углеводов в ткани расходуется при дыхании.

Дыхание многих видов плодов усиливается до максимального уровня, после чего происходит снижение его интенсивности. Усиление дыхания при созревании плодов связывают с ослаблением структурной целостности клетки и с активацией синтеза белка. При созревании изменяются структура и функции клетки, особенно их проницаемость.

Повышение интенсивности дыхания при созревании связывают с активацией малатной системы, ключевым ферментом которой является малик-фермент или малатдегидрогеназа декарбоксилирующая. Принято считать, что основная функция малик-фермента состоит в регуляции уровня  $C_4$  — кислот: фермент удаляет избыток яблочной кислоты, декарбоксилируя ее до  $CO_2$  и пирувата.



А



Б

Рисунок 1 - Изменение интенсивности дыхания у яблок сорта Грушовка зимняя (А) и Белорусский синап (Б) в процессе хранения при температуре  $t = (3 \pm 1) ^\circ\text{C}$

Как следует из рис. 1 в ответ на обработку биопрепаратами наблюдается повышение интенсивности дыхания плодов, в процессе хранения интенсивность дыхания снижается, а затем постепенно увеличивается в среднем на пятом месяце хранения. При этом выявлено, что наименьший подъем интенсивности дыхания характерен для плодов, обработанных биопрепаратом KR083, максимальный подъем интенсивности дыхания наблюдается у яблок, обработанных препаратом HC8.

Окислительно-восстановительные ферменты играют важную роль в прохождении альтернативных путей окисления, которые обуславливают способность тканей сохраняться и функционировать при действии различных неблагоприятных факторов. Активность ферментов — оксидаз изменяется под влиянием внешних факторов. Этот показатель может служить одним из критериев устойчивости растительной ткани.

Кроме того, в клетках имеются альтернативные окислительные механизмы, образующие сопряженные цепи с флавопротеиновыми ферментами и цитохромами. Среди них главную роль играют оксидазы, содержащие в молекуле ионы железа или меди.

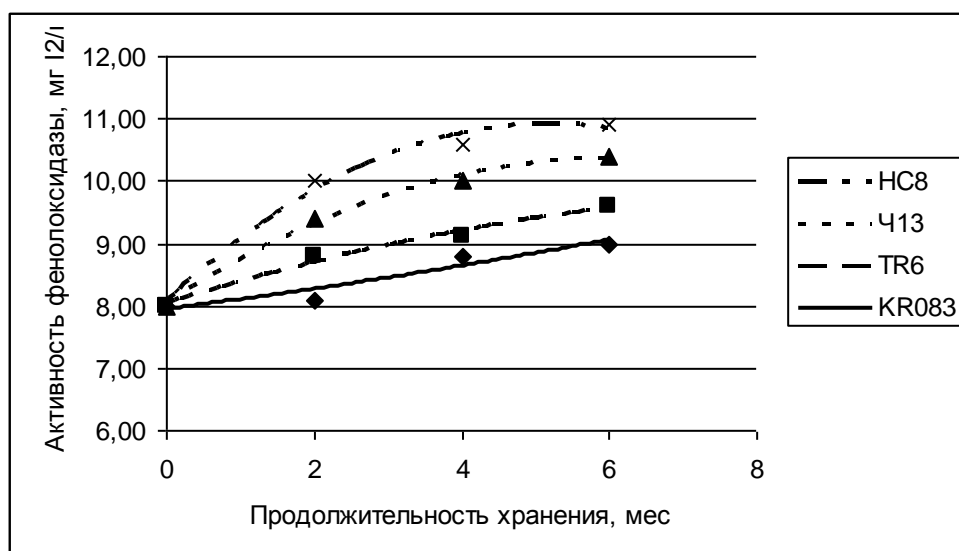


Рисунок 2 - Изменение активности фенолоксидазы ( $A_{\text{фо}}$ ) в яблоках сорта Белорусский синап в процессе хранения при температуре  $t = (3 \pm 1) ^\circ\text{C}$

В ходе эксперимента было выявлено, что в процессе хранения

интенсивность фенолоксидазы увеличивалась, причем яблоки, обработанные биопрепаратом KR083 имели наименьшую активность фенолоксидазы, а яблоки, обработанные биопрепаратами Ч13 и HC8 — наибольшую.

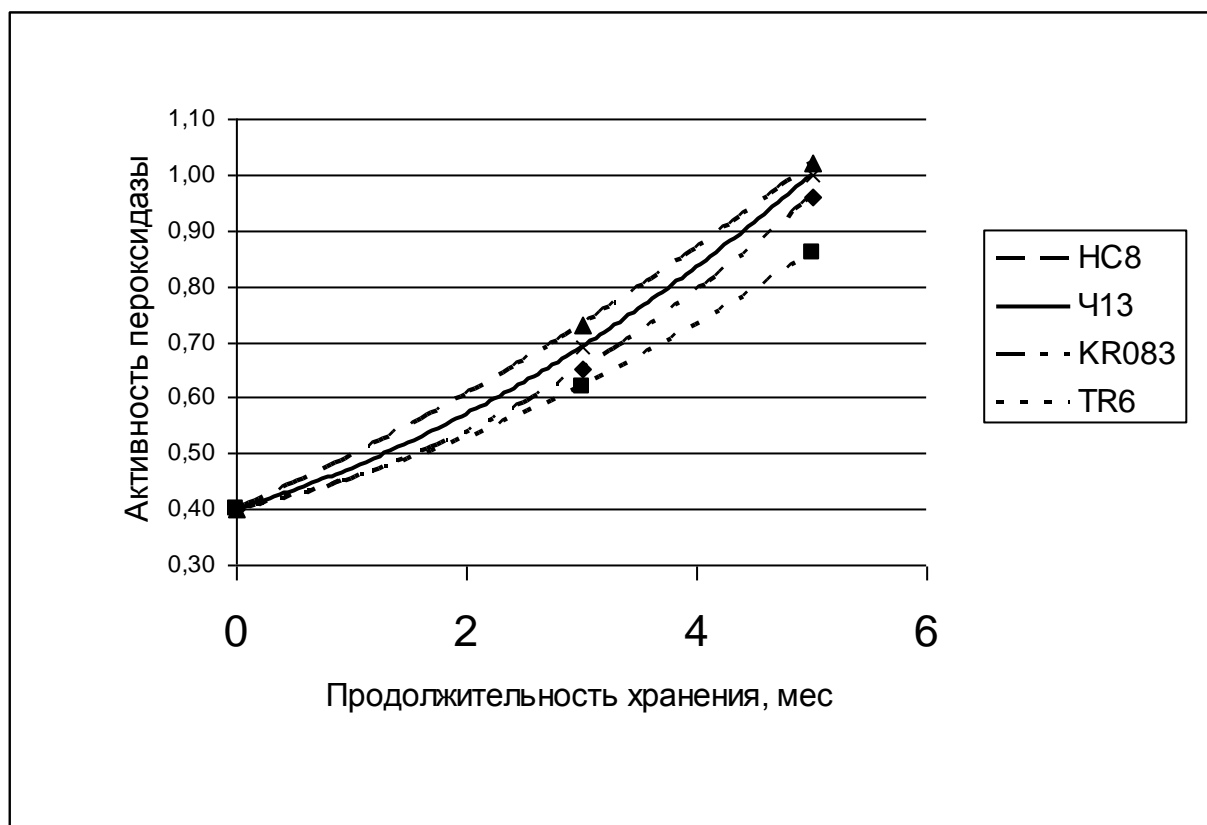


Рисунок 3 - Изменение активности пероксидазы в яблоках сорта Тийна при хранении при температуре  $t = (3 \pm 1) ^\circ\text{C}$

Установлено, что в ответ на обработку плодов биопрепаратами повышается активность пероксидазы и фенолоксидазы и, как следствие, увеличивается интенсивность дыхания, затем, по мере хранения значение интенсивности дыхания уменьшается и в течение 3-4 мес в зависимости от сорта остается на одном уровне. При дальнейшем хранении отмечается постепенное увеличение интенсивности дыхания, в меньшей степени для сорта Грушовка Зимняя, обработанной биопрепаратами KR083 и TR6, а также для сортов Белорусский синап и Банановое, обработанных биопрепаратом KR083.

Таким образом, по динамике интенсивности дыхания и активности ферментов фенолоксидазы, пероксидазы и каталазы для длительного хранения рекомендуются сорта Грушовка Зимняя, Белорусский синап и Банановое, обработанные биопрепаратами *Pseudomonas fluorescens* штамм KR083 и *Bacillus subtilis* штамм TR6