

УДК 634.11:581.1.045:631.527

DOI 10.30679/2219-5335-2021-3-69-31-43

**ОЦЕНКА МОРОЗОСТОЙКОСТИ
ГЕНЕРАТИВНЫХ ПОЧЕК
НЕКОТОРЫХ СОРТОВ
И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ФОРМ
ЯБЛОНИ**

Челебиев Эдем Фахриевич
младший научный сотрудник
лаборатории селекции
и сортоизучения
e-mail: edem_chelebiev@mail.ru

*Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
«Ордена Трудового Красного Знамени
Никитский ботанический сад –
Национальный научный центр РАН»
Ялта, Россия*

В статье представлены результаты изучения морозостойкости генеративных почек сортов и селекционных форм яблони в зимний и весенний период в условиях предгорной зоны Крыма. Устойчивость яблони к отрицательным факторам условий произрастания – одно из важнейших условий, определяющих их хозяйственную и селекционную ценность, а также эффективность возделывания в конкретной зоне. Изучение морозостойкости генеративных почек проводилось полевым методом и в лабораторных условиях методом прямого промораживания на разных этапах органогенеза (декабрь-февраль -26 °С, март -21°С). В результате проведенных исследований установлено, что снижение морозостойкости исследуемых образцов происходит по мере дифференциации плодовых почек. Установлены генотипические различия морозостойкости растений в одной и той же фазе развития цветковых почек, которые являются биологической особенностью сорта. Выделены генотипы различного срока созревания (четыре сорта различного эколого-географического происхождения,

UDC 634.11:581.1.045:631.527

DOI 10.30679/2219-5335-2021-3-69-31-43

**ASSESSMENT OF FROST
TOLERANCE OF GENERATIVE
BUDS OF SOME VARIETIES
AND PROMISING FORMS
OF APPLE TREES**

Chelebiev Edem Fahrievich
Junior Research Associate
of Selection and Variety Studies
Laboratory
e-mail: edem_chelebiev@mail.ru

*Federal State Budgetary Institution
of Science «Nikitsky Botanical Garden
of Order of the Red Banner of Labor –
National Scientific Center
of the Russian Academy of Sciences»,
Yalta, Russia*

The article presents the results of studying the frost tolerance of generative buds of apple varieties and breeding forms in winter and spring in the conditions of the foothill zone of the Crimea. The resistance of apple trees to negative factors of growing conditions is one of the most important conditions that determine their economic and breeding value, as well as the effectiveness of cultivation in a specific zone. The study of the frost tolerance of generative buds was carried out by the field method and in laboratory conditions by the method of direct freezing at different stages of organogenesis (December-February -26 °С, March -21 °С). As a result of the conducted studies, it was found that the decrease in frost tolerance of the studied samples occurs with the differentiation of fruit buds. Genotypic differences in the frost tolerance of plants, in the same phase of development of flower buds, which are a biological feature of the variety, are established. Genotypes of different maturation

и две селекционные формы) в опытных и селекционных насаждениях Крымской опытной станции садоводства – Айдаред, Аскольда, Голден Делишес, Крымское Зимнее, 1-8-ю, 60-65. Данные образцы, обладающие высокой степенью морозостойкости генеративных почек, представляют как практический, так и теоретический интерес. Эти и некоторые другие сорта и формы могут быть рекомендованы для использования в селекционных программах южной зоны плодородия в качестве источников зимостойкости. Использование выделенных генотипов в качестве исходных форм при получении новых сортов позволит создать новое поколение адаптивных сортов пригодных к условиям выращивания юга России, с повышенным потенциалом продуктивности.

Ключевые слова: ЯБЛОНЯ, ПЛОДОВАЯ ПОЧКА, МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ, СЕЛЕКЦИЯ

periods were identified (four varieties of different ecological and geographical origin, and two breeding forms were identified in experimental and breeding plantings of the Crimean Experimental Horticulture Station – Idared, Askolda, Golden Delicious, Crimskoe Zimnee, 1-8-ю, 60-65. These samples, which have a high degree of frost tolerance of generative buds, are of both practical and theoretical interest. These and some other varieties and forms can be recommended for use in breeding programs of the southern fruit growing zone as sources of winter hardiness. The use of the selected genotypes as the initial forms for obtaining new varieties will create a new generation of adaptive varieties suitable for growing conditions in the south of Russia and increased productivity potential.

Key words: APPLE TREE, FRUIT BUD, FROST TOLERANCE, BREEDING

Введение. Яблоня является одной из наиболее распространенных семечковых культур в мире. Благодаря высокой адаптивности она выращивается практически повсеместно. Согласно литературным данным, площадь яблоневых насаждений в мире более 5,2 млн га. В России данный показатель составляет 390 тыс. га – 70 % от насаждений всех плодовых культур [1, 2].

Устойчивость яблони к отрицательным факторам условий произрастания является одним из важнейших условий, определяющих их хозяйственную и селекционную ценность, а также эффективность возделывания в конкретной зоне. Исключительно адаптированный к местным агроклиматическим условиям сорт может формировать высокий и качественный урожай [3-7].

Низкотемпературные стрессоры являются ведущими факторами при возделывании садовых растений. Действие пониженных температур в средней зоне садоводства приводит к снижению или полной потере урожая плодовых и ягодных культур [8-11].

Так, 98 % всех зимних повреждений в центральной России вызвано морозами. На способность растений яблони формировать качественный урожай влияет не только зимостойкость, но и холодостойкость генеративных органов в начальный период вегетации. Отрицательное влияние низких температур заключается в повреждении плодовых образований растений, в связи с чем насаждениям наносится экономический ущерб [12, 13].

Высокая устойчивость к минусовым температурам и устойчивость организма растения к повреждающим факторам зимнего времени дает возможность выделять перспективные сорта яблони, приспособленные к условиям перезимовки [14-16]. Устойчивость генеративных почек к пониженным температурам в зимний период – фактор, который влияет на урожайность. Она во многом зависит от степени дифференциации и скорости развития плодовой почки. Исследователями отмечено, что поздно заложенные и менее развитые генеративные почки по степени стойкости к низким температурам и их колебаниям приближаются к ростовым [17-19].

Исследователи отмечают отрицательную динамику погодно-климатических условий, которая существенно изменяет требования к промышленным сортам. В связи с этим предпочтение отдается генотипам, адаптированным к условиям произрастания [20, 21]. Поэтому изучение сортов и селекционных форм, в результате которого возможно выделить новые доноры и источники для включения в селекционный процесс, имеют высокую научную и практическую ценность [22-24].

Целью данной работы является сравнительная оценка морозостойкости генеративных почек сортов и селекционных форм яблони различных сроков созревания, выделение наиболее устойчивых для использования в селекции и производстве.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились в 2017-2019 гг. на базе генофондовой коллекции яблони, произрастающей в

отделении ФГБУН «НБС-ННЦ» «Крымская опытная станция садоводства», с. Маленькое, Симферопольский район, Республика Крым. Объекты исследования – отечественные и зарубежные сорта и перспективные селекционные формы яблони. Участок заложен в 2000 и 2013 годах однолетними саженцами, схема посадки 3,5×1,5 м, подвой ЕМ.ІХ. Формировка кроны – свободное веретено. Содержание почвы в саду черный пар. Полив – капельное орошение. В соответствии с агроклиматическим районированием Крыма, отделение ФГБУН «НБС-ННЦ» «Крымская опытная станция садоводства» относится к предгорной зоне. Рельеф участка слаборасчлененный, возвышенно-долинно-котловинный. Район исследования отличается засушливым климатом и жарким вегетационным периодом с мягкой неустойчивой зимой. Средняя температура воздуха зимнего периода в годы наблюдений составила +3,6 °С, что значительно превышало норму (средняя многолетняя – плюс 0,3 °С). Абсолютный максимум температуры воздуха отмечен в феврале +18,3 °С, почвы – +19,8 °С. В среднем за год выпадает 480 мм осадков. Агротехника – по технологии промышленного возделывания яблони. Исследования проводились в соответствии с общепринятыми Программами и методиками [25, 26]. Для определения морозостойкости генеративных почек проводили промораживание в климатической камере согласно методическим указаниям «Определение устойчивости плодовых и ягодных культур к стрессорам холодного времени года в полевых и контролируемых условиях» [27]. Для определения степени выживания плодовых почек проводилось искусственное промораживание в климатической камере по 100 почек в 3-кратной повторности. Промораживание плодовых почек проводилось в 3 этапа: в декабре (минус 26 °С) – у большинства образцов отмечен этап формирование материнских клеток пыльцы; в феврале (минус 26 °С) – этап окончания формирования спорогенной ткани; в марте (минус 21 °С) – этап формирования микроспор. После промораживания побеги с плодовыми почками выдерживались при комнатной температуре

на протяжении 12-18 часов. После проводился учет степени повреждения. Почка считается погибшей, если пестик или подпочечная ткань имеют бурую окраску. Степень морозостойкости характеризуется количеством живых неповрежденных почек к общему количеству.

Обсуждение результатов. Изучение морозостойкости генеративных почек сортов и селекционных форм проведено в 2017-2019 гг. полевым методом и прямым лабораторным промораживанием. В ходе изучения зимостойкости различных сортов и форм яблони в полевых условиях установлено, что все сорта продемонстрировали высокие адаптивные возможности к условиям произрастания в предгорной зоне Крыма. Это связано с достаточно теплыми метеорологическими условиями. В связи с этим степень потенциальной морозостойкости генеративных почек определяли лабораторным методом. Результаты промораживания плодовых почек изучаемых сортов и перспективных форм представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Морозостойкость генеративных почек сортов и селекционных форм яблони в зимний период, декабрь 2017-2019 гг.

Сорт	Живые генеративные почки, %			Хср ± mх	Коэффициент вариации, %
	25.12.2017 -26 °С	23.12.2018 -26 °С	26.12.2019 -26 °С		
Таврия (к)	50,3	55,6	49,1	51,7±1,63	6,69
Айдаред	62,3	58,4	57,2	59,3±1,26	4,50
Алые Паруса	29,4	33,4	35,6	32,8±1,48	9,58
Арлет	66,5	69,9	64,7	67,0±1,24	3,94
Аскольда	70,1	67,4	65,4	67,6±1,11	3,49
Виста Белла	22,6	25,6	30,1	26,1±1,78	14,46
Голден Делишес	69,3	62,3	65,4	65,7±1,65	5,34
Голд Раш	44,6	40,1	45,1	43,7±1,3	6,36
Голден Рейндерс	53,4	49,8	54,2	52,7±1,1	4,47
Гринсливз	36,4	40,2	39,4	38,7±0,94	5,18
Джонаголд Декоста	30,2	35,4	49,2	38,7±4,63	25,66
Дюльбер	47,4	49,2	45,1	47,2±0,97	4,35
Крымское Зимнее	61,4	67,4	59,1	62,6±2,02	6,84

Сорт	Живые генеративные почки, %			Хср ± mх	Коэффициент вариации, %
	25.12.2017 -26 °С	23.12.2018 -26 °С	26.12.2019 -26 °С		
Лигол	33,5	40,2	38,4	37,4±1,63	9,28
Мантет	36,8	35,8	40,2	37,6±1,09	6,13
Пинова	50,8	47,2	51,2	49,7±1,04	4,43
Предгорноре	40,6	43,4	40,0	41,3±0,85	4,39
Приам	35,6	39,6	34,4	36,5±1,28	7,45
Прима	40,3	38,9	42,6	40,6±0,88	4,60
Ревена	48,6	50,2	52,3	50,4±0,87	3,68
Редфри	34,6	38,3	31,4	34,8±1,63	9,93
Ренет Симиренко	50,4	57,8	57,1	55,1±1,92	7,41
Салгирское	36,4	44,3	39,4	40,0±1,88	9,96
Саммеред	26,5	30,7	25,6	27,6±1,28	9,86
Чемпион	39,4	44,3	45,1	42,9±1,45	7,19
Эдера	42,9	48,6	51,4	47,6±2,04	9,09
1-8-ю	61,4	58,7	56,1	58,7±1,25	4,51
1-32-87	30,5	27,9	28,9	29,1±0,62	4,51
2-1-18-79	43,2	40,1	42,1	41,8±0,74	3,76
2-2-65-80	32,6	41,6	35,4	36,5±2,17	12,61
2-2-68-80	30,7	41,4	47,4	39,8±3,99	21,24
3-5-с	42,6	46,9	48,7	46,1±1,48	6,80
3-6	44,6	41,3	46,8	44,2±1,31	6,26
4-17-ю	40,3	48,4	47,8	45,5±2,13	9,92
10-99-78	37,8	42,7	44,1	41,5±1,56	7,96
60-65	54,3	59,6	60,3	58,1±1,55	5,65
НСР ₀₅	-	-	-	3,71	-

Анализируя данные промораживания генеративных почек в декабре (этап формирования материнских клеток пыльцы) установлено, что степень сохраняемости генеративных почек варьировала от 26,1 % у сорта Виста Белла, до 67,6 % у сорта Аскольда. У контрольного сорта Таврия данный показатель составил 51,7 %. Достоверно превзошли контроль, при уровне НСР₀₅ 3,71 следующие образцы: Айдаред, Арлет, Аскольда, Голден Делишес, Крымское Зимнее, 1-8-ю, 60-65 (58,7-67,6 %). Нестабильным признаком морозостойкости почек был у сорта Джонаголд Декоста и селекционной формы 2-2-68-80 (коэффициент вариации 25,66-21,24 %).

Следующее промораживание проводилось в конце зимы (февраль).
 Результаты промораживания плодовых почек приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Морозостойкость генеративных почек сортов
 и селекционных форм яблони в зимний период, февраль 2017-2019 гг.

Сорт	Сохранившиеся генеративные почки, %			Хср ± mх	Коэффициент вариации, %
	15.02.2017 -26 °С	02.02.2018 -26 °С	06.02.2019 -26 °С		
Летнего срока созревания					
Таврия (к)	22,4	25,6	24,9	24,3±0,79	6,92
Айдаред	24,6	23,7	23,0	23,7±0,38	3,37
Алые Паруса	20,3	22,3	23,1	21,9±0,68	6,59
Арлет	21,1	23,4	24,1	22,8±0,74	6,86
Аскольда	24,9	26,7	35,8	29,1±2,75	20,06
Вильямс Прайд	19,4	19,0	18,4	18,9±0,24	2,66
Виста Белла	19,7	20,4	20,8	20,3±0,26	2,74
Голден Делишес	20,4	19,2	21,0	20,2±0,43	4,54
Голд Раш	16,4	19,9	18,1	18,1±0,82	9,65
Голден Рейндерс	21,8	20,9	19,0	20,7±0,67	6,95
Гринсливз	24,1	23,7	22,6	23,7±0,37	3,31
Джонаголд Декоста	15,4	17,8	17,9	17,3±0,68	8,31
Дюльбер	22,3	24,8	23,1	23,4±0,6	5,46
Крымское Зимнее	26,7	29,1	27,8	27,8±0,57	4,31
Лигол	14,8	13,9	17,3	15,3±0,83	11,49
Пинова	19,4	22,3	22,0	21,3±0,75	7,51
Предгорное	19,1	18,4	20,7	19,4±0,56	6,08
Мантет	17,6	18,6	19,9	18,7±0,54	6,17
Прима	22,3	24,3	25,4	24,0±0,74	6,55
Приам	10,1	12,3	14,2	12,2±0,97	16,82
Ревена	20,4	23,6	24,6	22,8±1,03	9,59
Редфри	18,1	21,8	19,8	19,9±0,87	9,31
Ренет Симиренко	22,3	21,9	23,1	22,4±0,29	2,72
Салгирское	11,9	15,4	16,4	14,5±1,11	16,22
Саммеред	15,4	15,0	17,6	16,0±0,66	8,75
Чемпион	17,4	19,6	20,4	19,1±0,73	8,12
Эдера	14,3	17,1	19,0	16,8±1,11	14,07
1-8-ю	26,1	27,8	27,1	27,0±0,4	3,16
1-32-87	21,4	22,3	23,0	22,3±0,38	3,61
2-1-18-79	28,4	26,1	26,0	26,8±0,64	5,06
2-2-65-80	15,6	17,3	18,9	17,2±0,78	9,56

Сорт	Сохранившиеся генеративные почки, %			Хср ± mх	Коэффициент вариации, %
	15.02.2017 -26 °С	02.02.2018 -26 °С	06.02.2019 -26 °С		
2-2-68-80	12,4	14,2	12,8	13,1±0,44	7,20
3-5-с	14,6	16,0	15,4	15,3±0,33	4,58
3-6	25,4	26,7	27,4	26,5±0,48	3,83
4-17-ю	18,9	20,7	21,4	20,3±0,61	6,34
10-99-78	18,9	21,8	22,0	20,9±0,82	8,30
60-65	23,0	25,3	24,3	24,2±0,54	4,77
НСР ₀₅				1,35	

В результате промораживания на конечном этапе перезимовки установлено, что степень сохранения генеративных почек у контрольного сорта составила 24,3 %. Отмечено общее снижение морозостойкости у всех образцов на 20-30 %, что связано с этапами прохождения органогенеза в плодовых почках (у большинства растений в опыте проходил этап окончания формирования спорогенной ткани). Достоверно превзошли контрольные значения (при НСР_{0,5} – 1,35) 5 образцов различного происхождения – Аскольда, Крымское Зимнее, 1-8-ю, 2-1-18-79, 3-6. Результат близкий к контрольным показаниям отмечен у 5 сортообразцов: Айдаред, Гринсливз, Дюльбер, Прима, 60-65.

Следующее промораживание проводилось в марте. Результаты промораживания генеративных почек в ранневесенний период представлены в таблице 3. Растения в этот период переходят от этапа сокодвижения к началу вегетации. В плодовых почках проходит завершающий этап формирования макроспор. Степень сохранившихся плодовых почек в опыте варьировала от 8,73 до 21,07 %. На данном этапе выделились следующие сортообразцы: Айдаред, Аскольда, Голден Делишес, Крымское Зимнее, Пинова, Ревена, 1-8-ю, которые достоверно превзошли контрольные значения при НСР₀₅ – 1,14. Результат на уровне контроля отмечен у образцов 7 образцов различного происхождения – Голд Раш, Дюльбер, Пинова, Эдера, 3-6, 4-17-ю, 60-65. Наиболее нестабильным данный признак был у селекционной формы 1-32-87 (коэффициент вариации – 21,91 %).

Таблица 3 – Морозостойкость генеративных почек сортов и селекционных форм яблони, март 2017-2019 гг.

Сорт	Сохранившиеся генеративные почки, %			Хср ± мх	Коэффициент вариации, %
	21.03.2017 -21 °С	14.03.2018 -21 °С	17.03.2019 -21 °С		
Таврия (к)	16,6	17,6	18	17,4±0,34	4,14
Айдаред	19,8	20,3	18,4	19,5±0,46	5,05
Алые Паруса	16,4	15,9	13,5	15,27±0,73	10,15
Арлет	17,8	16,5	17	17,1±0,31	3,83
Аскольда	20,3	21,9	20,9	21,03±0,38	3,84
Вильямс Прайд	8,4	9,0	9,5	8,97±0,26	6,14
Виста Белла	9,9	9,5	8,4	9,27±0,37	8,38
Голден Делишес	21,4	19,8	22	21,07±0,54	5,40
Голд Раш	15,6	17,8	18,6	17,33±0,73	8,96
Голден Рейндерс	14,8	15,3	13,9	14,67±0,33	4,84
Гринсливз	16,6	15,4	14,3	15,43±0,54	7,45
Джонаголд Декоста	13,1	13,9	14,8	13,93±0,4	6,10
Дюльбер	17	18,7	18,9	18,2±0,49	5,74
Мантет	14,3	13,3	15,8	14,47±0,59	8,70
Крымское Зимнее	19,1	20,0	22,3	20,47±0,78	8,06
Лигол	10,6	13,5	14,9	13,0±1,03	16,87
Пинова	16,8	19,7	18,6	18,37±0,69	7,97
Предгорное	15,4	17,3	18,7	17,13±0,78	9,67
Прима	10,8	12	13,5	12,1±0,64	11,18
Приам	12,2	13,4	13,8	13,13±0,39	6,34
Редфри	14,3	14,1	13,1	13,83±0,3	4,65
Ревена	18	19,4	19	18,8±0,34	3,84
Ренет Симиренко	16,8	15,9	17,2	16,63±0,31	4,00
Салгирское (к)	9,8	10,3	12	10,7±0,54	10,78
Саммеред	7,9	8,3	10	8,73±0,52	12,77
Чемпион	14,2	16,7	15,4	15,43±0,59	8,10
Эдера	16,3	18,1	19,4	17,93±0,73	8,68
1-8-ю	18,4	19,6	20,4	19,47±0,47	5,17
1-32-87	9,4	10,6	14,2	11,4±1,18	21,91
2-1-18-79	11,4	14,3	15,0	13,57±0,9	14,07
2-2-65-80	12,3	13,5	14,9	13,57±0,61	9,59
2-2-68-80	10,3	9,7	11,3	10,43±0,38	7,75
3-5-с	15,9	16,4	14,2	15,5±0,54	7,44
3-6	19,6	18,4	16,3	18,1±0,79	9,23
4-17-ю	17	18,7	17,5	17,73±0,41	4,93
10-99-78	15,6	17	18,3	16,97±0,64	7,96
60-65	14,6	18	20,3	17,63±1,35	16,26
НСР ₀₅	-	-	-	1,14	-

Выводы. В результате выполнения проведенных исследований установлено, что морозостойкость генеративных органов изменялась по мере дифференциации цветковых почек. Наиболее высокой устойчивостью отличались генеративные почки всех сроков созревания в начальный период зимовки (формирование материнских клеток пыльцы). Кроме того, установлены различия морозостойкости растений в одной и той же фазе развития цветковых почек, что является биологической особенностью сорта. На основании полученных данных можно выделить образцы, которые на всех этапах промораживания проявили высокие значения сохраняемости генеративных почек: Айдаред, Аскольда, Голден Делишес, Крымское Зимнее, 1-8-ю, 60-65. Данные сорта и селекционные формы рекомендованы для включения в селекционный процесс на признак морозостойкости и рекомендованы для производства.

Литература

1. Метлицкий З.А., Метлицкий О.З. Яблоня // М.: Колос, 2008. 248 с.
2. Salazar-Gutiérrez M. R., Chaves B., Hoogenboom G. Freezing tolerance of apple flower buds // *Scientia Horticulturae*. – 2016. – Т. 198. – С. 344-351
3. Yushkov, A. N. Evaluation of Resistance of Horticultural Plants to Destabilizing Effects Based on Analysis of Leaf Reflection Spectra / A. N. Yushkov, N. V. Borzykh, A. I. Butenko // *Journal of Applied Spectroscopy*. May 2016, Volume 83, Issue 2, pp. 302-306.
4. Westwood, M. N. Temperate-zone pomology, physiology and culture / M. N. Westwood // Third edition, Timber Press, Portland, Oregon, 1993. – 523 p.
5. Wisniewski, M. The biology of cold hardiness: Adaptive strategies / M. Wisniewski // *Env. and Exp. Botany*, 2014. – 106. – P.1-3.
6. Жученко А. А. Настоящее и будущее адаптивной системы селекции и семеноводства растений на основе идентификации систематизации их генетических ресурсов [Электронный ресурс] // *Сельскохозяйственная биология*. 2012. № 5. С. 3-19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nastoyashee-i-budushee-adaptivnoy-sistemy-selektcii-i-semenovodstva-rasteniy-na-osnove-identifikatsii-sistematizatsii-ih> (дата обращения: 16.04.2021).
7. Palonen P., Buszard D. Current state of cold hardiness research on fruit crops // *Canadian journal of plant science*. – 1997. – Т. 77. – №. 3. – С. 399-420.
8. Генетический потенциал устойчивости плодовых культур к абиотическим стрессорам / Н.И. Савельев [и др.]. Мичуринск – Научоград, 2010. 212 с.
9. Гончарова Э.А. Изучение устойчивости и адаптации культурных растений к абиотическим стрессам на базе мировой коллекции генетических ресурсов: научное наследие профессора Г.В. Удовенко / Под ред. А.А. Жученко. СПб: ГНУ ВИР, 2011. 336 с.

10. Charrier G. et al. Effects of environmental factors and management practices on microclimate, winter physiology, and frost resistance in trees //Frontiers in plant science. – 2015. – Т. 6. – С. 259.

11. Sherman W. B., Beckman T. G. Climatic adaptation in fruit crops //XXVI International Horticultural Congress: Genetics and Breeding of Tree Fruits and Nuts 622. - 2002. - С. 411-428.

12. Важов В.И. Агроклиматическое районирование Крыма // Почвенно – климатические ресурсы Крыма и рациональное размещение плодовых культур: сб. науч. трудов. Т. LXXI. Ялта: Никитский ботанический сад, 1977. С. 92-120.

13. Об устойчивости яблони к неблагоприятным условиям зимнего периода [Электронный ресурс] / Н.Г. Красова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2014. № 1. С. 42-49. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-ustoychivosti-yabloni-k-neblagopriyatnum-usloviyam-zimnego-perioda> (дата обращения: 15.04.2021).

14. Kosina, J. Effect of dwarfing and semi dwarfing apple rootstocks on growth and productivity of selected apple cultivars / J. Kosina // Hort. Sci. (Prague). – 2010. – Vol. 37 – No. 4. – P. 121–126.

15. Cline J. A., Neilsen D., Neilsen G., Brownlee R., Norton D. and Quamme H. Cold hardiness of new apple cultivars of commercial importance in Canada // Journal of the American Pomological Society, 2012. 66 (4). P. 174-182.

16. Оценка и прогноз реакции генеративных и вегетативных органов яблони и груши на воздействие стрессов зимнего периода [Электронный ресурс] / Е.Н. Ткачев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 8. С. 24-26. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-i-prognoz-reaktsii-generativnyh-i-vegetativnyh-organov-yabloni-i-grushi-na-vozdeystvie-stressov-zimnego-perioda> (дата обращения: 05.04.2021).

17. Fennell A. Genomics and functional genomics of winter low temperature tolerance in temperate fruit crops //Critical reviews in plant sciences. – 2014. – Т. 33. – №. 2-3. – С. 125-140.

18. Ступина А.Ю. Некоторые физиолого-биохимические особенности формирования морозостойкости сортов яблони [Электронный ресурс] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 9. С. 102-106. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-fiziologo-biohimicheskie-osobennosti-formirovaniya-morozostoykosti-sortov-yabloni> (дата обращения: 15.04.2021).

19. Alojzy C., Grzegorz H., Małgorzata H. Susceptibility of one-year-old shoots of scabresistant apple cultivars to low temperatures in laboratory tests during four winters (1999/2000 – 2002/2003) // Folia Horticulturae, 2004. P. 61-72.

20. Оценка зимостойкости интродуцированных сортов яблони в селекции на заданные признаки [Электронный ресурс] / И.В. Дубравина [и др.] // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2017. № 144-1. С. 175-179. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-zimostoykosti-introdutsirovannyh-sortov-yabloni-v-selekcii-na-zadannye-priznaki> (дата обращения: 05.04.2021).

21. Ожерельева З.Е., Красова Н.Г., Галашева А.М. Морозостойкость яблони в середине зимы [Электронный ресурс] // Современное садоводство. 2013. №1 (5). С. 86-92. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/morozostoykost-yabloni-v-seredine-zimy> (дата обращения: 16.04.2021).

22. Strimbeck, G. Extreme low temperature tolerance in woody plants / G. Strimbeck, P. Schaberg, C. Fossdal, W. Schröder, T. Kjellsen // Frontiersin Plant Science, 2015. – Vol. 6. – P.1-13.

23. Stuart, N. W. Comparative cold hardiness of scion roots from fifty apple varieties / N. W. Stuart // Proceedings of the American Society for Horticultural Science, 1939. – № 37. – P. 330-334.

24. Rodrigo J. Spring frosts in deciduous fruit trees—morphological damage and flower hardiness // *Scientia Horticulturae*. – 2000. – Т. 85. – №. 3. – С. 155-173.

25. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.

26. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н. Седова. Орел, 1995. 503 с.

27. Определения устойчивости плодовых и ягодных культур к стрессорам холодного времени года в полевых и контролируемых условиях. Методические указания. /М.М. Тюрина [и др.]. М., 2002. 120 с.

References

1. Metlickij Z.A., Metlickij O.Z. Yablonya // М.: Kolos, 2008. 248 s.
2. Salazar-Gutiérrez M. R., Chaves B., Hoogenboom G. Freezing tolerance of apple flower buds // *Scientia Horticulturae*. – 2016. – Т. 198. – S. 344-351
3. Yushkov, A. N. Evaluation of Resistance of Horticultural Plants to Destabilizing Effects Based on Analysis of Leaf Reflection Spectra / A. N.Yushkov, N. V. Borzykh, A. I. Butenko // *Journal of Applied Spectroscopy*. May 2016, Volume 83, Issue 2, pp. 302-306.
4. Westwood, M. N. Temperate-zone pomology, physiology and culture / M. N. Westwood // Third edition, Timber Press, Portland, Oregon, 1993. – 523 p.
5. Wisniewski, M. The biology of cold hardiness: Adaptive strategies / M. Wisniewski // *Env. and Exp. Botany*, 2014. – 106. – R. 1-3.
6. Zhuchenko A. A. Nastoyashchee i budushchee adaptivnoj sistemy selekcii i semenovodstva rastenij na osnove identifikacii sistematizacii ih geneticheskikh resursov [Elektronnyj resurs] // *Sel'skokozyajstvennaya biologiya*. 2012. № 5. S. 3-19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nastoyashee-i-budushee-adaptivnoy-sistemy-selekcii-i-semenovodstva-rasteniy-na-osnove-identifikatsii-sistematizatsii-ih> (data obrashcheniya: 16.04.2021).
7. Palonen P., Buszard D. Current state of cold hardiness research on fruit crops // *Canadian journal of plant science*. – 1997. – Т. 77. – №. 3. – S. 399-420.
8. Geneticheskij potencial ustojchivosti plodovyh kul'tur k abioticheskim stressoram / N.I. Savel'ev [i dr.]. Michurinsk – Naukograd, 2010. 212 s.
9. Goncharova E.A. Izuchenie ustojchivosti i adaptacii kul'turnyh rastenij k abioticheskim stressam na baze mirovoj kollekcii geneticheskikh resursov: Nauchnoe nasledie profesora G.V. Udovenko / Pod red. A.A. Zhuchenko. SPb: GNU VIR, 2011. 336 s.
10. Charrier G. et al. Effects of environmental factors and management practices on microclimate, winter physiology, and frost resistance in trees // *Frontiers in plant science*. – 2015. – Т. 6. – S. 259.
11. Sherman W. B., Beckman T. G. Climatic adaptation in fruit crops // XXVI International Horticultural Congress: Genetics and Breeding of Tree Fruits and Nuts 622. – 2002. – S. 411-428.
12. Vazhov V.I. Agroklimaticheskoe rajonirovanie Kryma // *Pochvenno – klimaticheskie resursy Kryma i racional'noe razmeshchenie plodovyh kul'tur: sb. nauch. trudov*. Т. LXXI. Yalta: Nikitskij botanicheskij sad, 1977. S. 92-120.
13. Ob ustojchivosti yabloni k neblagopriyatnym usloviyam zimnego perioda [Elektronnyj resurs] / N.G. Krasova [i dr.] // *Sel'skokozyajstvennaya biologiya*. 2014. № 1. S. 42-49. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-ustoychivosti-yabloni-k-neblagopriyatnym-usloviyam-zimnego-perioda> (data obrashcheniya: 15.04.2021).
14. Kosina, J. Effect of dwarfing and semi dwarfing apple rootstocks on growth and productivity of selected apple cultivars / J. Kosina // *Hort. Sci. (Prague)*. – 2010. – Vol. 37 – No. 4. – P. 121–126.

15. Cline J. A., Neilsen D., Neilsen G., Brownlee R., Norton D. and Quamme H. Cold hardiness of new apple cultivars of commercial importance in Canada // *Journal of the American Pomological Society*, 2012. 66 (4). R. 174-182.

16. Ocenka i prognoz reakcii generativnyh i vegetativnyh organov yabloni i grushi na vozdeystvie stressov zimnego perioda [Elektronnyj resurs] / E.N. Tkachev [i dr.] // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2010. №8. S. 24-26 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-i-prognoz-reaktsii-generativnyh-i-vegetativnyh-organov-yabloni-i-grushi-na-vozdeystvie-stressov-zimnego-perioda> (data obrashcheniya: 05.04.2021).

17. Fennell A. Genomics and functional genomics of winter low temperature tolerance in temperate fruit crops // *Critical reviews in plant sciences*. – 2014. – T. 33. – №. 2-3. – S. 125-140.

18. Stupina A.Yu. Nekotorye fiziologo-biohimicheskie osobennosti formirovaniya morozostojkosti sortov yabloni [Elektronnyj resurs] // *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'sko-hozyajstvennoj akademii*. 2019. № 9. S. 102-106. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-fiziologo-biohimicheskie-osobennosti-formirovaniya-morozostojkosti-sortov-yabloni> (data obrashcheniya: 15.04.2021).

19. Alojzy C., Grzegorz H., Małgorzata H. Susceptibility of one-year-old shoots of scabresistant apple cultivars to low temperatures in laboratory tests during four winters (1999/2000 – 2002/2003) // *Folia Horticulturae*, 2004. R. 61-72.

20. Ocenka zimostojkosti introducirovannyh sortov yabloni v selekcii na zadannye priznaki [Elektronnyj resurs] / I.V Dubravina [i dr.] // *Biologiya rastenij i sadovodstvo: teoriya, innovacii*. 2017. № 144-1. S. 175-179. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-zimostojkosti-introducirovannyh-sortov-yabloni-v-selekcii-na-zadannye-priznaki> (data obrashcheniya: 05.04.2021).

21. Ozherel'eva Z.E., Krasova N.G., Galasheva A.M. Morozostojkost' yabloni v seredine zimy [Elektronnyj resurs] // *Sovremennoe sadovodstvo*. 2013. №1 (5). S. 86-92. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/morozostojkost-yabloni-v-seredine-zimy> (data obrashcheniya: 16.04.2021).

22. Strimbeck, G. Extreme low temperature tolerance in woody plants / G. Strimbeck, P. Schaberg, C. Fossdal, W. Schröder, T. Kjellsen // *Frontiers in Plant Science*, 2015. – Vol. 6. – R. 1-13.

23. Stuart, N. W. Comparative cold hardiness of scion roots from fifty apple varieties / N. W. Stuart // *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 1939. – № 37. – R. 330-334.

24. Rodrigo J. Spring frosts in deciduous fruit trees—morphological damage and flower hardiness // *Scientia Horticulturae*. – 2000. – T. 85. – №. 3. – S. 155-173.

25. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur / Pod obshch. red. E.N. Sedova i T.P. Ogol'covoj. Orel: VNIISPK, 1999. 608 s.

26. Programma i metodika selekcii plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur / Pod. red. E.N. Sedova. Orel, 1995. 503 s

27. Opredeleniya ustojchivosti plodovyh i yagodnyh kul'tur k stressoram holodnogo vremeni goda v polevyh i kontroliruemyh usloviyah. Metodicheskie ukazaniya / M.M. Tyurina [i dr.]. M., 2002. 120 s.