

УДК 634.11:631.52:632.111

З. Е. Ожерельева, к.с.-х.н.

Н. Г. Красова, д.с.-х.н.

А. М. Галашева, к.с.-х.н.

ГНУ ВНИИСПК Россельхозакадемии, г. Орел, Россия, info@vniispk.ru

ИЗУЧЕНИЕ СОРТО-ПОДВОЙНЫХ КОМБИНАЦИЙ ЯБЛОНИ ПО КОМПОНЕНТАМ ЗИМОСТОЙКОСТИ

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 121 – 1041 – 197505 Р_центр_а)
и Правительства Орловской области*

Аннотация

Исследования проводили в лаборатории физиологии устойчивости растений ВНИИСПК. Материалом послужили 20 сорто-подвойных комбинаций яблони селекции ВНИИСПК. Изучение морозоустойчивости в течение зимы в искусственно смоделированных условиях позволило оценить потенциал устойчивости сорто-подвойных комбинаций яблони к низкотемпературным стрессам. В результате все изучаемые сорто-подвойные комбинации яблони проявляют высокую морозоустойчивость к раннезимним морозам. В середине зимы большинство сорто-подвойных комбинаций яблони проявляют морозостойкость к зимнему морозу -38°C и средний уровень устойчивости к температуре -40°C . При этом выявлены сорто-подвойные комбинации яблони с максимальной устойчивостью коры и древесины при температуре -40°C после закаливания. При последующем понижении температуры до -42°C морозостойкость снижается. При морозе -25°C после оттепели большинство сорто-подвойных комбинаций яблони морозоустойчивы, но при -30°C в период оттепели устойчивость почек снижается. В конце зимы, изучаемые сорто-подвойные комбинации яблони проявили высокую устойчивость к возвратным морозам -30°C . При возвратном морозе -35°C высокая морозостойкость выявлена у сортов Болотовское, Бордовое, Желанное, Имрус, Орловим, Папировка, Юбиляр на подвоях 3-3-72 и 3-4-98 и у сорта Имрус на карликовых подвоях.

Ключевые слова: яблоня; сорт; искусственное промораживание; компоненты зимостойкости.

Z. E. Ozgerelieva, candidate of agricultural sciences

N. G. Krasova, doctor of agricultural sciences

A. M. Galasheva, candidate of agricultural sciences

SSI All Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPК) of RAAS, Orel, Russia, nauka@vniispk.ru

STUDY OF APPLE VARIETY-ROOTSTOCK COMBINATIONS

ACCORDING TO WINTER HARDINESS COMPONENTS

*This work was supported by RFBR (project № 121 - 1041 - 197 505 R_center_a)
and the Government of the Oryol region*

Abstract

The investigations were carried out in the laboratory of plant resistance physiology at VNIISPK. 20 apple variety-rootstock combinations developed at VNIISPK were used. Study of frost hardiness during winter in the artificially modeled conditions allowed evaluating the potential of resistance of apple variety-rootstock combinations to low temperature stresses. As a result, all studied apple variety-rootstock combinations showed high frost hardiness to early winter frosts. In the middle of the winter the majority of apple variety-rootstock combinations demonstrated frost hardiness to winter frost under -38°C and a moderate level of the resistance under 40°C below zero. The apple variety-rootstock combinations with maximum resistance of bark and wood under -40°C were revealed after hardening. Under the following lowering of the temperature up to -42°C the frost hardiness was reduced. Under -25°C after thaw the majority of the apple variety-rootstock combinations were frost hardy, but under -30°C during thaw the resistance of buds was reduced. Late in winter the studied apple variety-rootstock combinations showed high resistance to recurrent frosts -30°C . Under recurrent frost -35°C high frost resistance was revealed in the following varieties: Bolotovskoye, Bordovoye, Zhelannoye, Imrus, Orlovim, Papirovka, Yubilar on 3-3-72 and 3-4-98 rootstocks and Imrus on dwarf rootstocks.

Key words: apple, varieties, artificial freezing, winter hardiness components.

Введение

Зимостойкость является сложным динамическим свойством растений, которое складывается из четырёх самостоятельных компонентов [27; 28]. Это устойчивость к раннезимним морозам, максимальная морозостойкость в середине зимы, устойчивость во время оттепели и к возвратным морозам [4, 5, 6, 13, 14, 16, 17, 24, 26]. Зимостойким является сорт, который обладает основными компонентами зимостойкости [23]. Нередко сорта и формы яблони страдают не только в зимы с сильными морозами, но также от морозов после продолжительных оттепелей. В средней зоне садоводства сорта должны выдерживать в начале зимы ранние морозы -25°C и -30°C ; обладать максимальной морозостойкостью при -38°C и -40°C ; не повреждаться во время оттепели при -25°C и при повторной закалке при -30°C . Поэтому сорта яблони нуждаются в оценке их устойчивости к комплексу вредоносных зимних факторов в зоне произрастания. Но в природе нельзя оценить устойчивость сортов по всем четырем компонентам сразу, т.к. зимы с критическими температурами бывают не часто. Моделирование зимних стрессоров дает возможность всесторонне и за короткий промежуток времени изучить морозоустойчивость сортов по всем компонентам зимостойкости.

Цель исследований - изучить методом искусственного промораживания сорта яблони по основным компонентам зимостойкости, выращенных на разных вставочных подвоях.

Материал и методика исследований

Исследования проводили в лаборатории физиологии устойчивости растений ВНИИСПК в 2011/12 годы. Объектами исследований служили 20 сорто-подвойных комбинаций яблони. В качестве вставочных подвоев использовали полукарлики: 3-3-72, 3-4-98 и карлики: 57-366, 62-396, ПБ-9, Г-134, 3-17-38. В качестве контроля взята сорто-подвойная комбинация Антоновка обыкновенная на полукарлике 3-4-98. Исследования проводили в камере искусственного климата «Еспес» - PSL-KPH (Япония) по общепринятой методике М. М. Тюриной, Г. А. Гоголевой [23]. Оценку повреждений проводили методом отращивания веток в сосудах с водой и по степени побурения тканей на продольных и поперечных срезах по следующей шкале: от 0,0 баллов – повреждений нет, ... до 5,0 баллов – почки и ткани погибли полностью.

Результаты исследований

Морозостойкость растений достигается в процессе закаливания, которое проходит в течение осени и начале зимы. Она формируется постепенно. Сначала растения замедляют рост, затем прекращают его, входят в период покоя и проходят фазы закаливания. Накопление сахаров в растении является первой фазой закаливания с момента прекращения роста. После вступления в покой и завершения первой фазы закаливания морозоустойчивость у растений повышается до -25°C и ниже [19; 20; 25]. По результатам наших исследований все изученные сорта яблони обладали осенью достаточно высокой скоростью приобретения закаленного состояния. В результате сорта в контролируемых условиях выдерживали в начале декабря морозы -25°C и -30°C (I компонент) с незначительными повреждениями почек, ткани же сохранились здоровыми.

Наибольший ущерб садоводству в средней полосе России причиняют критические морозы -38°C , -40°C и ниже в середине зимы, которые повторяются раз в 30...40 лет [1, 11]. Именно устойчивость к низким температурам в середине зимы – основной показатель успешного возделывания сортов садовых культур в той или иной зоне садоводства. По результатам искусственного промораживания в январе при понижении температуры до -38°C (II компонент) сорто-подвойные комбинации Имрус/3-17-38, Имрус/57-366, Имрус/62-396, Папировка/3-3-72 были по морозостойкости на уровне Антоновки обыкновенной/3-4-98, у них отмечены обратимые повреждения почек, коры и древесины. Сорто-подвойные комбинации: Бордовое/3-4-98, Желанное/3-3-72, Имрус/3-3-72, Имрус/ПБ-9, Имрус/3-4-98, Имрус/Г-134, Юбиляр/3-3-72 несколько уступили контрольному сорту, но также имели обратимые повреждения вегетативных почек и тканей не более 2,0 баллов. Почки яблони и ткани,

прилегающие к ним, повреждаются сильнее во второй половине зимы. Древесина среднерусских сортов яблони после закаливания сильно повреждается при снижении температуры до -40°C [3, 15, 18]. Повышение морозоустойчивости древесины у яблони в закалённом состоянии достигнуть сложно. Вымерзание этой ткани происходит, по-видимому, за счёт глубокого переохлаждения воды [7]. Моделирование зимнего мороза -40°C привело к усилению повреждения почек и древесины у всех изучаемых сорто-подвойных комбинаций. После моделирования в январе мороза -40°C (II компонент) наименьшие обратимые повреждения почек и основных тканей до 1,6 балла (на уровне контроля) отмечены у сорто-подвойной комбинации Папировка/3-3-72. Сорто-подвойные комбинации Бордовое/3-3-72, Имрус/3-17-38, Имрус/Г-134, Раннее алое/3-3-72 характеризовались максимальной морозоустойчивостью коры (повреждение до 2,0 баллов). У сорто-подвойных комбинаций Болотовское/3-4-98, Желанное/3-3-72, Имрус/ПБ-9, Имрус/3-4-98 выявлена максимальная морозоустойчивость коры и древесины. У остальных сорто-подвойных комбинаций выявлен средний уровень морозоустойчивости при воздействии температуры -40°C . После воздействия температурой -42°C у большинства сорто-подвойных комбинаций выявлено сильное подмерзание древесины более 3,0 баллов. При повреждении больше 3,0 баллов древесина разрушается, что приводит к разлому через несколько лет [2]. У сорто-подвойных комбинаций Имрус/3-4-98, Мелба/3-3-72, Орловим/3-3-72, Память Исаеву/3-4-98, Папировка/3-3-72, Юбиляр/3-3-72 отмечен средний уровень устойчивости коры и древесины (повреждение 2,5 – 2,8 балла) (таблица 1).

Таблица 1 - Повреждение яблони от морозов в середине зимы (II компонент зимостойкости)

Сорт / подвой	Повреждение почек, коры и древесины, балл		
	$-5^{\circ}, -10^{\circ}, -38^{\circ}\text{C}$	$-5^{\circ}, -10^{\circ}, -40^{\circ}\text{C}$	$-5^{\circ}, -10^{\circ}, -42^{\circ}\text{C}$
1	2	3	4
Антоновка обыкновенная/3-4-98	0,9 : 0,4 : 0,12	1,1 : 1,1 : 1,2	2,2 : 2,1 : 2,1
Болотовское/3-4-98	2,4 : 2,0 : 1,4	2,3 : 1,5 : 1,9	3,4 : 3,3 : 3,7
Память Исаеву/3-4-98	2,1 : 0,5 : 2,2	2,9 : 2,3 : 2,0	3,1 : 2,8 : 2,4
Синап орловский/3-4-98	2,8 : 2,0 : 2,2	3,7 : 2,1 : 2,7	3,6 : 2,8 : 4,3
Орлик/3-4-98	2,7 : 2,6 : 2,1	3,4 : 2,5 : 2,3	3,4 : 2,6 : 3,5
Мелба/3-3-72	2,6 : 1,7 : 2,1	3,0 : 2,5 : 2,3	3,8 : 2,7 : 2,8
Орловим/3-3-72	2,0 : 1,4 : 2,1	2,8 : 2,5 : 2,5	2,8 : 2,4 : 2,5
Раннее алое/3-3-72	2,1 : 1,3 : 1,8	3,1 : 2,0 : 2,1	3,4 : 2,9 : 3,7
Папировка/3-3-72	1,0 : 0,2 : 1,7	1,5 : 1,1 : 1,6	2,5 : 2,3 : 2,5

продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Синап орловский/3-3-72	2,8 : 2,2 : 2,3	3,6 : 2,5 : 2,3	3,4 : 2,7 : 3,8
Юбиляр/3-3-72	1,8 : 1,3 : 1,5	2,5 : 2,1 : 1,9	2,9 : 2,3 : 2,7
Бордовое/3-3-72	1,6 : 0,6 : 1,6	2,5 : 2,0 : 2,1	2,8 : 2,4 : 3,7
Желанное/3-3-72	2,0 : 1,0 : 1,8	2,6 : 1,9 : 1,9	3,1 : 2,6 : 4,0
Имрус/3-3-72	1,9 : 0,9 : 1,7	2,7 : 2,2 : 2,4	3,2 : 2,0 : 4,1
Имрус/3-4-98	1,7 : 1,4 : 1,6	2,6 : 1,7 : 1,7	3,2 : 2,5 : 2,6
Имрус/3-17-38	1,2 : 0,8 : 0,9	2,1 : 1,6 : 2,4	3,5 : 2,7 : 4,1
Имрус/57-366	1,1 : 1,1 : 0,8	2,7 : 2,4 : 2,0	2,8 : 2,9 : 4,7
Имрус/ПБ-9	2,0 : 1,1 : 1,3	2,6 : 2,0 : 1,8	3,4 : 2,6 : 3,9
Имрус/62-396	1,4 : 0,9 : 1,1	2,9 : 2,5 : 1,8	2,7 : 2,9 : 3,6
Имрус/Г-134	2,0 : 1,4 : 2,1	2,4 : 2,0 : 2,2	2,7 : 2,3 : 3,7
НСР ₀₅	0,6 : 0,9 : 0,5	0,5 : 0,6 : 0,6	0,4 : 0,5 : 0,5

За последнее столетие средняя температура воздуха повысилась на 0,6°...0,7°С, и тенденция к возрастанию продолжает сохраняться. Прежде всего, это выразилось в увеличении количества теплых зим [12], что негативно отражается на зимостойкости садовых растений. Поэтому устойчивость растений к резким перепадам температур воздуха в период оттепелей является важным компонентом зимостойкости. В связи с этим способность сохранять морозоустойчивость во время оттепели имеет большое значение, особенно на фоне затяжных оттепелей, которые наблюдаются в последние годы. Моделирование в феврале мороза -25°С после 3-дневной оттепели +2°С показало, что большинство изучаемых сорто-подвойных комбинаций яблони способны стабильно сохранять морозоустойчивость почек и тканей. У всех сортов отмечены обратимые повреждения до 2,0 баллов. Наибольшую устойчивость (на уровне контроля) показали сорто-подвойные комбинации Имрус/57-366, Имрус/62-396, Имрус/Г-134. Моделирование в феврале мороза -30°С после 3-х дневной оттепели +2°С показало, что у большинства изучаемых сорто-подвойных комбинаций яблони усилилось повреждение почек до среднего уровня устойчивости (повреждение до 3,0 баллов), ткани при этом сохранили морозоустойчивость, у них выявлены обратимые повреждения – до 2,0 баллов. Сорто-подвойные комбинации Имрус/57-366, Имрус/62-396 сохранили морозостойкость почек и тканей на уровне Антоновки обыкновенной/3-4-98 (таблица 2).

Таблица 2 - Повреждение яблони морозами после оттепелей зимой (III компонент зимостойкости)

Сорт / подвой	Повреждение почек, коры и древесины, балл	
	-5°, -10°, +2°, -25°C	-5°, -10°, +2°, -30°C
Антоновка обыкновенная/3-4-98	0,9 : 0,0 : 0,1	2,0 : 1,8 : 1,5
Болотовское/3-4-98	1,8 : 1,1 : 0,9	2,2 : 1,4 : 1,6
Память Исаеву/3-4-98	2,2 : 1,0 : 1,1	2,5 : 0,8 : 1,6
Синап орловский/3-4-98	2,2 : 1,4 : 1,8	2,9 : 1,9 : 2,0
Орлик/3-4-98	1,4 : 1,5 : 1,7	2,5 : 1,4 : 2,0
Мелба/3-3-72	2,7 : 2,1 : 2,1	2,8 : 1,6 : 2,1
Орловим/3-3-72	1,9 : 0,9 : 1,1	2,6 : 1,4 : 2,0
Бордовое/3-3-72	2,0 : 0,8 : 0,7	2,2 : 0,7 : 2,0
Желанное/3-3-72	1,9 : 0,4 : 0,7	2,6 : 1,7 : 1,9
Раннее алое/3-3-72	2,0 : 1,4 : 1,1	2,6 : 1,7 : 1,7
Папировка/3-3-72	1,3 : 0,7 : 0,3	2,2 : 1,7 : 1,9
Синап орловский/3-3-72	2,0 : 0,7 : 2,0	2,5 : 1,7 : 2,4
Юбиляр/3-3-72	2,3 : 1,4 : 0,5	2,3 : 1,4 : 1,6
Имрус/3-17-38	1,7 : 0,0 : 0,2	2,4 : 0,6 : 2,1
Имрус/57-366	0,9 : 0,4 : 0,6	2,0 : 1,3 : 1,8
Имрус/67-5-32	2,0 : 0,6 : 0,6	2,5 : 1,8 : 1,9
Имрус/6-9-76	2,0 : 1,5 : 1,3	2,3 : 1,1 : 2,1
Имрус/3-3-72	2,3 : 1,1 : 1,3	2,1 : 1,0 : 1,9
Имрус/ПБ-9	1,8 : 0,0 : 0,6	2,1 : 1,3 : 1,8
Имрус/62-396	1,2 : 0,0 : 0,4	2,0 : 1,4 : 1,9
Имрус/3-4-98	2,0 : 0,0 : 0,3	2,6 : 1,6 : 1,6
Имрус/Г-134	1,1 : 0,1 : 0,1	2,3 : 0,6 : 1,8
НСР ₀₅	0,5 : 0,6 : 0,7	0,4 : 0,7 : $F_{\Phi} < F_T$

В перезимовке растений в районах с частыми оттепелями большое значение имеет способность удерживать закалённое состояние (IV компонент зимостойкости) к низкотемпературному стрессору [21, 22]. Установлено, что оттаивание тканей зимой при повышении температур выше 0°C ведет к частичной или полной потере закалённого состояния [19]. Но при постепенном понижении температуры происходит частичное или полное восстановление прежнего уровня морозостойкости, но многое зависит от особенностей сорта [9]. Все изученные сорто-подвойные комбинации яблони обладали IV компонентом зимостойкости, у них отмечены обратимые повреждения вегетативных почек и жизненно важных тканей при -30°C после оттепели +2°C и повторной закалки. Высокая способность восстанавливать морозостойкость после искусственной оттепели +2°C и повторной закалки при -30°C на уровне Антоновки обыкновенной/3-4-98 отмечена у сорто-подвойных

комбинаций Болотовское/3-4-98, Бордовое/3-3-72, Имрус/3-17-38, Имрус/57-366, Имрус/6-9-76, Имрус/62-396, Орлик/3-4-98, Раннее алое/3-3-72, Папировка/3-3-72, Юбиляр/3-3-72. Остальные несколько уступили контролю, но также проявили способность восстанавливать морозоустойчивость почек и тканей, т.е. были отмечены обратимые повреждения. Сорто-подвойная комбинация Синап орловский/3-3-72 проявила низкую способность восстанавливать устойчивость древесины, а Синап орловский/3-4-98 – способность восстанавливать закалённое состояние почек и древесины на среднем уровне. После оттепели +2°C и повторной закалки при морозе -35°C выявлена высокая способность восстанавливать морозостойкость на уровне Антоновки обыкновенной/3-4-98 у сорто-подвойных комбинаций Болотовское/3-4-98, Бордовое/3-3-72, Желанное/3-3-72, Имрус/57-366, Имрус/6-9-76, Имрус/ПБ-9, Имрус/62-396, Имрус/3-4-98, Имрус/Г-134, Орловим/3-3-72, Папировка/3-3-72, Юбиляр/3-3-72 (таблица 3).

Таблица 3 - Повреждение яблони возвратными морозами в конце зимы (IV компонент зимостойкости)

Сорт / подвой	Повреждение почек, коры и древесины, балл	
	+2°, -5°, -10°, -30°C	+2°, -5°, -10°, -35°C
Антоновка обыкновенная/3-4-98	0,7 : 0,4 : 1,8	1,5 : 0,6 : 1,8
Болотовское/3-4-98	1,0 : 0,3 : 0,9	1,2 : 0,8 : 1,9
Память Исаеву/3-4-98	1,0 : 0,0 : 2,9	1,7 : 0,8 : 2,6
Синап орловский/3-4-98	2,5 : 1,0 : 2,6	2,5 : 2,0 : 2,6
Орлик/3-4-98	1,2 : 0,0 : 1,9	2,5 : 0,7 : 2,1
Мелба/3-3-72	1,6 : 0,2 : 1,6	2,6 : 1,4 : 2,3
Орловим/3-3-72	1,7 : 0,8 : 1,3	1,8 : 1,3 : 2,0
Бордовое/3-3-72	0,9 : 0,0 : 0,1	1,1 : 0,0 : 0,6
Желанное/3-3-72	1,8 : 0,0 : 1,9	1,7 : 0,9 : 1,7
Раннее алое/3-3-72	1,2 : 0,6 : 1,4	2,3 : 1,4 : 1,8
Папировка/3-3-72	0,3 : 0,0 : 0,5	1,1 : 0,6 : 1,3
Синап орловский/3-3-72	1,8 : 0,8 : 3,4	2,7 : 1,9 : 3,3
Юбиляр/3-3-72	1,0 : 0,1 : 1,7	1,4 : 0,2 : 1,6
Имрус/3-17-38	1,5 : 0,3 : 1,7	2,0 : 1,0 : 2,3
Имрус/57-366	0,9 : 0,0 : 1,7	2,0 : 0,3 : 1,6
Имрус/67-5-32	1,6 : 0,0 : 2,5	2,0 : 0,5 : 2,5
Имрус/6-9-76	1,2 : 0,3 : 1,4	1,3 : 0,2 : 1,8
Имрус/3-3-72	1,6 : 0,1 : 1,8	2,1 : 0,5 : 2,4
Имрус/ПБ-9	1,7 : 0,0 : 1,7	1,3 : 0,4 : 1,8
Имрус/62-396	1,4 : 0,2 : 2,3	1,9 : 0,7 : 1,9
Имрус/3-4-98	1,7 : 0,0 : 1,6	2,1 : 0,6 : 1,9
Имрус/Г-134	1,8 : 0,0 : 1,6	1,8 : 0,8 : 1,8
НСР ₀₅	0,8 : 0,5 : 1,0	0,6 : 0,8 : 0,6

Обсуждение результатов и выводы

Анализ результатов искусственного промораживания показал, что в начале зимы все изучаемые сорто-подвойные комбинации яблони обладают I компонентом зимостойкости, благодаря высокой скорости закалки. Они проявляют высокую морозоустойчивость почек и основных тканей в начале декабря.

В январе, при понижении температуры до -38°C (II компонент) сорто-подвойные комбинации Имрус/3-17-38, Имрус/57-366, Имрус/62-396, Папировка/3-3-72 проявили высокую устойчивость на уровне Антоновки обыкновенной/3-4-98. Остальные сорто-подвойные комбинации проявили достаточную морозоустойчивость, несколько уступая сорту Антоновка на полукарликовом вставочном подвое. Моделирование зимнего мороза -40°C привело к усилению повреждения почек и тканей у всех изучаемых сорто-подвойных комбинаций, но при этом повреждение коры и древесины не превышало 3,0 баллов. Это очень важно, т.к. распространение сортов ограничивается именно устойчивостью древесины к низким температурам [20], а подмерзание древесины более 3,0 балла приводит к гибели растений. При этом высокий уровень устойчивости проявили сорто-подвойные комбинации Папировка/3-3-72 и сорт Имрус/3-17-38. Сорто-подвойные комбинации Бордовое/3-3-72, Имрус/3-17-38, Имрус/Г-134, Раннее алое/3-3-72 характеризовались максимальной морозоустойчивостью коры, а у сорто-подвойных комбинаций Болотовское/3-4-98, Желанное/3-3-72, Имрус/ПБ-9, Имрус/3-4-98 выявлена максимальная морозоустойчивость коры и древесины (степень подмерзания не более 2,0 балла). После воздействия температурой -42°C у большинства сорто-подвойных комбинаций яблони отмечены значительные повреждения почек и древесины - более 3,0 балла.

В феврале растения яблони выходят из органического покоя и находятся в состоянии вынужденного покоя. В это время в период оттепели сильнее страдают от мороза вегетативные почки, так как повышение температуры приводит к утрате закалки. Моделирование в феврале мороза -25°C во время оттепели (III компонент зимостойкости) показало, что большинство изучаемых сорто-подвойных комбинаций яблони способны сохранять морозоустойчивость почек и тканей. Моделирование в феврале мороза -30°C в период оттепели усилило повреждение почек у большинства изучаемых сорто-подвойных комбинаций яблони до среднего уровня устойчивости (повреждение менее 3,0 балла), а ткани при этом сохранили морозоустойчивость на уровне контроля.

В конце зимы все изучаемые сорто-подвойные комбинации яблони проявили высокую устойчивость почек и тканей к возвратным морозам -

30°C (IV компонент зимостойкости), благодаря способности удерживать закалённое состояние к низким температурам. При морозе -35°C выявлена высокая способность восстанавливать морозостойкость на уровне Антоновки обыкновенной у сортов Болотовское, Бордовое, Желанное, Имрус, Орловим, Папировка, Юбиляр на полукарликовых вставочных подвоях 3-3-72 и 3-4-98, а также у сорта Имрус на карликовых вставочных подвоях.

Литература

1. Агроклиматический справочник по Орловской области. - Л., 1972.- 119 с.
2. Алексеев В.П., Кичина В.В., Тюрина М.М. Особенности зимостойкости яблони // Состояние семечковых плодовых культур после зимы 1978/79 г. в Московской области. - М.: Наука, 1981. - С. 14-18.
3. Гоголева Г.А., Тюрина М.М. Применение искусственной оттепели для исследования зимостойкости плодовых деревьев // Селекция и сортоизучения плодово-ягодных культур в Нечерноземной зоне. - М., 1966. - С.141-158.
4. Кичина В.В. Современное представление о зимостойкости плодовых культур (концепция и генетические аспекты) / Селекция на зимостойкость плодовых и ягодных культур: материалы совещ. - М., 1993. - С. 3-16..
5. Кичина В.В. Селекция плодовых и ягодных культур на высокий уровень зимостойкости. - М., 1999. - 126 с.
6. Козловская З.А. Методика ускоренной оценки зимостойкости яблони с использованием прямого промораживания. Плодоводство пос. Самохваловичи, 2008. - 2008. - Т. 20. - С.265-276.
7. Красавцев О.А., Хвалин Н.Н. Об особенностях морозостойкости и вымерзания паренхимных клеток древесины яблони // Физиология растений. - Т.-25. - Вып. № 1. - 1978. - С.5-11.
8. Метлицкий З.А. Зимние и весенние повреждения плодовых деревьев. М.: Сельхозгиз, 1960. - 112 с.
9. Молотилова Г.Д. Наследование зимостойкости в гибридном потомстве сибирской ягодной яблони от скрещивания с сортами яблони домашней: автореф. дис... канд. с.-х. наук 06.01.05. - М., 1995. - 23 с.
10. Побетова Т.А. Оценка влияния агрометеорологических условий на плодовые культуры. Л.: Гидрометеоиздат, 1981. - 43с.
11. Пухальская А.В., Осипова Л.В. Всемирная конференция по изменению климата Москва, Россия. 20 сентября-3 октября 2003 г. // Агрохимия. - 2004. - №2. - С. 89-96.
12. Савельев Н.И. наследование устойчивости яблони к низким температурам и возможности получения трансгрессивных генотипов /

Селекция на зимостойкость плодовых и ягодных культур: материалы совещ. – М., 1993. – С. 30-35.

13. Савельев Н.И. Генетические основы селекции яблони. – Мичуринск, 1998. – 304 с.

14. Савельев Н.И. Исходный материал и генетические основы селекции яблони на устойчивость к действию абиотических стрессов в период зимовки // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2003. – №6. – С.8-10.

15. Седов Е. Н, Красова Н.Г. Производственно-биологическая характеристика сортового фонда яблони. Зимостойкость // Каталог сортов яблони / под ред. Е. Н. Седова. – Орел, 1981.- С. 8-27.

16. Седов Е. Н. Селекция и сортимент яблони для Центральных регионов России. – Орел: ВНИИСПК, 2005. – 312 с.

17. Соловьёва М.А. Зимостойкость плодовых культур при разных условиях выращивания. – М., 1967. – 238с.

18. Туманов И.И. Физиологические основы зимостойкости культурных растений. – М.: Сельхозгиз, 1940. – 365 с.

19. Туманов И.И. Физиология закаливания и морозостойкость растений. – М.: Наука, 1979. – 352с.

20. Тюрина М.М., Гоголева Г.А. Влияние искусственных оттепелей на морозостойкость плодовых растений в связи с состоянием покоя // Доклады советских учёных к XVII международному конгрессу по садоводству. – М., 1966. – Т.III. – С. 297-306.

21. Тюрина М.М., Гоголева Г.А., Кобзева Л.К. и др. Исследование морозостойкости плодовых растений // Плодоводство и ягодоводство Нечерноземной зоны. – М., 1971 – Т.III. – С. 260-265.

22. Тюрина М. М., Гоголева Г. А. Ускоренная оценка зимостойкости плодовых и ягодных культур. – М.: ВАСХНИЛ, 1978. – 48 с.

23. Тюрина М.М. Комплексная оценка яблони на зимостойкость // Селекция яблони в СССР. – Орёл, 1981. – С. 34-39.

24. Тюрина М.М. Итоги тридцатилетних исследований физиологии зимостойкости плодовых и ягодных растений и разработка методов её диагностики/ Достижение в плововодстве в Нечерноземной зоне РСФСР. – М., 1991. – С. 5-17.

25. Тюрина М. М., Макарова Ю. А., Кудрявец Р.П. Продуктивность, периодичность плодоношения и морозоустойчивость яблони под влиянием нагрузки урожая / Сельскохозяйственная биология. – 2001. - №3. – С. 84-90.

26. Brierley W.G. The winter hardiness complex in deciduous woody plants // Pros. Am. Soc. Hort. Sci. – 1947. – Vol.50. – P. 10-16.

27. Stushnoff C. Breeding for cold hardiness // Horticulture. – 1973. – Vol. 51, № 10. – P. 10-31.