

**Р.Э.Лойко**, кандидат биологических наук  
**А.М.Криворот**, мл. научный сотрудник  
**Л.М.Ярохович**, научный сотрудник  
 Белорусский НИИ плодоводства

УДК 634.11:1631.55/56

## Послеуборочное охлаждение плодов яблони — необходимое условие технологического процесса уборки и хранения

*Изучено влияние послеуборочного охлаждения плодов яблони на их лежкость и изменение биохимического состава. Выявлена доля влияния факторов сорта и сроков охлаждения на показатели сохраняемости плодов. Определены уровни модификационного и генотипического варьирования изучаемых признаков у трех сортов яблони белорусского сортикета в зависимости от сроков послеуборочного охлаждения. Сделан вывод о необходимости применения послеуборочного охлаждения плодов, как условия успешного процесса их хранения.*

Технологический процесс уборки и хранения плодов включает в себя ряд последовательных операций, среди которых: определение срока уборки, прогнозирование лежкости, контроль качества плодов, взвешивание, загрузка и выгрузка камер, контроль температуры и влажности, сортировка, переборка, упаковка и др. Одним из необходимых условий успешного и малоотходного хранения является также предварительное (перед закладкой на хранение) охлаждение плодов.

Возможность или необходимость быстрого охлаждения заложенных на хранение яблок определяется по следующим факторам:

- устойчивости сорта к быстрому снижению температуры (у высоковосприимчивых сортов при быстром охлаждении возникают болезни при хранении);
- уровню средней температуры при закладке на хранение (чем выше температура при уборке плодов, тем быстрее она должна быть снижена). Поздние сорта яблок убирают чаще всего еще при довольно высоких температурах воздуха, при этом температура самих плодов составляет +18–20°C. После съема усиливается процесс дыхания, сопряженный с выделением большого количества тепла, ускоряется послеуборочное дозревание и снижается лежкость плодов /2/;
- экономическим и организационным пределам производительности холодильных установок /10/.

Многочисленными исследованиями и многолетней практикой доказано, что предварительное охлаждение намного увеличивает продолжительность хранения яблок. Объясняется это тем, что резкое охлаждение плодов непосредственно после съема с деревьев резко замедляет все физиологические процессы, происходящие в них, растягивает период созревания, снижает ско-

*The article analyzes the after harvest apple cooling on the storing properties and biological composition. It has been determined how the variety and cooling period influence the storing properties of the apples. There are also results of the studies done on the basis of three Belarusian apple varieties concerning how the modification and genotype indicators examined fluctuate depending on the length of cooling period. The article proposes a conclusion that after harvest cooling is vital for successful storing.*

рости развития микрофлоры на поверхности, уменьшает убыль массы и потери от болезней хранения /3–5, 8, 11, 12/. Этот прием экономически оправдан и при закладке плодов на хранение, и при отправке их транспортом на большие расстояния.

Однако до сих пор остаются невыясненными вопросы о сроках проведения и длительности воздействия охлаждения на плоды. Имеются работы, указывающие на необходимость охлаждения в течение 4–5 /9/, 10–12 часов /6/, 1–2 и более суток /7/. Но тем не менее, везде подчеркивается требование проводить предварительное охлаждение уже в день уборки. Задержка загрузки снятых яблок в охлаждаемое помещение (холодильник) на один день при температуре +18–20°C сокращает срок хранения на 10–15 дней /2/.

Представляет интерес и метод поэтапного (ступенчатого) охлаждения плодов до нескольких заданных температурных пределов, который в настоящий момент находится в стадии изучения /8, 10, 13/.

В связи с тем, что как в Беларуси, так и за рубежом вопросы предварительного охлаждения яблок до конца не изучены и требуют дальнейших исследований, мы ставили перед собой цель выявить наиболее эффективные сроки послеуборочного охлаждения для сортов яблони, выращиваемых в условиях Беларуси.

Основная работа, результаты которой статистически обработаны, проводилась в 1989–1990 гг. в отделе хранения и переработки Белорусского НИИ плодоводства. Предварительные исследования, подтверждающие необходимость проведения послеуборочного охлаждения, как этапа технологического процесса уборки и хранения, были выполнены в 1987–1988 гг. Ста-

тистическую обработку данных осуществляли по специальным программам, разработанным в Институте генетики и цитологии НАНБ.

В качестве объектов использовали плоды сортов Банановое, Белорусское малиновое и Теллиссааре, выращенные в саду экспериментальной базы "Русиновичи" Минского района. Яблоки убирали в состоянии съемной зрелости, которая контролировалась в период созревания по ряду физико-химических и органолептических показателей, и помещали в холодильную камеру КХ-6 для предварительного охлаждения при температуре +3–4°C. По всем сортам формировали по 5 отдельных партий плодов, которые подвергали охлаждению через 2, 4, 6, 24 и 72 часа после уборки соответственно. После этого все партии закладывали на длительное хранение в холодильные камеры КХ-6 при температуре 0–1°C и относительной влажности воздуха 90–95%.

Непосредственно после уборки и в конце хранения определяли биохимический состав плодов каждого варианта охлаждения по существующим методикам: растворимые сухие вещества – рефрактометрически; титруемую кислотность – титрованием 0,1 N NaOH в пересчете по яблочной кислоте; сахара – по методу Бер-

трана в модификации Вознесенского; витамин С – спектрофотометрически после реакций с  $\alpha'$ - $\alpha'$ -дипиридиллом в присутствии ортофосфорной кислоты и хлорно-го железа.

При съеме с хранения определяли продолжительность хранения плодов (в сутках), естественную убыль массы плодов, выход здоровых и пораженных плодов с дифференциацией по типу заболеваний.

Изучение биохимического состава плодов до и после хранения выявило уменьшение большинства показателей по всем вариантам в процессе хранения (табл.1).

При закладке на хранение титруемая кислотность по сортам составила 0,57–1,00%. В ходе хранения происходило значительное снижение кислотности по каждому варианту охлаждения, которая составила при съеме с хранения 0,30–0,60%. Причем наименьшая кислотность отмечена по вариантам охлаждения через 24 и 72 часа.

Наибольшее содержание растворимых сухих веществ (PCB) после уборки отмечено у сорта Банановое – 13,6%. Концентрация PCB у остальных сортов была ниже: Белорусское малиновое – 10,7 и Теллиссааре – 11,4%. К концу хранения содержание PCB не-

Таблица 1. Биохимический состав плодов яблони в зависимости от сроков послеуборочного охлаждения (1989–1990 гг.)

Варианты	Кислотность, %	PCB, %	Витамин С, %	Сахара, %		
				моносахара	сахароза	сумма
<b>Теллиссааре</b>						
При закладке на хранение	0,57	11,4	14,5	5,9	3,0	8,9
Охлаждение:						
через 4 часа	0,48	10,9	15,4	6,8	1,6	8,4
через 6 часов	0,44	10,8	13,9	7,2	1,5	8,7
через 24 часа	0,41	10,7	12,3	7,2	1,4	8,6
через 72 часа	0,41	10,8	12,8	7,0	1,5	8,6
НСР <sub>0,05</sub>	0,02	0,1	0,3	0,3	0,2	0,2
<b>Белорусское малиновое</b>						
При закладке на хранение	0,63	10,7	12,1	6,9	1,5	8,4
Охлаждение:						
через 4 часа	0,41	10,1	7,6	7,2	0,5	7,7
через 6 часов	0,42	10,1	7,5	7,1	0,6	7,7
через 24 часа	0,42	10,1	7,9	7,1	0,6	7,7
через 72 часа	0,41	10,2	7,6	7,2	0,5	7,7
НСР <sub>0,05</sub>	0,02	0,4	0,2	0,5	0,8	0,2
<b>Банановое</b>						
При закладке на хранение	1,00	13,6	22,5	6,3	4,0	10,3
Охлаждение:						
через 4 часа	0,60	12,0	17,5	6,5	1,2	7,8
через 6 часов	0,41	11,9	18,4	6,3	2,0	8,3
через 24 часа	0,32	10,8	20,0	5,9	1,7	7,6
через 72 часа	0,30	10,8	20,1	5,8	1,8	7,7
НСР <sub>0,05</sub>	0,03	0,4	0,7	0,2	0,3	0,1

сколько снижалось и составило по сортам и вариантам 10,1–12,0%.

Существенное редуцирование в процессе хранения отмечено также и по витамину С – с 12,1–22,5 мг% до 7,5–20,1 мг% в зависимости от сорта и срока послеуборочного охлаждения. Только у партии плодов Теллиссааре, охлажденных через 4 часа после уборки, содержание витамина С несколько повысилось (с 14,5 до 15,4%).

Данное противоречие вполне объяснимо. Известно, что существует связанная форма аскорбиновой кислоты, почти не обладающая витаминной активностью. Данная форма проявляет свою активность только при гидролизе. Вероятно, охлаждение плодов сорта Тел-

лиссааре через 4 часа оказалось наиболее благоприятным для перехода связанной аскорбиновой кислоты в свободное состояние /1/.

Общее содержание сахаров в плодах во время уборки составляло 8,4% у сорта Белорусское малиновое, 8,9 – Теллиссааре, 10,3% – Банановое. Сумму сахаров обуславливали монозы, содержание которых колебалось по сортам от 5,9 до 6,9%. Уровни сахарозы были значительно ниже – 1,5–4,0%. В ходе хранения происходило редуцирование сахаров по всем вариантам охлаждения у каждого сорта. Однако снижение концентрации общего сахара определялось резким уменьшением сахарозы до 0,5–2,0% в зависимости от сорта, в то время как уровень моносахаров у большинства ва-

**Таблица 2.** Влияние сроков послеуборочного охлаждения на лежкость и товарные качества плодов яблони (1989–1990 гг.)

Сроки охлаждения после уборки	Продолжительность хранения, сутки	Убыль массы, %	Выход плодов, %				Гниль, %
			здоровых	с увяданием	с загаром	с загниванием	
<b>Теллиссааре</b>							
Через 2 часа	200	4,29	20,0	0	0	44,5	35,5
Через 4 часа	200	8,75	54,8	0	6,9	30,9	7,4
Через 6 часов	200	6,25	45,8	0	12,8	33,4	8,0
Через 24 часа	200	5,88	32,0	0	0	46,7	21,3
Через 72 часа	200	6,70	46,9	4,3	12,3	27,0	9,5
НСР <sub>0,05</sub>		0,13	0,4	0,1	0,1	1,0	1,0
<b>Белорусское малиновое</b>							
Через 2 часа	117	5,52	83,3	11,4	0	3,0	2,3
Через 4 часа	117	5,12	81,8	11,5	0	0	6,7
Через 6 часов	117	5,21	87,2	4,9	0	1,3	6,6
Через 24 часа	117	7,68	64,0	29,3	0	3,1	3,6
Через 72 часа	117	5,95	85,5	6,5	0	0,8	7,2
НСР <sub>0,05</sub>		0,43	1,3	0,7	–	0,2	0,4
<b>Банановое</b>							
Через 2 часа	141	6,07	55,6	35,3	0	5,8	3,3
Через 4 часа	141	5,76	59,1	36,4	0	2,7	1,8
Через 6 часов	141	5,99	50,1	40,3	0	8,9	0,7
Через 24 часа	141	6,25	31,3	60,3	0	6,8	1,6
Через 72 часа	141	7,07	28,2	57,4	0	10,4	4,0
НСР <sub>0,05</sub>		0,10	0,8	0,2	–	0,5	0,6

**Таблица 3.** Доля влияния факторов сорта (А) и сроков охлаждения (В) на показатели сохраняемости плодов 3 сортов яблони, % (1989–1990 гг.)

Показатели	Факторы и их взаимодействие			По повторностям	Случайные отклонения
	А	В	АВ		
Убыль массы, %	3,4	11,7	16,4	58,6**	9,9
Выход здоровых плодов, %	84,9**	8,0**	4,4**	1,6	1,1
Выход плодов с увяданием, %	92,5**	4,2**	2,0**	0,9	0,4
Выход плодов с загниванием, %	94,2**	1,7	1,4	1,8	0,9
Гниль, %	70,6**	9,6*	15,0**	2,0	2,8

Примечание: \* P < 0,05

\*\* P < 0,01

риантов охлаждения несколько повышался – до 6,5–7,2%. Это очевидно, так как в ходе длительного хранения происходит расщепление дисахаров (в первую очередь, сахарозы) на монозы.

Длительное хранение выявило также существенные различия товарного качества плодов как между сортами, так и между вариантами послеуборочного охлаждения (табл. 2).

Естественная убыль массы составила по сортам в зависимости от срока охлаждения: 4,3–8,8% – у сорта Теллиссааре, 5,1–7,7 – Белорусское малиновое и 5,8–7,1% – Банановое. Наибольшая убыль массы отмечена при охлаждении через 4 часа у сорта Теллиссааре (8,8%), через 24 часа – Белорусское малиновое (7,7%) и через 72 часа – Банановое (7,1%).

Максимальный выход плодов в конце хранения был у сорта Теллиссааре при охлаждении через 4 часа (54,8%); Белорусское малиновое – через 2, 6 и 72 часа (83,3–87,2%); у сорта Банановое – через 4 часа (59,1%).

Сильное увядание отмечено по всем вариантам охлаждения у сорта Банановое (35,3–60,3%). Плоды Теллиссааре при охлаждении через 4, 6 и 72 часа поразились загаром от 6,9 до 12,8%. Сильное загнивание отмечено для данного сорта по всем вариантам охлаждения – 27,0–46,7%. Плоды всех сортов в той или иной степени поразились гнилями. Однако самый высокий процент гнили выявлен у сорта Теллиссааре – 7,4–21,3%.

Одновременно с помощью двухфакторного дисперсионного анализа была выявлена доля влияния сорта и сроков охлаждения на показатели сохранности плодов 3 сортов яблони (табл. 3). Его результаты указывают на то, что изменчивость признаков выхода здоровых плодов, плодов с загниванием, увяданием и гнилей в первую очередь определяется фактором сорта (70,6–94,2%). Влияние фактора сроков охлаждения на них колеблется в пределах 1,7–11,7%. Изменчивость показателя убыли массы на 16,4% зависит от взаимодействия факторов, на 11,7% – от сроков охлаждения и лишь на 3,4% – от фактора сорта.

Полученные результаты говорят о необходимости дифференцированного подхода к выполнению технологических операций (и послеуборочного охлаждения в частности) для каждого сорта. Для этого следует изучить модификационную изменчивость сортов по ряду признаков и в первую очередь количественных, для которых характерна значительная изменчивость при незначительных изменениях окружающей среды. Как показывают фактические данные, сорта существенно различаются по лежкости, товарным показателям, биохимическому составу и силе влияния факторов на данные показатели в зависимости от сроков охлаждения.

Поэтому изучение модификационной изменчивости сортов по ним позволяет выделить наиболее эффективные сроки охлаждения для каждого отдельного сорта.

В результате исследований выявлено, что наименьшей модификационной изменчивостью обладают признаки выхода здоровых плодов (3,3; 6,2 и 5,1% соответственно для сортов Теллиссааре, Белорусское ма-

линовое и Банановое), моносахаров (7,9; 1,7 и 4,3%), РСВ (2,6; 2,6 и 9,7%), суммы сахаров (2,1; 4,0 и 9,7%) (табл. 4). Низкие уровни модификационного варьирования данных признаков указывают на незначительную их зависимость от сроков охлаждения. В свою очередь, признаки с высокими уровнями (более 30%) модификационной изменчивости (выход плодов с увяданием, с загниванием, гниль, сахароза) имеют сильную зависимость от условий охлаждения. Кроме того, изучаемые сорта имеют также высокую генотипическую изменчивость по данным признакам (более 30%), что свидетельствует о значительных различиях между ними по данным признакам на генетическом уровне.

Таким образом, полученные результаты подтверждают необходимость применения послеуборочного охлаждения плодов яблони, как одного из условий технологического процесса уборки и хранения. При этом особое внимание должно отводиться сортовым особенностям, а также метеорологическим и агротехническим условиям выращивания и хранения. На настоящем этапе исследований разрабатываются конкретные сроки и режимы охлаждения плодов для большинства районированных и перспективных сортов яблони в Беларуси.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Березовский В.М. Химия витаминов. – М.: Колос, 1973. – 626 с.
2. Беренштейн И.Б., Ципруш Р.Я. Заготовки, транспортирование и хранение плодов: Приложение к журналу "Садоводство и виноградарство". – М.: Агропромиздат, 1988. – 143 с.
3. Колесник А.А., Бруев С.Н., Сперанская В.Г. О хранении яблок при температуре ниже 0 // Садоводство. – 1977. – № 12. – С. 17–18.
4. Малишевская М.Ф. и др. Фрукты – круглый год. – Днепропетровск: Промінь, 1975. – 232 с.
5. Плодовые культуры: Справочник / Сост.: Р.П. Кудрявец. – М.: Агропромиздат, 1991. – 383 с.
6. Полегаев В.И. Хранение плодов и овощей. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 254 с.
7. Рекомендации по прогрессивной технологии хранения плодов и ягод в условиях Украины. – Киев, 1983. – 38 с.
8. Седова З.А. Современные способы хранения плодов и ягод. М.: ВАСХНИЛ, 1979. – 48 с.
9. Федоров М.А. Промышленное хранение плодов. – М.: Колос, 1981. – 184 с.
10. Хранение плодов / Пер. с нем. И.М. Спичкина; Под ред. и с предисл. А.М. Ульянова. – М.: Колос, 1984. – 367 с.
11. Ципруш Р.Я. Технология уборки, транспортировки и хранения плодов яблони и груши в условиях Молдавской ССР. – Кишинев: Картя Молдавеняскэ, 1976. – 126 с.
12. Ширко Т.С., Радюк В.А. Новые методы повышения качества и сохранности плодов и ягод. – Минск: БелНИИНТИ, 1987. – 48 с.
13. Osterloh A., Groschner P. Landerung von Obst und Gemuse. Berlin, 1975. – 285 s.

Таблица 4. Модификационная изменчивость товарных и биохимических показателей у 3 сортов яблони при послеуборочном охлаждении (1989–1990 гг.)

Сорт	$\bar{X} \pm S_x$	$\sigma \pm S_\sigma$	$CV_m \pm S_{CV}$	$A \pm S_A$	$\epsilon$
Убыль массы, %					
Теллиссааре	6,4±0,72	1,6±0,51	25,2±7,97	0,2±0,92	-1,11
Бел. малиновое	5,6±0,57	1,3±0,41	22,9±7,24	0,7±0,91	-1,07
Банановое	6,2±0,22	0,5±0,16	8,0±2,53	0,9±0,91	-0,83
Выход здоровых плодов, %					
Теллиссааре	49,0±1,30	2,9±0,92	3,3±1,03	0,5±0,91	-1,56
Бел. малиновое	82,5±2,24	5,0±1,58	6,2±1,92	-0,8±0,91	-0,97
Банановое	77,2±1,77	4,0±1,25	5,1±1,62	-0,9±0,91	-0,74
Выход плодов с увяданием, %					
Теллиссааре	0,4±0,18	0,4±0,13	102,4±32,40	0,3±0,91	-1,51
Бел. малиновое	10,6±2,51	5,6±1,77	53,0±16,76	0,5±0,91	-1,26
Банановое	11,5±1,49	3,3±1,05	29,0±9,16	-0,1±0,91	-1,73
Выход плодов с загниванием, %					
Теллиссааре	34,8±1,00	2,2±0,70	46,2±14,68	-0,1±0,91	-1,81
Бел. малиновое	1,4±0,53	1,2±0,37	81,6±25,82	0,2±0,91	-1,43
Банановое	7,1±1,95	4,4±1,38	61,0±19,28	-0,8±0,91	-0,99
Гниль, %					
Теллиссааре	12,9±0,55	1,2±0,39	31,5±9,96	0,6±0,91	-1,49
Бел. малиновое	5,3±0,99	2,2±0,70	42,1±13,32	0,4±0,91	-1,87
Банановое	2,4±0,57	1,3±0,41	52,5±16,61	-0,3±0,91	-1,65
Кислотность, %					
Теллиссааре	0,5±0,03	0,1±0,02	14,5±4,58	0,8±0,91	-1,11
Бел. малиновое	0,5±0,04	0,1±0,03	21,0±6,65	1,3±0,91	-0,41
Банановое	0,5±0,13	0,3±0,09	56,7±17,94	0,9±0,91	-1,08
PCB, %					
Теллиссааре	10,9±0,12	0,3±0,09	2,6±0,80	1,2±0,91	-0,60
Бел. малиновое	10,2±0,12	0,3±0,08	2,6±0,81	1,3±0,91	-0,52
Банановое	11,8±0,51	1,2±0,36	9,7±3,08	0,6±0,91	-1,25
Витамин С, мг%					
Теллиссааре	13,8±0,56	1,3±0,40	9,1±2,88	0,1±0,91	-1,71
Бел. малиновое	8,5±0,90	2,0±0,64	23,6±7,45	1,3±0,91	-0,43
Банановое	19,7±0,85	1,9±0,60	9,7±3,06	0,4±0,91	-1,32
Моносахара, %					
Теллиссааре	6,8±0,24	0,5±0,17	7,9±2,51	-1,1±0,91	-0,77
Бел. малиновое	7,1±0,05	0,1±0,04	1,7±0,55	-0,8±0,91	-1,00
Банановое	6,2±0,12	0,3±0,08	4,3±1,37	-0,1±0,91	-1,88
Сахароза, %					
Теллиссааре	1,8±0,30	0,7±0,21	37,4±11,84	1,3±0,91	-0,43
Бел. малиновое	0,7±0,19	0,4±0,14	57,8±18,30	1,3±0,91	-0,45
Банановое	2,1±0,48	1,1±0,34	50,5±15,97	1,1±0,91	-0,65
Сумма сахаров, %					
Теллиссааре	8,6±0,08	0,2±0,06	2,1±0,66	0,2±0,91	-1,19
Бел. малиновое	7,8±0,14	0,3±0,10	4,0±1,26	1,3±0,91	-4,00
Банановое	8,3±0,50	1,1±0,36	13,5±4,27	1,2±0,91	-0,63