



УДК 634.11 634.124

**УСТОЙЧИВОСТЬ К РАННИМ МОРОЗАМ И МАКСИМАЛЬНАЯ
МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ ЯБЛОНЬ****М.А. РАЧЕНКО¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,
М.В. БАХАНОВА², кандидат биологических наук, доцент**¹*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН*

664033, Россия, Иркутск, ул. Лермонтова, 132

e-mail: bigmks73@rambler.ru

²*Бурятский государственный университет*

670000, Россия, Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а

e-mail: milada2015@bk.ru

Изучены разные генотипы яблони (дикорастущий вид яблони ягодной, сорта ранеток, яблонь-полукультурок и домашней яблони) по компонентам зимостойкости в условиях искусственного климата. В качестве объектов исследований взяты сорта яблони бурятской, красноярской, новосибирской, канадской и народной селекции, а также четыре формы дикорастущей яблони ягодной, произрастающие в Иркутском, Черемховском, Заларинском районах Иркутской области и выделенные на территории Бурятии. Материалом для исследований послужили однолетние ветви выбранных генотипов яблони, который хранили до проведения экспериментов при температуре -10°C . Использовали метод моделирования климатических условий. Искусственное промораживание проводили в низкотемпературной камере при температуре от -70 до $+80^{\circ}\text{C}$. Длительность промораживания – 24 ч. Эксперименты проводили в трехкратной биологической повторности. По результатам исследований все формы яблони ягодной оказали высокую устойчивость по изученным компонентам зимостойкости. Другие исследованные сорта разделили на три группы: первая – без повреждений: Добрыня, Первенец Бурятии; вторая – незначительные повреждения древесины, коры и камбия: Краса Бурятии, Слава Бурятии, Дубровинка, Комсомолец Бурятии; третья – с высокой степенью повреждения вегетативных органов: Мелба, Лада, Красная гроздь. Произрастая в садах и хозяйствах Бурятии и Иркутской области, сорта первой и второй групп довольно успешно перезимовывают.

Ключевые слова: яблоня, зимостойкость, искусственное промораживание, компоненты зимостойкости.

Яблоня – наиболее распространенная плодово-ягодная культура, произрастающая во всех местах земного шара. В мире под яблоней занято более 5,2 млн га, в России – около 390 тыс. га, что составляет около 70 % всех посадок плодовых культур [1–3].

Основным лимитирующим фактором возделывания яблони в условиях резко континентального климата Байкальского региона является ее зимостойкость [4–6]. Первая фаза зимостойкости начинается после пре-

кращения роста побегов, перехода в состояние покоя, закалки низкими положительными температурами. Вторая фаза закаливания происходит при отрицательных температурах ($-3...-5^{\circ}\text{C}$). В этот период приобретает морозостойкость, характерная для генотипов яблони. Максимальная морозостойкость развивается после прохождения второй фазы закаливания – в середине зимы по мере усиления холодов при значительном нарастании морозостойкости на конечном

этапе. В период глубокого покоя происходят изменения в поверхностном слое протоплазмы, что сопровождается резким снижением активности физиолого-биохимических процессов, причем быстрее у зимостойких сортов [7].

Экспериментально доказано, что без включения в новый генотип элементов адаптации дикорастущих видов (в условиях Сибири – яблоня ягодная, *Malus baccata* L. Borkh) гарантировать создание сортов, устойчивых к суровым климатическим условиям региона, невозможно. Дикорастущие популяции служат источником генетического разнообразия для улучшения имеющихся и создания новых сортов культурных растений, которые обладают устойчивостью к различным факторам окружающей среды.

Погодные условия не позволяют оценить устойчивость сортов и форм яблони по всем компонентам зимостойкости. Это связано с тем, что зимы с критическими температурами встречаются нечасто, поэтому чтобы определить в полной мере зимостойкость, необходимо много лет. Метод искусственного моделирования возможных стрессовых ситуаций в природе дает возможность всесторонне и за короткий промежуток времени получить сведения по каждому из составляющих признак зимостойкости к повреждающим температурным факторам зимнего периода [4, 8, 9].

Цель работы – изучить компоненты зимостойкости сортов яблони и форм естественно произрастающей яблони ягодной в условиях Байкальского региона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для проведения исследований взяты сорта яблони бурятской, красноярской, новосибирской, канадской и народной селекции, которые находятся на опытных участках Сибирского института физиологии и биохимии растений (СИФИБР), а также четыре формы (вишнеплодная, бурая, высокорослая, низкорослая) яблони ягодной, произрастающей в Иркутском, Черемховском, Заларинском районах Иркутской области. На территории Бурятии собраны

образцы высокорослых и низкорослых форм яблони ягодной. Материалом для исследований послужили однолетние ветви выбранных генотипов, которые хранили до проведения экспериментов при температуре -10°C . Выявление зимостойкости сортов и форм яблони проводили по методике [10]. Степень повреждения тканей срезаемых ветвей определяли по побурению ткани на продольных и поперечных срезах по 5-балльной шкале: 0 – повреждений нет; 5 – ткань погибла. Искусственное промораживание проводили на опытной станции «Фитотрон» СИФИБР СО РАН в низкотемпературной камере Binder MKT-240 с диапазоном температуры от -70 до $+80^{\circ}\text{C}$. Длительность промораживания – 24 ч. Эксперименты проводили в трехкратной биологической повторности. В качестве контроля взята яблоня ягодная.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Многочисленными полевыми наблюдениями показана исключительная зимостойкость и морозостойкость яблони ягодной [3, 5, 8]. Наши эксперименты связаны с испытанием выбранных сортов по компонентам зимостойкости: устойчивости сорта к раннезимним морозам; максимальной морозостойкости в закаленном состоянии [10].

Для каждого конкретного климатического региона условия лабораторных испытаний морозостойкости подбирают индивидуально. В Европейской части России устойчивость к раннезимним морозам испытывают при температуре -25°C [3]. Для Байкальского региона данная ночная температура характерна для конца ноября – начала декабря и экстремальной может считаться только для благоприятных зим. В связи с этим для проверки первого компонента зимостойкости выбрана температура -35°C , длительность промораживания 24 ч.

Критические морозы в условиях средней зоны садоводства России отмечают примерно один раз в 25–50 лет [8]. В Сибири зимы с продолжительными экстремально низкими температурами (до -40°C) бывают с перио-

дичностью один раз в 5–10 лет. Обычно абсолютный минимум температуры и продолжительные периоды с минимальной температурой наблюдают с конца января до середины февраля. Длительность температурного воздействия может продолжаться от трех до 10 дней и более, поэтому выбор температуры $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ для определения максимальной морозоустойчивости в закаленном состоянии был оправданным.

При изучении компонентов зимостойкости в условиях моделирования климата у яблони ягодной нами выявлено, что все формы этого вида устойчивы к ранним морозам и показывают максимальную морозостойкость в середине зимы. Изучение

зимостойкости сортов яблони разного происхождения показало, что по первому компоненту зимостойкости все изученные сорта не имели повреждений камбия, древесины и коры. После действия температуры $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ серьезные повреждения древесины имели сорта Лада, Красная гроздь и Мелба. Повреждения остальных сортов были обратимыми (рис. 1).

В результате наблюдений по степени повреждения древесины объекты разделены на три группы:

- не имевшие повреждений: Добрыня, Первенец Бурятии, Малинка;
- сорта со средней степенью повреждений: Слава Бурятии, Подарок БАМу, Краса

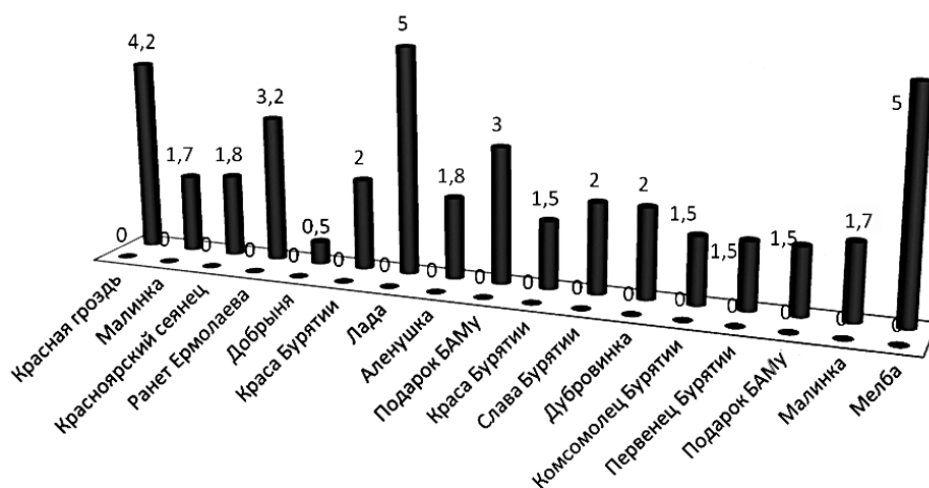


Рис. 1. Степень повреждения древесины у разных сортов яблонь-ранеток, яблонь-полукультурок и домашней яблони при действии температуры от -35 до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, балл

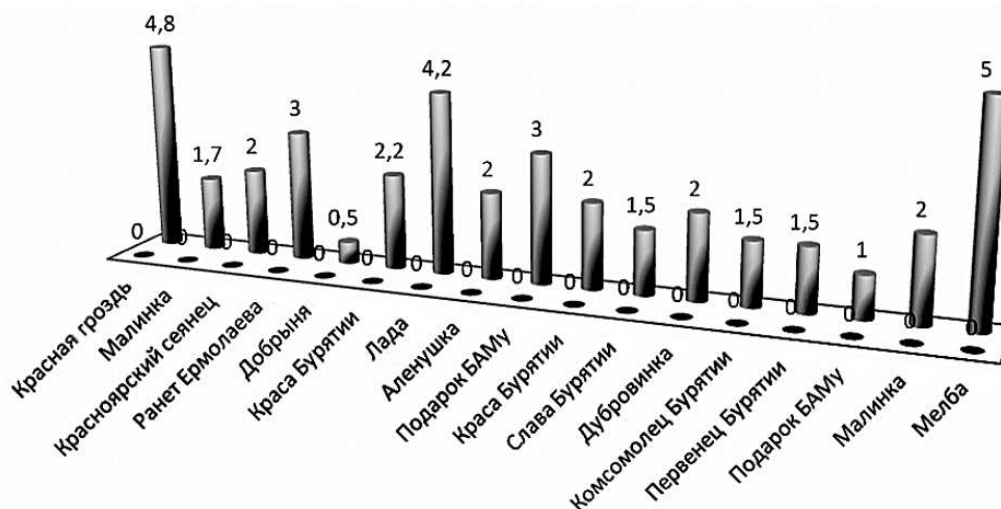


Рис. 2. Степень повреждения коры у разных сортов яблонь-ранеток, яблонь полукультурок и домашней яблони при действии температуры от -35 до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, балл

Бурятии, Дубровинка, Комсомолец Бурятии;

– с повреждениями от 3 до 4,5 балла и выше: Красная гроздь, Лада, Мелба, Аленушка.

По степени повреждения коры объекты разделены на следующие группы:

– не имевшие повреждений: Добрыня, Комсомолец Бурятии, Первенец Бурятии, Малинка;

– сорта со средней степенью повреждений: Аленушка, Краса Бурятии, Слава Бурятии, Дубровинка, Комсомолец Бурятии;

– с повреждениями от 3 до 4,5 балла и выше: Мелба, Лада, Красная гроздь, Ранет Ермолаева, Красноярский сеянец, Подарок БАМу.

Повреждения камбия отмечены у сорта Мелба (2 балла), у сортов Аленушка, Лада, Ранетка Ермолаева и Малинка (1 балл). Красная гроздь и Добрыня не имели повреждений камбия, у сортов Краса Бурятии и Красноярский сеянец повреждения не превышали 0,3 балла (рис. 3).

По результатам наблюдений объекты разделены на три группы по степени повреждения камбия:

– не имевшие повреждений: Добрыня, Первенец Бурятии;

– со средней степенью подмерзания: Малинка, Аленушка, Краса Бурятии, Слава Бурятии, Дубровинка, Комсомолец Бурятии;

– с повреждениями от 3 до 4,5 балла и выше: Мелба, Лада, Красная гроздь, Ранет Ермолаева, Красноярский сеянец, Подарок БАМу, Краса Бурятии.

Обобщая данные о подмерзании за весь цикл исследований, можно сделать вывод, что объекты разделились на три группы:

– не имевшие повреждений: Добрыня, Первенец Бурятии. У этих сортов наблюдались незначительные повреждения древесины, коры и камбия;

– со средней степенью подмерзания: Краса Бурятии, Слава Бурятии, Дубровинка, Комсомолец Бурятии. У данных сортов имелись повреждения вегетативных органов средней степени, но в целом, произрастая в садах и хозяйствах Бурятии и Иркутской области, данные сорта довольно успешно перезимовывают;

– с повреждениями от 3 до 4,5 балла и выше: Мелба, Лада, Красная гроздь, Ранет Ермолаева, Красноярский сеянец. У этих растений зафиксированы значительные повреждения древесины при минимальных температурах.

Сорта яблони из первой и второй групп с большой вероятностью могут использоваться в зеленом строительстве и для дальнейшей селекционной работы в условиях резко континентального климата Байкальского региона.

Таким образом, метод моделирования климатических условий позволяет выявить

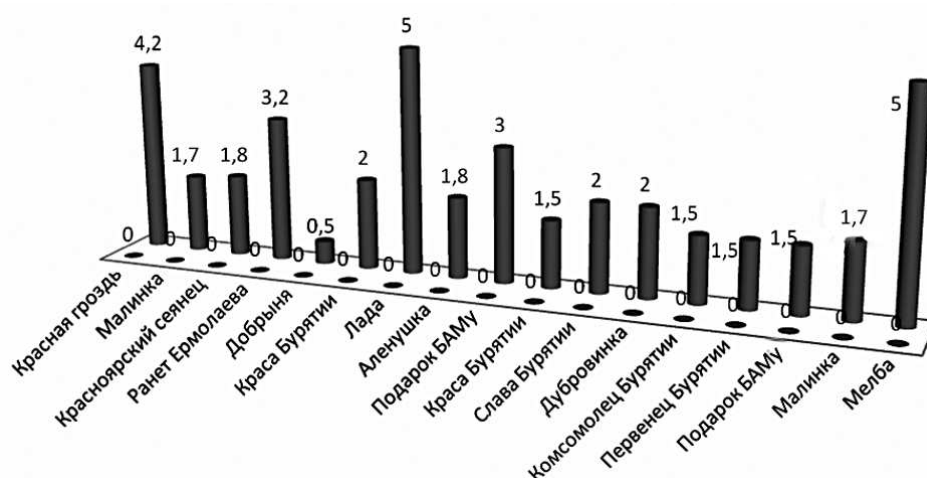


Рис. 3. Степень повреждения камбия у разных сортов яблонь-ранеток, яблонь-полукультурок и домашней яблони при действии температуры от -35 до -50 °C, балл

особенности устойчивости к зимним повреждающим факторам отдельных сортов и форм яблонь, в полевых условиях показавших высокую зимостойкость.

Авторы выражают благодарность коллективу Опытной станции «Фитотрон» СИФИБР СО РАН за использование климатического оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Витковский В.Л.** Плодовые растения мира. – СПб.: Лань, 2003. – 592 с.
2. **Метлицкий З.А., Метлицкий О.З.** Яблоня. – М.: Колос, 2008. – 243 с.
3. **Пономаренко В.В.** Дикорастущие виды рода *Malus* Mill. Европы, Кавказа, Сибири и Средней Азии: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1992. – 38 с.
4. **Раченко М.А., Баханова М.В., Батуева Ю.М.** Морозостойкость разных сортов и форм *Malus baccata* в условиях Байкальского региона // Вестн. Иркутской ГСХА. – 2016. – № 73. – С. 77–82.
5. **Туткин Г.А.** Оценка зимостойкости иммунных к парше сортов яблони и антоновки обыкновенной в полевых условиях в зависимости от подвоя // Актуальные проблемы садоводства России и пути их решения: материалы конф. – Орел, 2007. – С. 5–9.
6. **Batuyeva Yu.M., Bakhanova M.V., Rachenko M.A.** Response of Some *Malus* Mill. Species Representatives to Extreme Low temperatures in Baikal Siberia // J. of Stress Physiology & Biochemistry. – 2016. – Vol. 12, N 2. – P. 27–31.
7. **Rachenko M.A., Rachenko E.I., Borovskii G.B.** Cold hardiness of apple and changes in dehydrin composition // J. of Stress Physiology & Biochemistry. – 2014. – Vol. 10, N 2. – P. 247–252.
8. **Ожерельева З.Е., Седов Е.Н.** Изучение сортов и форм яблони селекции ГНУ ВНИИСПК по компонентам зимостойкости в контролируемых условиях // Селекция и сорторазведение садовых культур. – Орел, 2007. – С. 1–5.
9. **Раченко М.А., Раченко Е.И., Боровский Г.Б.** Изучение сортов яблонь различного происхождения по компонентам зимостойкости в полевых и контролируемых условиях // Вестн. Иркутской ГСХА. – 2011. – № 43. – С. 77–82.
10. **Программа** и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел: Изд-во ВНИИ селекции плодовых культур, 1999. – 608 с.

REFERENCES

1. **Vitkovskii V.L.** Plodovye rasteniya mira. – SPb.: Lan', 2003. – 592 s.
2. **Metlitskii Z.A., Metlitskii O.Z.** Yablonya. – M.: Kolos, 2008. – 243 s.
3. **Ponomarenko V.V.** Dikorastushchie vidy roda *Malus* Mill. Evropy, Kavkaza, Sibiri i Srednei Azii: avtoref. diss...d-ra biol. nauk. SPb., 1992. – 38 s.
4. **Rachenko M.A., Bakhanova M.V., Batueva Yu.M.** Morozostoikost' raznykh sortov i form *Malus baccata* v usloviyakh Baikal'skogo regiona // Vestn. Irkutskoi GSKhA. – 2016. – № 73. S. 77–82.
5. **Tutkin G.A.** Otsenka zimostoikosti immunnykh k parshe sortov yabloni i antonovki obyknovnoy v polevykh usloviyakh v zavisimosti ot podvoya // Aktual'nye problemy sadovodstva Rossii i puti ikh resheniya: materialy konf. – Orel, 2007. – S. 5–9.
6. **Batuyeva Yu.M., Bakhanova M.V., Rachenko M.A.** Response of Some *Malus* Mill. Species Representatives to Extreme Low temperatures in Baikal Siberia // J. of Stress Physiology & Biochemistry. – 2016. – Vol. 12, N 2. – P. 27–31.
7. **Rachenko M.A., Rachenko E.I., Borovskii G.B.** Cold hardiness of apple and changes in dehydrin composition/M. A. Rachenko // J. of Stress Physiology & Biochemistry. – 2014. – Vol. 10, N 2. – P. 247–252.
8. **Ozherel'eva Z.E., Sedov E.N.** Izuchenie sortov i form yabloni seleksii GNU VNIISPК po komponentam zimostoikosti v kontroliruemykh usloviyakh // Seleksiya i sortorazvedenie sadovykh kul'tur: sb. statei. – Orel, 2007. – S. 1–5.
9. **Rachenko M.A., Rachenko E.I., Borovskii G.B.** Izuchenie sortov yablon' razlichnogo proiskhozhdeniya po komponentam zimostoikosti v polevykh i kontroliruemykh usloviyakh // Vestn. Irkutskoi GSKhA. – 2011. – №. 43. – S. 77–82.
10. **Programma** i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur / pod red. E.N. Sedova i T.P. Ogol'tsovoi. – Orel: Izd-vo VNII seleksii plodovykh kul'tur, 1999. – 608 s.

RESISTANCE TO EARLY FROSTS AND MAXIMUM WINTER FROST RESISTANCE IN APPLE TREES OF DIFFERENT GENOTYPES

**M.A. RACHENKO¹, Candidate of Science in Biology, Senior Researcher,
M.V. BAKHANOVA², Candidate of Science in Biology, Associate Professor**

¹*Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, SB RAS*

132, Lermontova St, Irkutsk, 664033, Russia

e-mail: bigmks73@rambler.ru

²*Buryat State University*

24A, Smolina St, Ulan-Ude, 670000, Russia

e-mail: milada2015@bk.ru

There were studied different genotypes of apple trees (forms of Siberian crab apple *Malus baccata* (L.) Borkh. and *Malus baccata* × *Malus domestica* hybrids) as to winter hardiness components under conditions of artificial climate. The objects of the study were apple varieties bred in Buryatia, Krasnoyarsk, Novosibirsk, and Canada as well as four forms of Siberian crab apple grown in Irkutskiy, Chermkhovskiy, and Zalarinskiy Districts of Irkutsk Region and isolated in the territory of Buryatia. The one-year branches of apple trees belonging to the genotypes chosen were used as the material for research. The material was kept at the temperature of -10°C before carrying out the experiments. There was applied the method for simulating climatic conditions. The artificial freezing was conducted in the low-temperature chamber at the temperatures from -70°C to +80°C during 24 hours. The biological experiments were replicated 3 times. Resulting from research, all the forms of Siberian crab apple showed high resistance according to the winter hardiness components studied. The other varieties investigated were divided into three groups: 1) without damages (Dobrynya, Pervenets Buryatii); 2) small damages to the wood, bark and cambium (Krasa Buryatii, Slava Buryatii, Dubrovinka, Komsomolets Buryatii); 3) high extent of frost damage to the vegetative organs (Melba, Lada, Krasnaya Grozd). The varieties from the first and second groups, growing in the gardens and farms of Buryatia and Irkutsk Region, successfully overwinter.

Keywords: apple, winter hardiness, artificial freezing, winter hardiness components.

Поступила в редакцию 20.06.2017