

УДК 634.11:581.19 (479.25)

О СКОРОСТИ ОКИСЛЕНИЯ ФАРНЕЗЕНА В ПЛОДАХ ЯБЛОНИ

А. Г. САДОЯН

Исследована скорость окисления сесквитерпеноидного углеводорода фарнезена из покровного воска яблок в процессе их послеуборочного хранения.

Выявлено подавляющее влияние антиоксидантов дилудина и сантохина на процесс окисления фарнезена в связи с развитием «загара» на плодах яблоки.

Ключевые слова: яблоки, антиоксиданты, фарнезен.

«Загар»—физиологическое заболевание, которое проявляется в виде темноокрашенного пятна на поверхности плодов, резко понижая их товарное качество. «Загар» является одним из источников потерь при хранении ряда сортов яблок [3].

Глубокий и многосторонний анализ причин, вызывающих это заболевание, позволяет связать его проявление с нарушениями в терпеноидном обмене, в частности, с накоплением сесквитерпеноидного углеводорода фарнезена и продуктов его окисления. Будучи соединением непредельным, с конъюгированными двойными связями, фарнезен легко окисляется, образуя гидроперекиси—темноокрашенные продукты. Следовательно, развитие «загара» на плодах зависит от скорости окисления фарнезена [1], а защита плодов от этого заболевания может быть основана на обработке их соответствующими антиоксидантами, способными стабилизировать фарнезен. Известен метод обработки плодов синтетическим антиоксидантом этоксихином [4].

В данной работе приводятся результаты обработки яблок антиоксидантами отечественного производства—дилудином и сантохином, которые применяются для сохранения от окисления витаминов А, Д, Е, каротина и растительных жиров в кормах. Для обработки плодов яблоки эти препараты применяются впервые. С целью сравнения эффективности антиокислительных свойств дилудина и сантохина плоды обрабатывали также этоксихином.

Материал и методика. Объектом исследований служили яблоки сортов Банан зимний, поражаемые «загаром», и Бельфлер желтый, сравнительно стойкие к этому заболеванию. Яблоки хранились в стандартных ящиках в камере холодильного фруктохранилища при температуре $0-1^{\circ}$ и относительной влажности воздуха 85—90%, после предварительной обработки дилудином, сантохином и этоксихином. Препараты применялись в виде водных растворов следующих концентраций: дилудин—0,01 и 0,05%, сантохин—0,01 и 0,05%, этоксихин—0,03%. Плоды погружались в растворы на две минуты, затем обсушивались на фильтровальной бумаге и укладывались в стандартные ящики. Контролем служили необработанные плоды. В процессе восьмимесячного хранения (сентябрь—май) велись наблюдения за развитием заболевания на плодах и процессом окисления фарнезена. Определения проводили каждые два месяца, начиная с января.

Степень окисления фарнезена определяли по формуле

$$A = \frac{c}{C} \cdot$$

где C —концентрация фарнезена, мкмоль на 100 см^2 , c —концентрация продуктов окисления фарнезена, мкмоль на 100 см^2 .

Фарнезен и гидроперекиси фарнезена определяли в гексановом экстракте спектрофотометрическим методом [2]. Спектр снимали в области $220\text{--}300 \text{ нм}$ на приборе СФ-26. Содержание фарнезена (в мкмоль на 100 см^2) рассчитывали по формуле

$$C = \frac{E \cdot V}{e \cdot S} \cdot 100,$$

где E —поглощение экстракта при 232 нм ; e —молярная экстинкция, равная 27000 ; V —объем экстракта, мл; S —суммарная площадь поверхности экстрагированных плодов, см^2 .

Содержание продуктов окисления фарнезена определяли по той же формуле. В этом случае E представляет разницу между поглощением при 280 и 290 нм ($E_{280} - E_{290}$), $ae = 25000$.

Результаты и обсуждение. Наблюдения показали, что в процессе послеуборочного хранения количество больных плодов увеличивается, параллельно с увеличением степени окисления фарнезена (табл. 1). Однако наблюдается явное подавление процесса окисления фарнезена в обработанных плодах. Так, например, в конце хранения степень окисления фарнезена в плодах, обработанных этоксихином, в $4,5$ раза, $0,01\%$ -ным дилудином—в $3,5$, $0,05\%$ -ным дилудином—в 5 , $0,01\%$ -ным сантохином—в $4,5$ и $0,05\%$ -ным сантохином—в 2 раза ниже, чем в плодах контрольного варианта. Соответственно уменьшается и количество плодов, пораженных загаром. Эти данные еще раз подтверждают предположение о существующей взаимосвязи между «загаром» и степенью окисления фарнезена.

Как видно из данных таблицы, при обработке плодов $0,03\%$ -ным этоксихином и $0,01\%$ -ным сантохином окисление фарнезена после восьмимесячного хранения подавляется примерно одинаково, но количество больных плодов среди обработанных сантохином в 2 раза больше, чем этоксихином. По-видимому, сантохин оказался менее эффективным по сравнению с этоксихином.

Из примененных антиоксидантов отечественного производства в целях борьбы с «загаром» наиболее эффективным является дилудин в концентрации $0,05\%$. Эффект, получаемый от применения указанного препарата, как в отношении подавления заболевания, так и скорости окисления фарнезена примерно аналогичен таковому этоксихина (таблица).

Чтобы убедиться в характере воздействия примененных антиоксидантов на процесс подавления заболевания, мы проверили их действие на плодах сорта Бельфлер желтый, более устойчивого к заболеванию. На рисунке показана степень окисления фарнезена в сортах Банан зимний и Бельфлер желтый (рис.).

Следует отметить, что скорость окисления фарнезена как в обработанных, так и в контрольных плодах сорта Бельфлер желтый ниже,

Степень окисления фарнезена и развития «загара»
на яблоках сорта Банан зимний

Обрабатывающее вещество, %	Степень окисления фарнезена			Количество плодов, пора- женных загаром, %		
	январь	март	май	январь	март	май
Необработанные (контроль)	0,03	0,14	0,32	6,3	10,9	23,0
Этоксихин — 0,03	0,04	0,06	0,08	1,7	5,6	7,7
Дилудин — 0,01	0,04	0,08	0,09	4,0	7,2	12,8
Дилудин — 0,05	0,03	0,05	0,06	3,7	5,1	9,1
Сантохин — 0,01	0,02	0,04	0,07	7,6	11,8	16,6
Сантохин — 0,2	0,02	0,03	0,13	9,0	10,4	13,3

чем в яблоках сорта Банан зимний. Из рисунка видно, что применение синтетических антиокислителей подавляет процесс окисления фарнезена не только в расположенном к заболеванию сорте, но и в устойчивом, т. е. характер их влияния зависит от антиокислительных свойств препарата.

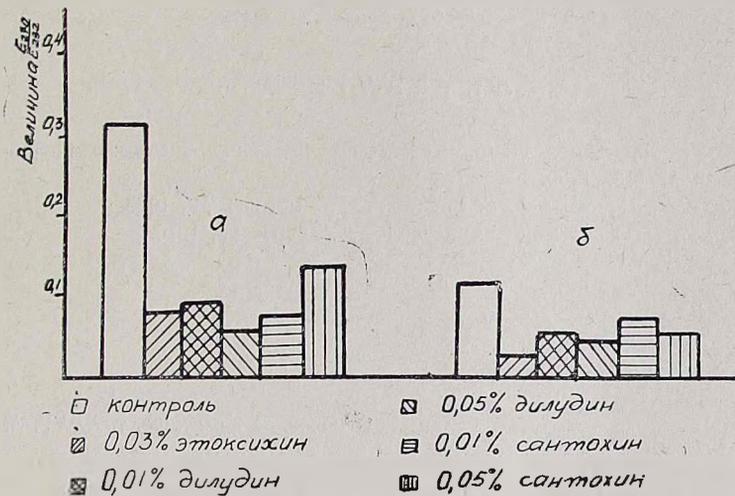


Рис. Влияние синтетических антиоксидантов на степень окисления фарнезена (а—в яблоках сорта Банан зимний, б—в яблоках сорта Бельфлер желтый).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что синтетические антиокислители подавляют накопление обоих продуктов терпеноидного обмена—фарнезена и продуктов его окисления,—что приводит к уменьшению степени окисления фарнезена и развития «загара» на плодах яблони.