

## ИЗМЕНЕНИЯ В СОСТАВЕ ДЕГИДРИНОВ И ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТЬ ЯБЛОНИ

**Ключевые слова:** яблоня, сорта, *Malus baccata* L. Borkh., *Malus domestica* Borkh., холодоустойчивость, искусственное промораживание.

### Введение

Низкая отрицательная температура является основным лимитирующим фактором для расширения ареала выращивания представителей рода *Malus* в северных регионах. Селекционерами получено достаточно большое число зимостойких сортов; однако полевые испытания не позволяют быстро определить, насколько надежен тот или иной сорт в конкретных условиях. Лабораторное моделирование стрессовых температурных условий дает возможность ускорить процесс отбора более устойчивых форм.

Основным повреждающим фактором является индуцируемая холодом дегидратация (обезвоживание) тканей и, соответственно, потеря функциональной структуры. В дополнение к другим защитным механизмам (накопление сахаров, пролина, бетаина) в растительной клетке происходит аккумуляция высокогидрофильных, термостабильных белков, получивших название дегидрины [1].

Целью настоящей работы было выяснить: меняется ли состав дегидринов в течение холодного периода года и есть ли связь между этими изменениями и холодоустойчивостью разных генотипов яблони при искусственном промораживании.

### Материалы и методы

Объектом исследования послужили шесть генотипов яблони: яблоня сибирская, или ягодная (*Malus baccata*), и яблоня домашняя, или культурная (*Malus domestica*) сорта Папировка (селекция народная), а также гибриды яблони культурной и яблони ягодной разных поколений скрещивания: ранетка Пурпуровая (происхождение неизвестно), яблони полукультурные Веселовка (селекция Цен-

трального Сибирского Ботанического сада СО РАН), Краса Бурятии (селекция Бурятской плодово-ягодной станции), Алтайское румяное (селекция НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко) [2, 3]. Критерием выбора объектов исследования послужила охарактеризованная в полевых условиях контрастная зимостойкость названных генотипов яблони. В качестве подвоев использовали сибирскую ягодную яблоню. Исследования проводились в 2008-2010 гг. на базе Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск.

Оценку сортов яблонь проводили по показателям зимостойкости в условиях искусственного промораживания [4]. Степень повреждения тканей срезанных ветвей определялась по побурению в баллах от 0 до 5. Для создания температуры промораживания использовали низкотемпературную камеру с диапазоном отрицательных температур от -10 до -80°C. Условия оттепели (+5°C) моделировались в термостате фирмы Sanyo. Время промораживания составило от 8 до 24 ч.

В качестве материала для выделения белка послужили ветви текущего года, собранные с растений, растущих в выровненных агротехнических и климатических условиях. С ветвей снимали и замораживали в жидком азоте кору. Пробы хранились в кельвинаторе при -80°C до выделения белка. Общий белок выделяли по стандартной методике, принятой для древесных растений [5]. Концентрацию белка определяли по методу Лоури [6]. После разделения белков с помощью Na-ДДС-электрофореза в 14%-ном ПААГ проводили иммуноблоттинг с антителами на дегидрины (*Agrisera AS07 206*) [7].

### Результаты

Промораживание проводили в три срока: декабрь (температура от -30 до -50°C), февраль (от -35 до -45°C), март (-40°C и через оттепель +5°C в темпера-

туру  $-30^{\circ}\text{C}$ ). Промораживание первого срока не выявило каких-либо повреждений древесины исследуемых генотипов. В феврале незначительное побурение (2 балла) древесины наблюдалось только у Папировки. В марте полная гибель наблюдалась у Папировки (5 баллов) после  $-40^{\circ}\text{C}$  и значительные повреждения у Алтайского румяного (4 балла) при температуре  $-30^{\circ}\text{C}$  после оттепели (рис. 1).

Анализ данных иммуноблотинга выявил существенные различия в скорости накопления и деградации дегидринов в коре разных генотипов яблонь на протяжении всего периода исследований (рис. 2).

Уже в ноябре-январе спектр дегидринов разных по устойчивости генотипов отличался и количественно, и качественно. Если у яблони сибирской, ранетки Пурпуровой, полукультурок Веселовка и Краса Бурятии наблюдается интенсивный процесс накопления дегидринов, то у Алтайского румяного и Папировки увеличения их количества не происходит. В этот период определяются белки с молекулярными массами 63, 60, 52, 34 и 32 кДа. Изменения в составе дегидринов происходят в феврале. Количество этих белков у яблони ягодной, ранетки, Веселовки и

Красы Бурятии значительно снижается по сравнению с Папировкой и Алтайским румяным. В марте в коре яблони ягодной и ранетки дегидрины практически отсутствуют, но это не снижает устойчивость этих генотипов ни при  $-40^{\circ}\text{C}$ , ни при  $-30^{\circ}\text{C}$  после оттепели  $+5^{\circ}\text{C}$ . Изменения в спектре дегидринов в сторону увеличения у Алтайского румяного и Папировки в феврале-марте не способствовали лучшему перенесению экстремального температурного воздействия.

### Выводы

На основании проведенных экспериментов можно предположить, что чем выше скорость накопления и деградации дегидринов, тем выше холодоустойчивость яблони. Изучение изменений в составе дегидринов плодовых деревьев представляет несомненный интерес для современных исследователей не только в области физиологии растений, но и практиков сельского хозяйства. Информация в этой области позволила бы скорректировать селекционный процесс в направлении повышения зимостойкости и ускорила интродукцию новых сортов в регионы с неустойчивым климатом.

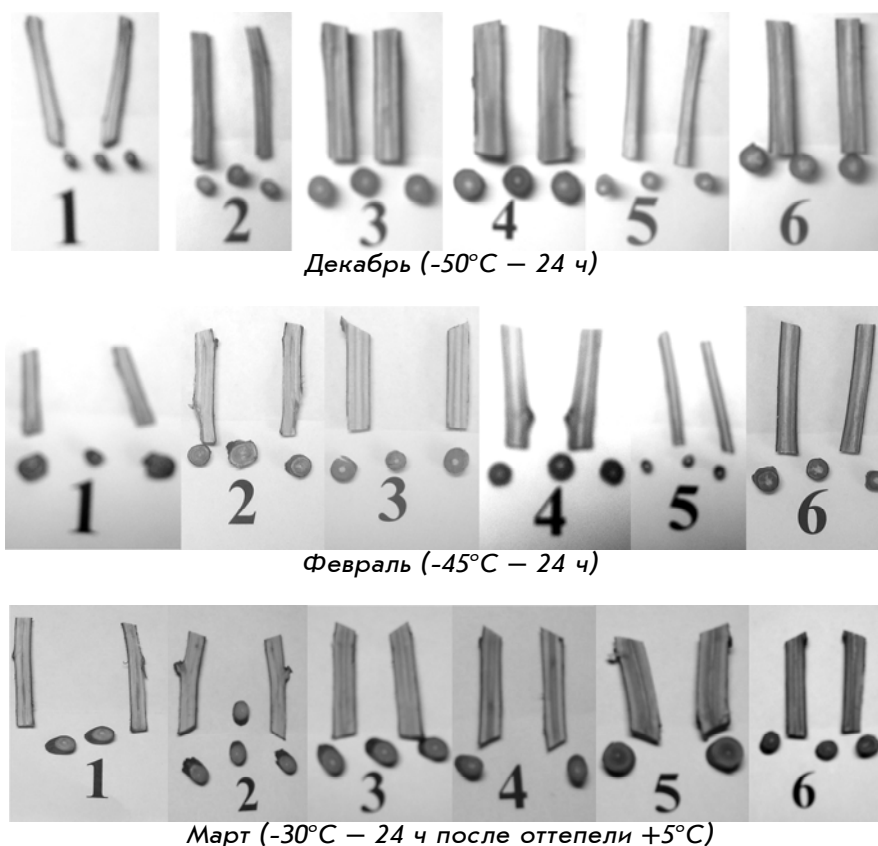


Рис. 1. Повреждения древесины разных сортов яблонь при искусственном промораживании: 1 – сибирская ягодная яблоня; 2 – ранетка Пурпуровая; 3 – Веселовка; 4 – Краса Бурятии; 5 – Алтайское румяное; 6 – Папировка

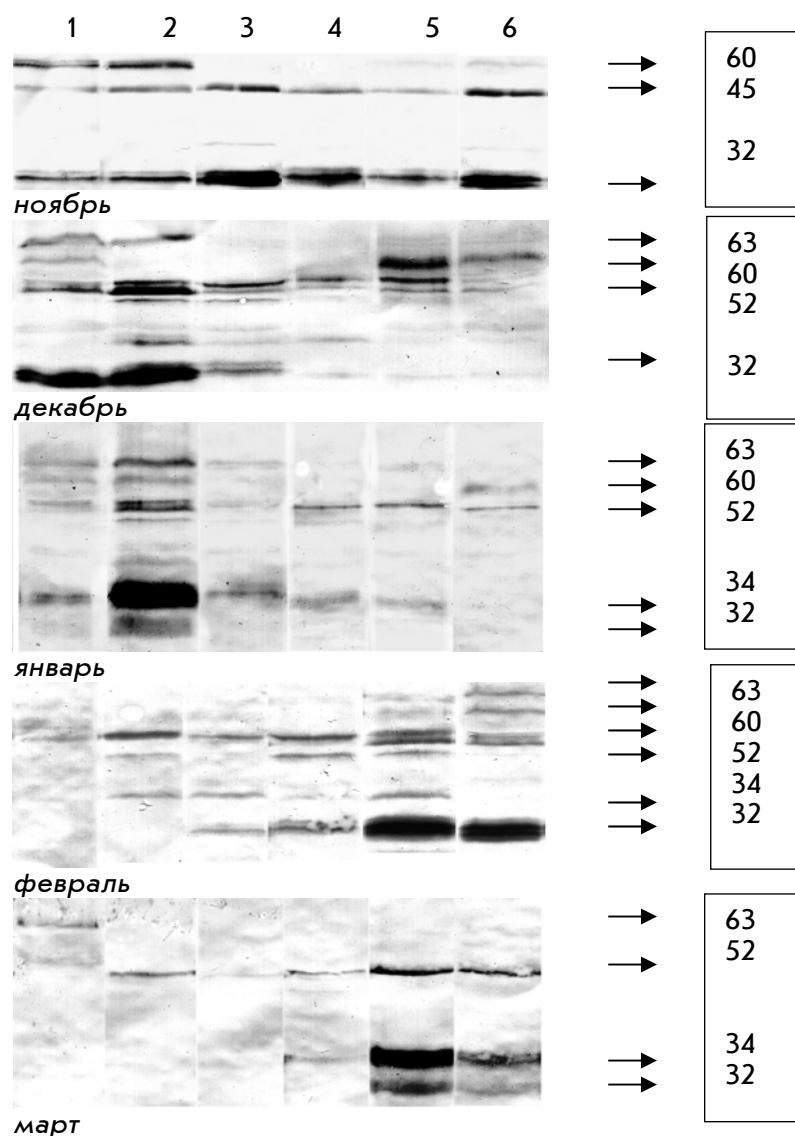


Рис. 2. Изменения в спектре дегидринов коры яблони с ноября по март:  
 1 – яблоня ягодная; 2 – ранетка Пупуровая; 3 – яблоня полукультурная Веселовка;  
 4 – яблоня полукультурная Краса Бурятии; 5 – яблоня полукультурная Алтайское румяное;  
 6 – яблоня культурная Белый налив

**Библиографический список**

1. Close T.J. Dehydrins: A commonality in the response of plants to dehydration and low temperature T.J. Close // *Physiol. Plantarum.* – 1997. – V. 100. – P. 291-296.  
 2. Помология. Сибирские сорта плодовых и ягодных культур XX столетия / РАСХН. Сиб.отд-ние ГНУ НИИСС им. М.А. Лисавенко. – Новосибирск: ООО «Юпитер», 2005. – 568 с.  
 3. Помология: в 5 т. Т. I. Яблоня / под общ. ред. акад. РАСХН Е.Н. Седова. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 2005. – 576 с.  
 4. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. акад. РАСХН Е.Н. Седова и д.с.-х.н. Т.П. Огольцовой. – Орел: Изд-во Всероссийского научно-

исследовательского института селекции плодовых культур, 1999. – 608 с.  
 5. Arora R. Cold acclimation in genetically related (sibling) deciduous and evergreen peach (*Prunus persica* [L] Batsch). I. Seasonal changes in cold hardiness and polypeptides of bark and xylem tissues / R. Arora, M.E. Wisniewski, R. Scorza // *Plant Physiol.* 99. – 1992. – 1562-1568.  
 6. Lowry O.H., Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent / O.H. Lowry, N.J. Rosebrough, A.L. Farr, R.J. Randall // *J. Biol. Chem.* – 1951. – V. 193. – P. 265-275.  
 7. Timmons T.M. Protein Blotting and Immunodetection / T.M. Timmons, B.S. Dunbar // *Methods Enzymol.* – 1990. – V. 182. – P. 679-688.

