

ЗИМОСТОЙКОСТЬ И ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ ФОРМ ДЕКОРАТИВНОЙ ЯБЛОНИ ГЕНОФОНДА ФГБНУ ВНИИСПК

Б.Б. Корнилов , З.Е. Ожерельева

ФГБНУ ВНИИ селекции плодовых культур, Россия, Орел, kornilov@vniispk.ru

Аннотация

Цель – выявление особенностей адаптивных качеств (зимостойкости, а также засухо- и жаростойкости) у 5 декоративных форм яблони. Представлены результаты изучения зимостойкости, засухо- и жароустойчивости декоративных форм яблони, традиционно используемых в качестве подвоев: 57-366, 54-118, 3-4-98, 62-396 и 3-3-72. Исследования проводились на базе ФГБНУ ВНИИСПК в период с 2012 по 2014 год с использованием современных классических методов: зимостойкость в полевых и лабораторных условиях, засухо- и жаростойкость в лабораторных условиях. Высокая зимостойкость древесины однолетнего прироста в полевых условиях была отмечена у всех изученных форм яблони. При искусственном промораживании лучшие показатели были присущи 2 сортообразцам, которые обладают всеми четырьмя компонентами зимостойкости (3-4-98 и 3-3-72). Три компонента (I, III и IV) имеют 2 объекта (54-118, 62-396), двумя компонентами (I и IV) обладает форма 57-366. Средняя степень устойчивости к условиям моделируемой засухи была выявлена у всех объектов изучения. К условиям моделируемого теплового шока малоустойчивой оказалась одна форма (3-3-72), 4 сортообразца (57-366, 54-118, 3-4-98, 62-396) показали среднюю степень устойчивости. По совокупности адаптивных качеств (зимостойкость, засухо- и жаростойкость) из 5 оцениваемых декоративных форм яблони, выделилась одна – 3-4-98.

Ключевые слова: декоративная яблоня, подвои яблони, зимостойкость, засухоустойчивость

WINTER HARDINESS AND DROUGHT RESISTANCE OF SOME GENOTYPES OF ORNAMENTAL APPLE FROM VNIISPК COLLECTION

B.B. Kornilov , Z.E. Ozherelieva

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Russia, Orel, kornilov@vniispk.ru

Abstract

The aim of the work was to reveal the features of adaptive characteristics in five ornamental apple genotypes – winter hardiness as well as drought and heat resistance. The results of the study of winter hardiness and drought and heat resistance of ornamental apple genotypes commonly used as rootstocks (57-366, 54-118, 3-4-98, 62-396 and 3-3-72) are presented. The studies were conducted at Russian Research Institute for Fruit Crop Breeding (VNIISPК) in 2012–2014 with using modern classical methods: winter hardiness in the field and laboratory conditions, drought and heat resistance in the laboratory

conditions. High winter hardiness of wood of annual increment in the field conditions was observed in all studied apple genotypes. Under the artificial freezing the best indications were observed in 2 genotypes (3-4-98 and 3-3-72) which possessed all four components of winter hardiness. 54-118 and 62-396 possessed three components (I, III and IV), while 57-366 had two components (I and IV). The average degree of resistance to the modeled drought was observed in all studied objects. 3-3-72 was unstable to the conditions of the modeled heat shock, while 57-366, 54-118, 3-4-98 and 62-396 showed the average level of resistance to the modeled heat shock. On set of adaptive qualities (winter hardiness, drought and heat resistance) one apple genotype 3-4-98 was allocated from 5 evaluated ornamental apple genotypes.

Key words: ornamental apple, apple rootstocks, winter hardiness, drought resistance

Введение

Адаптивность плодовых культур является их важной характеристикой, от которой зависят многие коммерчески значимые качества сортов. В частности, при возделывании декоративной яблони важную роль играют зимостойкость и засухоустойчивость деревьев данной культуры. От этих адаптивных качеств напрямую зависят как декоративность деревьев, так и их жизнеспособность. Ввиду этого, изучение устойчивости декоративной яблони к неблагоприятным абиотическим факторам, воздействующим на растение в течение года, является весьма актуальным.

Высокая зимостойкость в условиях средней полосы России – ведущий показатель адаптивности плодовых культур. Степень зимостойкости оказывает значительное влияние на многие характеристики растения, в том числе, декоративность, особенности цветения, урожайность, продолжительность жизни и ряд других [2, 3, 5, 10, 11, 15 и др.].

Изучению засухоустойчивости плодовых растений (в том числе, яблони и груши в регионе проведения настоящего исследования) посвящено значительное количество работ или их разделов, подчеркивающих актуальность проблемы и показывающих существенные различия между сортами и формами по этому показателю [4, 6, 8, 9, 11, 12, 16 и др.].

Материал и методы исследований

В рамках комплексных исследований декоративности и адаптивности 22 форм яблони и 6 форм груши, проводившихся на базе ФГБНУ ВНИИСПК в период с 2012 по 2014 год, были изучены 5 форм яблони, традиционно применяемые в качестве подвоев: 57-366, 54-118, 3-4-98, 62-396 и 3-3-72. Эти сортообразцы были исследованы на предмет их пригодности для использования в декоративном садоводстве и зеленом строительстве в средней полосе России, в том числе - по зимостойкости, а также засухо- и жаростойкости.

Зимостойкость декоративных форм яблони оценивали в лабораторных и полевых условиях по методике М.М. Тюриной, Г.А. Гоголевой [13]. Полевая зимостойкость изучаемых растений оценивалась по подмерзанию древесины однолетнего прироста – важнейшей проводящей ткани, которая является одной из наиболее уязвимых в зимний период (по пятибалльной шкале).

Искусственное промораживание побегов проводили в климатической камере «ESPEC» PSL-2КРН (с диапазоном температур $-70^{\circ}\dots +150^{\circ}\text{C}$ и регулируемой влажностью)

по 4 компонентам зимостойкости.

Оценку засухо- и жаростойкости изученных форм яблони проводили с применением климатической камеры «ESPEC» PSL- 2КРН по методикам Еремина, Гасановой [1] и Леонченко и др. [7].

Жаро- и засухоустойчивость растений изучали в сухую жаркую погоду, когда активно функционировали механизмы адаптации к этим неблагоприятным факторам. Степень засухоустойчивости изучали по показателям оводненности листьев, водному дефициту в тканях листа, водоудерживающей способности листьев, жаростойкость – по потере воды и степени её восстановления после теплового шока (+50°C) в климатической камере.

Расчет гидротермического коэффициента проводили по формуле Селянинова [14]:

$$ГТК = \Sigma R / 0,1 \Sigma T \geq 10^{\circ}C$$

Где ΣR – сумма осадков за исследуемый период,

$\Sigma T \geq 10^{\circ}C$ – сумма температур воздуха выше 10°C за этот же период.

Результаты и их обсуждение

Степень подмерзания однолетнего прироста в полевых условиях

Повреждение однолетнего прироста в результате воздействия комплекса зимних температур в годы изучения выявляли по степени естественного побурения древесины побега по шкале: 0 баллов - повреждения отсутствуют, 5 баллов - ткани погибли. Наблюдения проводили в первой половине апреля 2012, 2013 и 2014 годов (перед началом вегетации).

Зима 2011...2012 г. (данные с ноября 2011 по март 2012 г.) характеризовалась в целом благоприятными для перезимовки объектов исследования погодными условиями. Наиболее низкая температура воздуха за данный период наблюдалась 2 февраля 2012 г. (-40°C). Наиболее высокая – 20 марта 2012 г. (+11°C).

В зиму 2012...2013 г. (данные с ноября 2012 по март 2013 г.) сложились также довольно благоприятные для перезимовки изученных сортообразцов погодные условия. Самая низкая температура воздуха за данный период наблюдалась 27 января 2013 г. (-31,7°C). Наиболее высокая – 7 ноября и 1 декабря 2012 г. (+11,5°C).

Для зимы 2013...2014 г. (данные с ноября 2013 по март 2014 г.) были характерны в целом благоприятные для перезимовки объектов исследования погодные условия. Наиболее низкая температура воздуха за данный период наблюдалась 31 января 2014 г. (-31°C). Наиболее высокая – 26 марта 2014 г. (+19°C).

За 3 года исследований (2012...2014 гг.) у всех 5 описываемых в данной статье форм яблони (57-366, 54-118, 3-4-98, 62-396, 3-3-72) подмерзания однолетнего прироста обнаружено не было.

Изучение зимостойкости сортообразцов методом искусственного промораживания

Оценивали степень повреждения тканей почек, коры и древесины. Была изучена зимостойкость форм в лабораторных условиях по 4 компонентам.

Критические температуры промораживания: по 1-му компоненту зимостойкости: -25°C; по 2-му компоненту: -40°C; по 3-му компоненту: -25°C; по 4-му компоненту: -30°C.

В результате исследований установлено, что указанными компонентами зимостойкости в разной степени обладают (то есть получили при промораживании тканей обратимые повреждения не более 2,1 балла) следующие формы:

а) I компонент (устойчивость к ранним морозам ноября – начала декабря) – 5 форм (57-366, 54-118, 3-4-98, 62-396, 3-3-72);

б) II компонент (максимальный уровень морозостойкости при закалке в декабре – феврале) – 2 формы (3-4-98, 3-3-72);

в) III компонент (сохранение устойчивости в периоды оттепелей) – 4 формы (54-118, 3-4-98, 62-396, 3-3-72);

г) IV компонент (способность восстанавливать устойчивость при повторной закалке после оттепелей) – 5 форм (57-366, 54-118, 3-4-98, 62-396, 3-3-72).

При этом у изученных форм наблюдаются различные сочетания компонентов зимостойкости.

Всеми четырьмя компонентами зимостойкости обладают 2 формы яблони (3-4-98, 3-3-72), тремя компонентами (I, III и IV) – 2 сортообразца (54-118, 62-396), двумя компонентами (I и IV) – форма 57-366.

В целом наиболее уязвимы к действию критических отрицательных температур почки и древесина, в меньшей степени – кора однолетних побегов.

Подмерзание древесины однолетнего прироста изучаемых форм в полевых условиях по II компоненту (-40°C , 02.02.2012 г.) было слабее, чем в моделируемых, вероятно, благодаря более длительной закалке растений, в естественных условиях. Данные о зимостойкости объектов в моделируемых условиях зимнего периода представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты изучения зимостойкости декоративных форм яблони в лабораторных условиях (средние значения за период с 2012 по 2014 гг.)

Сортообразец	Компоненты зимостойкости											
	I к.			II к.			III к.			IV к.		
	Почки	Древесина	Кора	Почки	Древесина	Кора	Почки	Древесина	Кора	Почки	Древесина	Кора
57-366	0,90	0,90	0,45	3,15	3,05	2,45	2,41	1,48	1,83	0,98	0,53	0,35
54-118	0,80	0,90	0,50	2,40	2,60	2,30	1,63	1,30	1,13	1,79	0,88	0,93
3-4-98	0,00	0,00	0,00	1,25	2,00	1,15	1,36	1,34	1,19	0,56	0,69	0,18
62-396	0,25	0,30	0,10	3,50	2,55	2,50	1,89	1,26	1,28	1,36	0,56	0,78
3-3-72	0,00	0,20	0,00	1,25	2,05	1,10	1,10	1,50	0,88	0,38	0,73	0,05
НСР_{0,5}	0,74	$F_{\phi} < F_{\tau}$	$F_{\phi} < F_{\tau}$	0,93	$F_{\phi} < F_{\tau}$	0,72	$F_{\phi} < F_{\tau}$	$F_{\phi} < F_{\tau}$	$F_{\phi} < F_{\tau}$	0,69	$F_{\phi} < F_{\tau}$	$F_{\phi} < F_{\tau}$

Засухо- и жароустойчивость

Оценка засухоустойчивости изучаемых форм проводилась в середине июля 2013 и 2014 гг. Погодные условия периода 1 мая – 15 июля в 2013 году были в целом более засушливы, чем в 2014 г. (гидротермический коэффициент с 1 мая по 15 июля 2013 года при сумме активных температур ($>10^{\circ}\text{C}$) 1356°C составил 0,65 (что свидетельствует о недостаточной влажности), а в период с 1 мая по 15 июля 2014 года (сумма активных температур 1163°C) ГТК составил 1,4 (влажность была оптимальной)).

Отмечено различное влияние погодных условий 2013 и 2014 гг. на показатели засухо- и жароустойчивости в эти периоды.

Так, в 2013 г. в условиях моделируемой засухи и моделируемого теплового шока (которые, в свою очередь, усиливают влияние имевшейся в естественных условиях засухи) водный дефицит (ВД) был в среднем больше, чем в 2014 г., оводненность листьев (В) в 2013 г. в среднем меньше, чем в 2014 г., степень восстановления оводненности (СВО) листа в 2013 г. в среднем выше, чем в 2014. Это подчеркивает влияние более засушливого по сравнению с периодом 1 мая – 15 июля 2014 года периода 1 мая – 15 июля 2013 на состояние водного режима объектов исследования.

В среднем за 2 года исследований засухоустойчивости декоративных форм яблони в естественных условиях (таблица 2) по параметру «водный дефицит» было выявлено 5 декоративных форм с нормальным ВД (15% и менее). Это формы яблони: 57-366, 54-118, 3-4-98, 62-396, 3-3-72.

Таблица 2 – Засухо- и жароустойчивость объектов исследования в среднем за 2 года исследований (2013...2014 гг.)

Сортообразец	ВД в естеств. условиях, %	Моделируемая засуха (+23°C, 4 часа)				Моделируемый тепловой шок (+50°C, 1,5 часа)			
		ВД, %	В, % в естеств. усл.	ПВ, %	СВО, % 15 ч насыщ.	ВД, %	В, % в естеств. усл.	ПВ, %	СВО, % 15 ч насыщ.
57-366	3,37	27,18	75,06	33,84	74,23	30,03	69,34	43,98	59,93
54-118	3,93	41,17	66,85	42,87	94,27	43,82	66,57	47,16	87,58
3-4-98	11,4	21,11	71,55	32,91	56,93	39,12	68,64	47,17	71,49
62-396	7,56	38,83	67,04	37,29	107,7	33,32	67,78	36,28	89,24
3-3-72	0,65	31,51	65,84	47,76	54,48	43,44	55,22	51,38	72,80
$M \pm m, \%$	8,16± 1,14	30,8± 1,88	65,11± 1,41	32,86± 1,82	97,06± 5,53	37,83± 1,59	66,82± 1,07	40,61± 1,86	94,34± 4,81
Коэффициент вариации ($V\sigma$), %	71,05	31,24	11,08	28,19	29,09	21,44	8,16	23,35	26,03

Условные обозначения: ВД – водный дефицит; В – общее количество воды (оводненность листьев в полевых условиях); ПВ – потеря воды; СВО – степень восстановления оводненности; М – средняя арифметическая, m – средняя ошибка средней арифметической, $V\sigma$ – коэффициент вариации.

Показатели водного дефицита, потери воды (водоудерживающей способности) и степени восстановления оводненности в условиях моделируемой засухи и моделируемого теплового шока рассчитывали по отношению к оводненности листьев в естественных условиях, поэтому степень восстановления оводненности, в частности, превосходила у некоторых сортообразцов 100%, отражая, в том числе, возникший в условиях сада водный дефицит листьев (таблица 2).

Из таблицы следует, что вариабельность ($V\sigma$) показателей водного режима листьев изученных декоративных форм различна (таблица 2).

Наименьшей стабильностью характеризуется показатель водного дефицита в естественных условиях лет изучения ($V\sigma = 71,05\%$), хотя значения его при этом невысокие (в среднем – 8,16%) и свидетельствуют о достаточно благоприятных для растений условиях естественной влажности.

Показатель оводненности был наиболее стабилен ($V\sigma = 8,16...11,08\%$). При этом среднюю степень оводненности листьев в полевых условиях (от 50,1 до 70%) проявили 3 сортообразца (54-118, 62-396, 3-3-72), а высокую оводненность (выше 70%) – 2 формы (57-366 и 3-4-98).

В условиях моделируемой засухи (подвядание листьев при +21°C – 4 ч) (таблица 2) показатели нормального водного дефицита (30% и менее) имели только 2 сортообразца (57-366 и 3-4-98). У 3 форм яблони (54-118, 62-396, 3-3-72) ВД был повышенным (от 30,1 до 50%).

Средняя степень оводненности листа (от 50,1 до 70%) была характерна для 3 сортообразцов (54-118, 62-396, 3-3-72), а высокая оводненность (выше 70%) – для 2 форм яблони (57-366, 3-4-98).

Сортообразцы яблони 57-366, 54-118, 3-4-98, 62-396 и 3-3-72 отличались повышенной степенью потери воды (от 20,1 до 50%).

Изучение показало, что исследуемые формы обладают различной способностью восстановления оводненности. Из них 2 формы (3-4-98 и 3-3-72) имели пониженную степень восстановления оводненности (СВО 60% и ниже) и 3 сортообразца (57-366, 54-118, 62-396) - повышенную (СВО выше 70%).

В условиях моделируемого теплового шока (+50°C, 1,5 ч) (таблица 2) повышенным уровнем ВД (от 30,1 до 50%) обладали 5 форм (57-366, 54-118, 3-4-98, 62-396, 3-3-72).

Средняя степень оводненности (от 50,1 до 70%) была характерна для 5 сортообразцов (57-366, 54-118, 3-4-98, 62-396, 3-3-72).

У 4 форм (57-366, 54-118, 3-4-98, 62-396) была отмечена повышенная потеря воды (от 20,1 до 50%), а у сортообразца 3-3-72 – высокая (выше 50%).

Пониженная СВО (60% и ниже) наблюдалась у формы яблони 57-366; повышенной СВО (выше 70%) характеризовались 4 объекта (54-118, 62-396, 3-4-98, 3-3-72).

Обобщение результатов оценки засухо- и жаростойкости 5 изучаемых форм позволило ранжировать их по степени устойчивости. Так, к условиям моделируемой засухи среднеустойчивы оказались все 5 объектов, рассматриваемых в данной статье (57-366, 54-118, 3-4-98, 62-396, 3-3-72).

К условиям моделируемого теплового шока малоустойчивой была 1 форма (3-3-72), среднеустойчивы – 4 сортообразца (57-366, 54-118, 3-4-98, 62-396).

Выводы

Таким образом, высокую зимостойкость древесины однолетнего прироста в полевых условиях показали все 5 изученных форм яблони (57-366, 54-118, 3-4-98, 62-396, 3-3-72).

При искусственном промораживании лучшие показатели были отмечены у 2 сортообразцов, которые обладают всеми четырьмя компонентами зимостойкости (3-4-98 и 3-3-72). Три компонента (I, III и IV) имеют 2 формы (54-118, 62-396), двумя компонентами (I и IV) обладает форма 57-366.

Среднюю степень устойчивости к условиям моделируемой засухи проявили 5 объектов изучения (57-366, 54-118, 3-4-98, 62-396, 3-3-72). К условиям моделируемого теплового шока малоустойчивой оказалась 1 форма (3-3-72), 4 сортообразца (57-366, 54-118, 3-4-98, 62-396) – среднеустойчивы.

По совокупности адаптивных качеств (зимостойкость, засухо- и жаростойкость) из 5 оцениваемых декоративных форм яблони, выделилась одна форма – 3-4-98.

Литература

1. Ерёмин Г.В., Гасанова Т.А. Изучение жаростойкости и засухоустойчивости сортов // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 80–85.
2. Корнилов Б.Б., Долматов Е.А. Зимостойкость декоративных форм яблони и груши // Плодоводство и ягодоводство России. 2015. Т.41. С. 180–185.
3. Корнилов Б.Б., Долматов Е.А. Оценка зимостойкости декоративных семечковых культур (яблоня, груша) генофонда ВНИИСПК полевым методом // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2014. № 3(11). С. 19–24. URL: <http://journal.vniispk.ru/pdf/2014/3/34.pdf>. Дата обращения: 17.11.2017.
4. Корнилов Б.Б., Долматов Е.А., Ожерельева З.Е. Результаты изучения засухо- и жароустойчивости декоративных форм семечковых культур (яблоня, груша) генофонда ВНИИСПК // Плодоводство и ягодоводство России. 2015. Т. 41. С. 186–191.
5. Красова Н.Г., Ожерельева З.Е., Голышкина Л.В., Макаркина М.А., Галашева А.М. Зимостойкость сортов яблони – Орел: ВНИИСПК, 2014. – 183 с.
6. Кушнеренко М.Д., Гончарова Э.А., Бондарь Е.М. Методы изучения водного обмена и засухоустойчивости растений. – Кишинев, 1970. 79 с.
7. Леонченко В.Г., Евсеева Р.П., Жбанова Е.В., Черенкова Т.А. Предварительный отбор перспективных генотипов плодовых растений на экологическую устойчивость и биохимическую ценность плодов (метод. реком.). – Мичуринск: ВНИИС, 2007. С. 34–39.

8. Мурсалимова Г.Р., Хардикова С.В. Засухоустойчивость вегетативно размножаемых подвоев яблони в условиях Южного Урала. // Вестник ОГУ 2012. №6 (142). С. 63-65
9. Ожерельева З.Е., Красова Н.Г., Галашева А.М. Изучение водного режима сортов яблони в летний период в связи с их засухоустойчивостью и жаростойкостью // Достижения науки и техники АПК. 2013. N1. С.17–19.
10. Резвякова С.В. Оценка плодовых культур по компонентам зимостойкости. – Орел: ОрелГАУ. 2007. 170 с.
11. Савельева Н. Н. Генетический потенциал исходных форм яблони для создания устойчивых к парше и интенсивных колонновидных сортов / Наталья Николаевна Савельева: автореферат дис. ...доктора биол. наук. – Рамонь, 2015. – 48 с.
12. Трутнева Л. Н. Хозяйственно-биологические свойства сорто-подвойных комбинаций яблони на краснолистных и зеленолистных клоновых подвоях в питомнике / Людмила Николаевна Трутнева: автореферат дис. ...канд. с.-х. наук. - Мичуринск-научоград РФ, 2012. 22 с.
13. Тюрина М.М., Гоголева Г.А. Ускоренная оценка зимостойкости плодовых и ягодных культур. Методические рекомендации – М. : НИЗИСНП, 1978. 48 с.
14. Чирков Ю. И Агрометеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. 256 с.
15. Doroshenko T. N. Early diagnostics of frost resistance in Horticultural plant breeding // Horticulture and Vegetable Growing: Scientific works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture. 2001. V. 20(3). P. 84–90.
16. Savelyeva N.N. Drought resistance and heat resistance of apple varieties with monogenic scab resistance // European Applied Sciences: challenges and solutions. Papers of the 1-st Scientific Conference. March 10, 2015, Stuttgart, Germany. – P. 128–130.

References

1. Eremin, G.V. & Gasanova, T.A. (1999). Study of heat and drought resistance of cultivars. In E.N. Sedov & T.P. Ogoltsova (Eds.), Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops (pp. 80–85). Orel: VNIISPK. (In Russian).
2. Kornilov, B.B. & Dolmatov, E.A. (2015). Winter hardiness of ornamental forms of apple and pear. Pomiculture and small fruits culture in Russia, 41, 180-185. (In Russian, English abstract).
3. Kornilov, B.B. & Dolmatov, E.A. (2014). Winter hardiness estimation of ornamental pome crops (apple, pear) by field method. *Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary horticulture*, 3, 19–24. Retrieved <http://journal.vniispk.ru/pdf/2014/3/34.pdf>. (In Russian, English abstract).
4. Kornilov, B.B., Dolmatov, E.A. & Ozherelieva, Z.E. (2015). The results of study of draught and heat resistance of ornamental forms of pip crops (apple, pear) of the All Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding gene pool. Pomiculture and small fruits culture in Russia, 41, 186-191. (In Russian, English abstract).
5. Krasova, N.G., Ozherelieva, Z.E., Golyshkina, L.V., Makarkina, M.A. & Galasheva, A.M. (2014). Winter hardiness of apple cultivars. Orel: VNIISPK. (In Russian).
6. Kushnerenko, M.D. , Goncharova, E.A. & Bondar, E.M. (1970). Methods of study of water exchange and drought resistance of plants. Kishinev. (In Russian).
7. Leonchenko, V.G., Evseeva, R.P., Zhanova, E.V. & Cherenkova, T.A. (2007). The laboratory method of a complex assessment of heat and drought resistance of fruit crops. The preliminary selection of promising fruit genotypes for ecological resistance and biochemical value of fruit (pp. 34–39). Michurinsk: VNIIS. (In Russian).

8. Mursalimova, G.R. & Khardikova, S.V.(2012). Drought resistance of clonal rootstocks apple in the Southern Ural. Vestnik of the Orenburg State University, 6, 63–65. (In Russian, English abstract).
9. Ozherelieva, Z.E., Krasova, N.G. & Galasheva, A.M. (2013). Study of water regime of apple varieties in summer period relative to their drought hardiness and heat resistance. Achievements of Science and Technology of AIC, 1, 17–19. (In Russian, English abstract).
10. Rezvyakova, S.V. (2007). The estimation of fruit crops for winter hardiness components. Orel: OrelSAU. (In Russian).
11. Savelieva, N.N. (2015). Genetic potential of initial apple genotypes for creation of scab resistant and intensive columnar varieties (Biol. Sci. Doc. Thesis). A.L. Mazlumov All-Russian research institute of sugar beet and sugar, Ramon, Russia. (In Russian).
12. Trutneva, L.N. (2012). Economical and biological features of variety-rootstock apple combinations on red-leaf and green-leaf clone rootstocks in the nursery (Agri. Sci. Cand. Thesis). Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia. (In Russian).
13. Tyurina, M.M. & Gogoleva, G.A. (1978). Accelerated assessment of frost resistance of fruit and berry plants. Methodological recommendations. Moscow: Zonal Research Institute of Horticulture of Non-chernozem zone. (In Russian).
14. Chirkov, Yu.I. (1986). Agrometeorology. Leningrad: Gidrometeoizdat. (In Russian).
15. Doroshenko, T.N. (2001). Early diagnostics of frost resistance in Horticultural plant breeding. Horticulture and Vegetable Growing: Scientific works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture, 20(3), 84–90.
16. Savelyeva, N.N. (2015). Drought resistance and heat resistance of apple varieties with monogenic scab resistance. In European Applied Sciences: challenges and solutions: Proc. Sci. Conf (pp. 128–130). Stuttgart: ORT Publishing.