

Literatura

1. Vedrov N.G., Dmitriev V.E., Halipskij A.N. Sibirskoe rastenievodstvo / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2002. – 216 s.
2. Gogmachadze G.D. Agrojekologicheskij monitoring pochv i zemel'nyh resursov Rossijskoj Federacii. – M.: Izd-vo MGU, 2010. – 512 s.
3. Demidenko G.A., Fomina N.V. Monitoring okruzhajushhej sredy: ucheb. posobie / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2013. 154 s.
4. Keler V.V. Jekologicheskie i sortovye osobennosti formirovanija tehnologicheskikh kachestv jarovoj pshenicy v lesostepi Krasnojarskogo kraja / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2007. – 122 s.
5. Keler V.V. Rol' ehkologicheskikh i sortovyh osobennostej v formirovanii tehnologicheskikh kachestv jarovoj pshenicy v lesostepi Krasnojarskogo kraja: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2004. – 15 s.
6. Prirodnye resursy Krasnojarskogo kraja: analiticheskij obzor. – Krasnojarsk: Izd-vo KNIIGiMS, 2001. – 200 s.



УДК 634.11 634.124

М.А. Раченко, М.В. Баханова

ИЗУЧЕНИЕ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ ЯБЛОНИ ПО КОМПОНЕНТАМ ЗИМОСТОЙКОСТИ
В КОНТРОЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ

М.А. Rachenko, M.V. Bakhanova

STUDYING OF DIFFERENT GENOTYPES OF THE APPLE-TREE
ON WINTER HARDINESS COMPONENTS IN CONTROLLED CONDITIONS

Раченко М.А. – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. станции искусственного климата (фитотрон), зав. фитотроном и оранжереей Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск. E-mail: bigmks73@rambler.ru

Баханова М.В. – канд. биол. наук, доц. каф. ботаники, директор Ботанического сада Бурятского государственного университета, г. Улан-Удэ. E-mail: milada2015@bk.ru

Rachenko M.A. – Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Station of Artificial Climate (Phytothrone), Manager, Phytothrone and Greenhouse, Siberian Institute of Physiology and Biochemistry of Plants, SB RAS, Irkutsk. E-mail: bigmks73@rambler.ru

Bakhanova M.V. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Botany, Director, Botanical Garden, Buryat State University, Ulan-Ude. E-mail: milada2015@bk.ru

Статья посвящена изучению разных генотипов яблони (формы яблони ягодной, сорта ранеток, полукультурок и культурной яблони) по компонентам зимостойкости в условиях станции искусственного климата. В качестве объектов исследований были взяты 9 сортов яблони бурятской, красноярской, новосибирской, канадской и народной селекции, выращенные на опытных участках СИФИБР и фермерского хозяйства в Иркутском районе, а также четыре формы *Malus baccata*, произра-

стающие в Иркутском, Черемховском, Заларинском районах и пять форм яблони ягодной, выделенных на территории Бурятии. Материалом для исследований послужили однолетние ветви выбранных генотипов яблони. Материал хранился до проведения экспериментов при температуре -10°C . Изучение зимостойкости сортов и форм яблони проводилось по «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур». По результатам исследований все формы яб-

лони ягодной оказали высокую устойчивость по всем компонентам зимостойкости. Зимостойкость на уровне яблони ягодной была показана у сорта красноярской селекции Добрыня. Из всех изученных сортов яблонь-ранеток и яблонь-полукультурок только сорта Лада и Красная гроздь не подтвердили своей высокой полевой зимостойкости. Сорт канадской селекции Мелба показал среднюю зимостойкость по первому, третьему и четвертому компонентам и низкую по второму компоненту зимостойкости. Показано, что метод моделирования климатических условий позволяет выявить особенности устойчивости к зимним повреждающим факторам отдельных сортов и форм яблонь, в полевых условиях показавших высокую зимостойкость.

Ключевые слова: яблоня, компоненты зимостойкости, моделируемые условия.

The study is devoted to different genotypes of an apple-tree (apple berry forms, sorts of renet, semi-cultured and cultured apple) investigation on winter hardiness components in the conditions of the station of artificial climate. As objects of the researches 9 grades of an apple-tree of Buryat, Krasnoyarsk, Novosibirsk, Canadian and national selection grown up on experimental sites of SIPBP and the farm in Irkutsk Region, and also four *Malus baccata* forms growing in Irkutsk, Cheremkhovsky, Zalarinsky areas and five forms of an apple-tree berry allocated for territories of Buryatia were taken. As material for researches one-year branches of chosen apple-tree genotypes served. The material was stored before carrying out experiments at the temperature of -10°C . Studying of winter hardiness of grades and forms of an apple-tree was carried out according to "The program and technique of species studying of fruit, berry and nut bearing crops". By the results of researches all forms of an apple-tree berry rendered high stability on all components of winter hardiness. Winter hardiness at the level of an apple-tree berry was shown in the grade of Krasnoyarsk selection Dobrynya. From all studied grades of apple-trees- renets and apple-trees semi-cultural sorts only of a grade Lada and the Red cluster did not confirm high field winter hardiness. The grade of Canadian selection Melba showed average winter hardiness

on the first, third and fourth components and low on the second component of winter hardiness. It is shown that the method of modeling of climatic conditions allows revealing features of resistance to winter damaging factors of separate grades and forms of the apple-trees, in field conditions which showed high winter hardiness.

Keywords: apple tree, winter hardiness components, simulated conditions.

Введение. Среди семечковых яблоня является наиболее распространенной плодово-ягодной культурой и произрастает во всех местах земного шара. Во всем мире под яблоню занято более 5,2 млн га, а в России – около 390 тыс. га, что составляет около 70 % всех посадок плодовых культур [2].

Вследствие многолетнего периода эксплуатации насаждения яблони подвержены воздействию многих неблагоприятных факторов внешней среды, таких как мороз, короткий период вегетации, малая обеспеченность теплом, засуха и т. д. Однако основным лимитирующим фактором для успешного произрастания яблони является устойчивость к низким отрицательным температурам в зимний период, в связи с этим основная часть насаждений этой культуры в России расположена в зоне рискованного садоводства. Это свойство особенно значимо для растений яблони в суровых условиях резко континентального климата Байкальского региона [8].

Экспериментально доказано, что без включения в новый генотип элементов адаптации дикорастущих видов, а в условиях Сибири, прежде всего, адаптивности *Malus baccata*, гарантировать создание широко адаптирующихся сортов пока невозможно. По этой причине актуальным будет сохранение видов и экосистем в естественной среде их обитания. Дикорастущие популяции служат источником генетического разнообразия для улучшения имеющихся и создания новых сортов культурных растений, которые обладают устойчивостью к различным факторам окружающей среды.

Применение метода моделирования повреждающих факторов холодного времени года в контролируемых условиях дает возможность ускорить оценку генотипов яблони на зимостойкость [6, 9].

Цель исследования: изучение зимостойкости сортов яблони и форм *Malus baccata* L. Borkh по компонентам зимостойкости.

Объекты, материалы и методы исследования. Объекты исследования – 9 сортов яблони бурятской, красноярской, новосибирской, канадской и народной селекции, выращенные на опытных участках СИФИБР и фермерского хозяйства в Иркутском районе, а также четыре формы *Malus baccata*, произрастающие в Иркутском, Черемховском, Заларинском районах и пять форм яблони ягодной, выделенных на территории Бурятии. Материалом для исследования послужили однолетние ветви выбранных генотипов яблони. Материал хранился до проведения экспериментов при температуре -10 °С. Выявление зимостойкости сортов и форм яблони проводилось по «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [5]. Степень повреждения тканей срезанных ветвей определялась по побурению ткани на продольных и поперечных срезах по 5-балльной шкале: 0 – повреждений нет; 5 – ткань погибла. Искусственное промораживание проводилось в низкотемпературной камере Binder MKT-240 Опытной станции фитотрон с диапазоном температур от -70 до $+180$ °С. Время промораживания составило 24 часа. Эксперименты проводили в трехкратной биологической повторности.

Результаты исследования. Многочисленными полевыми наблюдениями показана исключительная зимостойкость и морозостойкость яблони ягодной [1, 5]. Наши эксперименты были связаны с испытанием выбранных сортов по компонентам зимостойкости: 1 – устойчивость сорта к раннезимним морозам; 2 – максимальная морозоустойчивость в закаленном состоянии; 3 – способность сохранять высокую устойчивость к морозам в период оттепелей; 4 – способность восстанавливать морозостойкость при повторной закалке после оттепелей [5].

Для каждого конкретного климатического региона условия лабораторных испытаний моро-

зостойкости подбираются индивидуально. Если в европейской части России устойчивость к раннезимним морозам испытывается при температуре -25 °С [3], то для Байкальского региона – это ночная температура конца ноября – начала декабря, и экстремальной может считаться только для благоприятных зим. Поэтому для проверки первого компонента зимостойкости была выбрана температура -35 °С и время промораживания 24 часа.

Критические морозы в условиях средней зоны садоводства России отмечаются примерно один раз в 25–50 лет [7]. В Сибири зимы с продолжительными экстремально низкими температурами (до -40 °С) – явление с периодичностью один раз в 5–10 лет. Обычно абсолютный минимум температуры и продолжительные периоды с минимальной температурой наблюдаются с конца января до середины февраля. Длительность температурного воздействия может продолжаться от 3 до 10 дней и более. Поэтому выбор температуры -50 °С для определения максимальной морозоустойчивости в закаленном состоянии был оправданным. Период оттепелей в Южном Предбайкалье чаще всего наступает в марте, температура днем на солнечных участках может подниматься до $+5-7$ °С, а ночью опускаться до $-28-30$ °С. Это послужило причиной выбора температурного режима для определения третьего и четвертого компонентов зимостойкости: оттепель $+5$ °С в течение пяти часов, затем восьмичасовое промораживание при -25 °С или повторная закалка при -10 °С в течение суток и промораживание при -35 °С в течение восьми часов.

При изучении компонентов зимостойкости в условиях моделирования климата у ягодной яблони нами было показано, что все формы этого вида устойчивы к ранним морозам, показывают максимальную морозостойкость в середине зимы, сохраняют устойчивость в период оттепелей и способны восстанавливать устойчивость при повторной закалке после оттепелей (табл. 1–3).

Таблица 1

**Степень повреждения древесины у разных форм яблони ягодной
(*Malus baccata* L. Borkh), баллы**

| Форма яблони ягодной (место произрастания) | Температура повреждения древесины | | | |
|---|-----------------------------------|--------|------------|-----------------|
| | -35 °С | -50 °С | +5, -25 °С | +5, -25, -35 °С |
| Вишнеплодная форма (г. Иркутск) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Бурая (г. Иркутск) | 0 | 0 | 0 | 0,3 |
| Низкорослая (г. Иркутск) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Высокорослая (г. Иркутск) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Высокорослая (м. Курдюмка) | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Низкорослая (г. Гусиноозерск) | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Высокорослая (с. Романово) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Высокорослая (м. Бурлаково) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Высокорослая (с. Ньюки) | 0 | 0 | 0 | 0,2 |
| Высокорослая (с. Ошурково) | 0 | 0 | 0 | 0,3 |

Таблица 2

Степень повреждения коры у разных форм яблони ягодной (*Malus baccata* L. Borkh), баллы

| Форма яблони ягодной (место произрастания) | Температура повреждения коры | | | |
|---|------------------------------|--------|------------|-----------------|
| | -35 °С | -50 °С | +5, -25 °С | +5, -25, -35 °С |
| Вишнеплодная (г. Иркутск) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Бурая (г. Иркутск) | 0 | 0 | 0 | 0,7 |
| Низкорослая (г. Иркутск) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Высокорослая (г. Иркутск) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Высокорослая (м. Курдюмка) | 0 | 0 | 0 | 0,7 |
| Низкорослая (г. Гусиноозерск) | 0 | 0 | 0 | 0,7 |
| Высокорослая (с. Романово) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Высокорослая (м. Бурлаково) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Высокорослая (с. Ньюки) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Высокорослая (с. Ошурково) | 0 | 0 | 0 | 0,3 |

Таблица 3

**Степень повреждения камбия у разных форм яблони ягодной
(*Malus baccata* L. Borkh), баллы**

| Форма яблони ягодной (место произрастания) | Температура, повреждения камбия | | | |
|---|---------------------------------|--------|------------|-----------------|
| | -35 °С | -50 °С | +5, -25 °С | +5, -25, -35 °С |
| Вишнеплодная (г. Иркутск) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Бурая (г. Иркутск) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Низкорослая (г. Иркутск) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Высокорослая (г. Иркутск) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Высокорослая (м. Курдюмка) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Низкорослая (г. Гусиноозерск) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Высокорослая (с. Романово) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Высокорослая (м. Бурлаково) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Высокорослая (с. Ньюки) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Высокорослая (с. Ошурково) | 0 | 0 | 0 | 0,5 |

В варианте опыта, где диапазон температур был +5 °С, –25 °С, –35 °С, наибольшее повреждение древесины и коры (0,3 балла) наблюдалось у высокорослых растений с Ошурковской ценопопуляции, чуть меньше у растений, произраставших в местности с. Нюки (Кабанский район, Республика Бурятия). По 1 баллу получили повреждения древесины и коры низкорослой формы Гусиноозерской ценопопуляции, высокорослой формы с Курдюмовской ценопопуляции. Бурая форма яблони ягодной получила повреждения коры, оцененные в 0,7 балла.

Небольшие повреждения камбия были зафиксированы нами (0,5 балла) у высокорослых растений с Ошурковской ценопопуляции.

Изучение зимостойкости ранеток и полукультурок показало, что по первому компоненту зимостойкости все изученные сорта не имели повреждений камбия, древесины и коры. Серьезные повреждения после –50 °С имели сорта Лада, Красная гроздь и Мелба. Повреждения у остальных сортов были обратимыми: у сортов Ранетка Ермолаева, Красноярский сеянец, Аленушка степень повреждения была в пределах от 2 до 3 баллов (рис. 1).

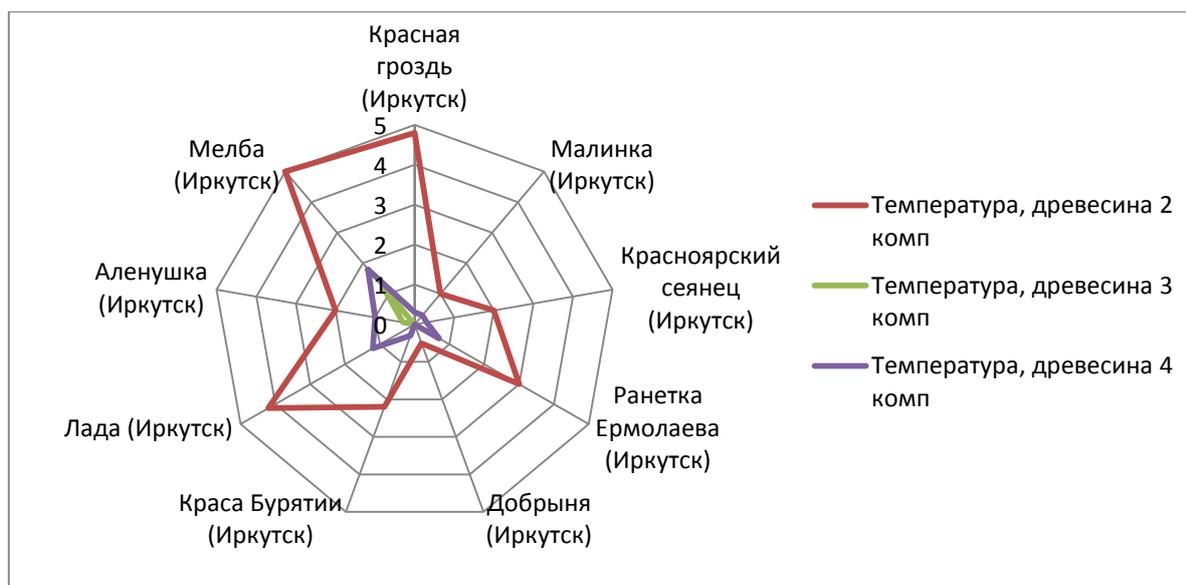


Рис. 1. Степень повреждения древесины у разных сортов яблонь-ранеток, яблонь полукультурок и культурной яблони

Практически все изученные сорта сохраняли высокую устойчивость к морозам после оттепелей. У сорта Мелба были отмечены повреждения древесины, коры и камбия (больше

1 балла). Незначительные повреждения в 0,3 балла наблюдались у сорта Аленушка красноярской селекции (рис. 2).

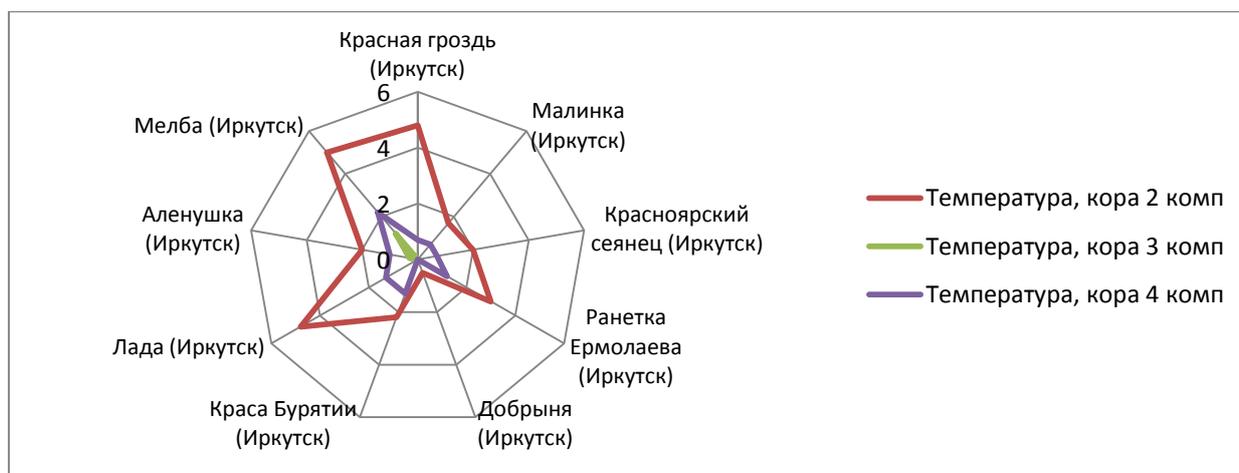


Рис. 2. Степень повреждения коры у разных сортов яблонь-ранеток, яблонь полукультурок и культурной яблони

При повторной закалке после оттепелей значимые повреждения древесины наблюдались только у культурного сорта Мелба (2 балла). У сортов Лада, Аленушка, Ранетка Ермолаева отмечены повреждения на уровне 1 балла. Незначительные повреждения были у сортов Красная гроздь, Малинка, Красноярский сеянец, Краса Бурятии (по 0,3 балла).

При определении повреждений коры наибольший балл получил сорт Мелба (2 балла)

(рис. 2). У остальных сортов, кроме Добрыни, повреждения были в пределах 1 балла.

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

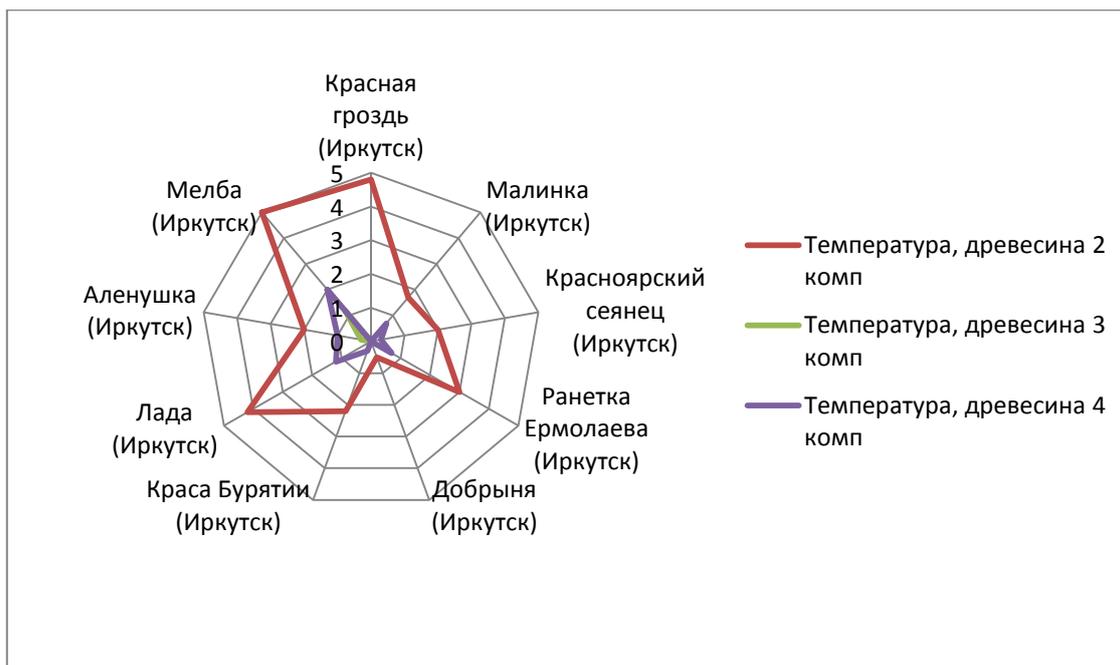


Рис. 3. Степень повреждения камбия у разных сортов яблонь-ранеток, яблонь полукультурок и культурной яблони

Выводы. Таким образом, метод моделирования климатических условий позволяет выявить особенности устойчивости к зимним повреждающим факторам отдельных сортов и форм яблонь, в полевых условиях показавших высокую зимостойкость:

1. Все формы яблони ягодной оказали высокую устойчивость по всем компонентам зимостойкости.

2. Зимостойкость на уровне яблони ягодной была показана у сорта красноярской селекции Добрыня.

3. Из всех изученных сортов яблонь-ранеток и яблонь-полукультурок только сорта Лада и Красная гроздь не подтвердили своей высокой полевой зимостойкости.

4. Сорт канадской селекции Мелба показал среднюю зимостойкость по первому, третьему и четвертому компонентам и низкую по второму компоненту зимостойкости.

Литература

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. 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: сб. ст. / ВНИИСПК. – Орел, 2007. – С. 1–5.

4. Пономаренко В.В. Дикорастущие виды рода *Malus* Mill. Европы, Кавказа, Сибири и Средней Азии: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – СПб., 1992. – 38 с.
5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
6. Раченко М.А., Раченко Е.И., Боровский Г.Б. Изучение сортов яблонь различного происхождения по компонентам зимостойкости в полевых и контролируемых условиях // Вестн. ИрГСХА. – 2011. – Вып. 43. – С. 77–82.
7. 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: мат-лы конф. / ВНИИСПК. – Орел, 2007. – С. 5–9.
8. Batuyeva Yu.M., Bakhanova M.V., Rachenko M.A. Response of Some *Malus* Mill. Species Representatives to Extreme Low temperatures in Baikal Siberia Journal of Stress Physiology & Biochemistry. – 2016. – Vol. 12, № 2. – P. 27–31.
9. Rachenko M.A., Rachenko E.I., Borovskii G.B. Cold hardiness of apple and changes in dehydrin composition // Journal of Stress Physiology & Biochemistry. – 2014. – V. 10, № 2. – P. 247–252.
2. Metlickij Z.A., Metlickij O.Z. Jablonja. – M.: Kolos, 2008. – 243 s.
3. Ozherel'eva Z.E., Sedov E.N. Izuchenie sortov i form jabloni selekcii GNU VNIISPК po komponentam zimostojkosti v kontroliruemyh uslovijah // Selekcija i sortorazvedenie sadovyh kul'tur: sb. st. / VNIISPК. – Orel, 2007. – S. 1–5.
4. Ponomarenko V.V. Dikorastushhie vidy roda *Malus* Mill. Evropy, Kavkaza, Sibiri i Srednej Azii: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. – SPb., 1992. – 38 s.
5. Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur / pod obshh. red. E.N. Sedova, T.P. Ogol'covoj. – Orel: Izd-vo VNIISPК, 1999. – 608 s.
6. Rachenko M.A., Rachenko E.I., Borovskij G.B. Izuchenie sortov jablon' razlichnogo proishozhdenija po komponentam zimostojkosti v polevyh i kontroliruemyh uslovijah // Vestn. IrGSHA. – 2011. – Vyp. 43. – S. 77–82.
7. Tutkin G.A. Ocenka zimostojkosti immunnyh k parshe sortov jabloni i antonovki obyknovennoj v polevyh uslovijah v zavisimosti ot podvoja // Aktual'nye problemy sadovodstva Rossii i puti ih reshenija: mat-ly konf. / VNIISPК. – Orel, 2007. – S. 5–9.
8. Batuyeva Yu.M., Bakhanova M.V., Rachenko M.A. Response of Some *Malus* Mill. Species Representatives to Extreme Low temperatures in Baikal Siberia Journal of Stress Physiology & Biochemistry. – 2016. – Vol. 12, № 2. – P. 27–31.
9. Rachenko M.A., Rachenko E.I., Borovskij G.B. Cold hardiness of apple and changes in dehydrin composition // Journal of Stress Physiology & Biochemistry. – 2014. – V. 10, № 2. – P. 247–252.

Literatura

1. Vitkovskij V.L. Plodovye rastenija mira. – SPb.: Lan', 2003. – 592 s.

