

УДК 678.048:[631.56:634.11]

М.С. Сердюк, С.С. Байберова

ДИНАМІКА ОКИСНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ТРИВАЛОМУ ЗБЕРІГАННІ ЯБЛУК З ВИКОРИСТАННЯМ АНТИОКСИДАНТІВ

Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь, Україна

Для забезпечення населення свіжими плодами протягом всього року дуже важливо зберегти їх якість з мінімальними втратами біохімічних показників при зберіганні.

В даний час у закордонній і вітчизняній практиці для тривалого зберігання плодів застосовується й апробується цілий комплекс хімічних сполук, що володіють антиоксидантними властивостями. З 1994 року такі дослідження виконуються і в нашому університеті [1, 2, 3].

Метою наших досліджень було вивчення впливу передзбиральної обробки плодів яблуні сорту Айдаред, антиоксидантними препаратами на інтенсивність дихання та процеси окислення органічних сполук під час тривалого зберігання.

Матеріал і методика досліджень

Дослідження проводилися в 2005-2007 роках на базі Таврійського державного агротехнологічного університету (м. Мелітополь) та Науково-дослідного Інституту зрошувального садівництва ім. Сидоренка УААН.

Для дослідження був обраний районований для Південного Степу України сорт яблук Айдаред. Плоди збирали при досягненні знімального ступеню стиглості. Визначення календарної дати знімання проводилося за стандартними методиками.

Обробку плодів антиоксидантними препаратами виконували безпосередньо на деревах в саду шляхом обприскування. Обприскування виконували вранці, в сонячний день комплексним антиоксидантним препаратом АОК-М [4] в концентраціях від 0,012 % до 0,048 % (за дистинолом) та плівкоутворювачем М-1. За контроль приймали плоди оброблені водою. Кожному варіанту обробки відповідало 5 типових дерев, які вступили в період товарного плодоношення. Через 24 години виконували збирання плодів. На зберігання відбиралися типові забарвленням і формою плоди.

На зберігання закладали плоди першого товарного гатунку, згідно до вимог ГСТУ 01.1-37-160: 2004 [5] і поміщали в ящики № 3.1 по 35 кг в кожний. Використовували шахове укладання, кожен шар перестиглими папером. Повторність п'ятикратна. Температура зберігання від 1 до 3 °С, відносна вологість повітря 95 %. Визначення показників проводили стандартними методиками. Математичну обробку результатів досліджень проводили по Б.А. Доспехову [6] та за допомогою комп'ютерної програми «Excel 2000» при $P < 0.05$.

Результати і обговорення

Проведенні нами досліді підтверджують думки багатьох вчених про те, що обробка плодів антиоксидантами має суттєвий вплив на дихальний газообмін яблук в період зберігання. Як видно з рисунку 1 передзбиральна обробка плодів комплексним препаратом значно знижує інтенсивність дихання вже з перших днів зберігання. У яблук, оброблених препаратом АОК-М (0,036 %) не спостерігалось клімактеричного підйому дихання в перебігу всього зберігання. У яблук, оброблених препаратом АОК-М з концентраціями дистинолу 0,024 % та 0,048 % незначний клімактеричний підйом дихання наступав на 160 та 120 добу зберігання відповідно. Проте, навіть в цей період інтенсивність дихання оброблених плодів була значно нижча, ніж контрольних.

Аналогічне інгібування дихання спостерігалось і при обробці плодів плівкоутворювачем. Проте, як видно з рис. 1, при обробці плодів комплексним препаратом відзначалося глибше зниження рівня інтенсивності дихання і триваліший час її стабілізації.

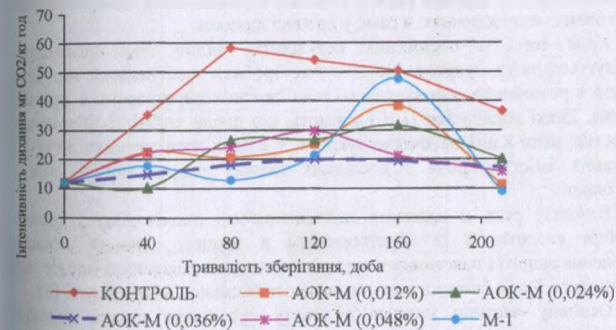


Рис. 1. Інтенсивність дихання плодів яблуні сорту Айдаред при тривалому зберіганні з використанням антиоксидантів

Отримані результати пояснюються тим, що антиоксидантний препарат активно впливає на такі фундаментальні процеси, як тканинне дихання і окисне фосфорилування. Взаємодіючи з мітохондріями *in vitro*, в певних концентраціях дистинол викликає гальмування процесів дихання [7].

Між інтенсивністю дихання плодів і показниками їх хімічного складу (цукрами, органічними кислотами) існує взаємозв'язок, так як вміст останніх залежить від ступеня стиглості плодів і відповідно від рівня метаболізму. Крім того цукри та кислоти є основними субстратами дихання.

Обробка яблук антиоксидантами істотно впливає на вміст цукрів в

процесі тривалого зберігання. Як видно з таблиці 1 при обробці розчином плівкоутворювача і при обробці комплексним препаратом антиоксиданту та плівкоутворювача в перші 40 діб зберігання вміст цукрів в яблуках практично не змінюється. І лише після 40 доби зберігання їх кількість починає збільшуватися. В той час, як в контрольних зразках збільшення вмісту цукрів починається вже з моменту закладки плодів на зберігання. Це, ймовірно, пояснюється тим, що досліджувані препарати інгібують окисно-відновні процеси і відсувають початок дозрівання на пізніші терміни.

Після 120 доби зберігання вміст цукрози в яблуках, оброблених розчинами досліджуваних препаратів, починає зменшуватися. При цьому загальна сума цукрів як і раніше зростає за рахунок збільшення вмісту моносахаридів. І лише після 160 доби зберігання вміст цукрів в дослідних зразках починає різко зменшуватися. Тоді як в контрольному варіанті зменшення вмісту цукрів вже починається після 80 доби зберігання, і до того ж швидкість їх витрачання значно вища, ніж в дослідних зразках. Зменшення вмісту цукрів в період зберігання пояснюється використанням їх в окисних перетвореннях, а саме у процесі дихання.

Крім того, з отриманих результатів видно, що насамперед зменшується вміст цукрози. Це дозволяє зробити припущення, що саме цукроза є речовиною, яка залучається до окисних перетворень в процесі дихання. Деякі дослідники [10] вважають, що плоди здібні до зберігання до тих пір, поки в них не зникне цукроза. У наших дослідженнях до кінця зберігання вміст цукрози в дослідних зразках значно вищий, ніж в контрольних.

Важливу роль в процесах життєдіяльності плодів яблуни грають органічні кислоти. З їх перетворенням в процесі дихання зв'язано вироблення енергії і пластичного матеріалу для життєдіяльності плодів, що зберігаються. Вони багато в чому визначають їх смакові особливості [8].

Основну частину загального вмісту органічних кислот складає яблучна кислота, на долю якої доводиться до 70 % від суми кислот. Вміст лимонної кислоти складає в середньому 3-12 % і лише у сортів, що використовуються для виробництва соків, вона досягає 70 % [9].

Вміст вільних кислот залежить від ступеня стиглості плодів. При зростанні плодів частка титрованих кислот постійно збільшується. Після знімання плодів надходження асимілятів припиняється і вміст кислот з часом знижується, оскільки вони руйнуються в процесі дихання. Згідно досліджень Л.В. Метліцко [10] вміст титрованих кислот в процесі зберігання знижується майже лінійно.

Таблиця 1
Вміст цукрів в яблуках сорту Айдаред при тривалому зберіганні з використанням антиоксидантів, %
М±m, n=5

Варіанти обробки	Показники	Тривалість зберігання, доба											
		0	40	80	120	160	210						
1	2												
Контроль	Моноцукри	5,655±0,086	7,665±0,295	8,394±0,339	9,321±0,679	8,803±1,816	6,828±0,128						
	Цукроза	0,896±0,041	1,910±0,211	3,490±0,555	1,335±0,214	0,262±0,157	0,025±0,149						
АОК-М (0,012%)	Моноцукри	5,655±0,086	5,775±0,180*	8,376±0,267*	8,984±0,470*	11,657±0,659*	10,065±1,760*						
	Цукроза	0,896±0,041	1,655±0,086*	3,380±0,082*	3,013±0,076*	2,419±0,286*	1,309±0,158*						
АОК-М (0,024%)	Моноцукри	5,655±0,086	6,020±0,698*	8,107±0,158*	8,585±0,080*	11,642±0,02*	10,913±0,112*						
	Цукроза	0,896±0,041	0,896±0,041*	3,332±0,183*	4,090±0,235*	3,344±0,142*	2,016±0,154*						
АОК-М (0,036%)	Моноцукри	5,655±0,086	5,910±0,135*	8,065±0,146*	9,411±0,174*	12,659±0,243*	11,112±0,218*						
	Цукроза	0,896±0,041	0,965±0,034*	3,588±0,272*	4,291±0,652*	3,008±0,318*	2,546±0,571*						
АОК-М (0,048%)	Моноцукри	5,655±0,086	5,857±0,158*	7,861±0,180*	9,897±0,235*	12,235±0,447*	11,1±0,267*						
	Цукроза	0,896±0,041	1,002±0,652*	3,998±0,041*	4,125±0,211*	3,598±0,428*	2,657±0,157*						
М-1	Моноцукри	5,655±0,086	5,762±0,281*	6,354±0,170*	6,990±0,056*	10,252±0,595*	9,540±0,689*						
	Цукроза	0,896±0,041	1,512±0,447*	3,464±0,146*	3,531±0,633*	2,721±0,428*	1,699±0,642*						

При зберіганні плодів, оброблених антиоксидантами, витрати органічних кислот значно стримувалися. Їх втрати в необроблених плодах склали 44,4-64,1 %, а при обробці антиоксидантами лише 23,7-29,0 % залежно від сорту.

Наші результати підтверджують раніше зроблені висновки. Динаміка вмісту титрованих кислот при зберіганні яблук сорту Айдаред у всіх дослідних зразках мала схожий характер (рисунк 2). У перші чотири місяці зберігання, коли знижується інтенсивність окисно-відновних процесів, вміст органічних кислот у всіх оброблених плодах залишається практично незмінним. І лише після чотирьох місяців зберігання їх вміст починає знижуватися, при цьому вміст цукрів в цей період збільшується. Після 120 діб зберігання швидкість зниження вмісту титрованих кислот в оброблених плодах декілька збільшується. Це, ймовірно, пояснюється тим, що до кінця зберігання $D/C > 1$, а це означає, що в цей час в процесах основними субстратами є органічні кислоти.

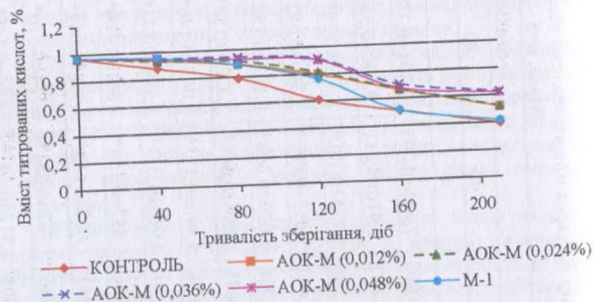


Рис. 2 – Динаміка титрованих кислот при тривалому зберіганні яблук сорту Айдаред з використанням антиоксидантів

В кінці зберігання в плодах, оброблених комплексним препаратом АОК-М з концентраціями дистинолу 0,036 % та 0,048 % збереглося 65 % кислот від їх початкового значення, тоді як в контрольних зразках всього 40 %. При обробці ж плівкоутворювачем результати майже не відрізнялися від контролю.

Висновки

1. Обробка плодів яблуні комплексними антиоксидантними препаратами знижує швидкість окисно-відновних процесів.
2. Найкращим комплексним препаратом виявився АОК-М з концентрацією

3. Зниження інтенсивності дихання та витрати цукрів призводить до збільшення тривалості зберігання плодів без погіршення якості.
4. Зниження темпів руйнування органічних кислот і накопичення їх до кінця зберігання сприяє приємному освіжаючому смаку плодів.
5. Обробка плодів плівкоутворювачем не дала позитивного результату в порівнянні з препаратом АОК-М (0,036 %). Отримані результати по всім показникам майже не відрізнялись від контролю.
6. Отримані нами експериментальні дані дозволяють рекомендувати комплексний препарат АОК-М (0,036 %) для обробки плодів яблуні сорту Айдаред перед закладанням на зберігання.

Література

1. Ковтун М.Е. Обоснование использования новых антиоксидантных препаратов для длительного хранения плодов группы: Дис. канд. с.-х. наук. – Ялта, 1997.
2. Присс О.П. Обоснование использования новых антиоксидантных препаратов для длительного хранения плодов яблони: Дис. канд. с.-х. наук. – Ялта, 2000.
3. Миронычева Е.С. Обоснование использования антиоксидантных препаратов для длительного хранения плодов яблони: Дис. канд. с.-х. наук: 05.18.03. – Ялта, 2002.
4. Пат. 75270 Україна, МПК А23В 7/14, спосіб підготовки плодів до зберігання / В.В. Калитка, М.С. Сердюк, О.П. Присс, О.М. Заславський (Україна); Таврійська державна агротехнічна академія, Приватно виробничо-комерційна фірма «Імпторсервіс». – № 20040806410; заяв. 10.06.04; опубл. 15.03.06, Бюл.№3.
5. Яблука свіжі середніх та пізніх термінів досягання. ГСТУ 01.1.-37-160:2004. – [Чинний від 2004-29-12]. – К.: Укргостандартсертифікація, 2004. – 11 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985.
7. Крулякова К.Е., Шаникина Л.Н. Общие представления о механизме действия антиоксидантов. Исследование природных и синтетических антиоксидантов in vitro и in vivo: Сборник научных статей. Рос. АН.- М.: Наука, 1992.
8. Гудковський В.А. Довготривале зберігання плодів: Прогресивні методи, 1978. С.35.
9. Найченко В.М. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів. Підручник / Шкляр, 1999. – С. 27-35.
10. Метлицкий Л.В. Биохимия плодов и овощей. – М.: «Жизнь», 1970. – 271 с.