

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ МАЛИНЫ К ТЕМПЕРАТУРНЫМ СТРЕСС-ФАКТОРАМ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА

С.Н. Евдокименко¹, Ф.Ф. Сазонов¹, доктора сельскохозяйственных наук,
А.А. Данилова¹, М.А. Подгаецкий¹, кандидаты сельскохозяйственных наук,
Н.В. Миронова², аспирант

¹Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства,
115598, Москва, ул. Загорьевская, 4

²Брянский государственный аграрный университет,
243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, 2а
E-mail: serge-evdokimenko@yandex.ru

Изложены результаты исследований зимостойкости сортов и отборных форм малины в полевых и лабораторных условиях во Всероссийском селекционно-технологическом институте садоводства и питомниководства и его Кокинском опорном пункте (Брянская область). Объектами исследований служили 20 сортов и 10 отборных форм малины различного генетико-географического происхождения. Основной целью работы было исследование устойчивости сортов и отборных форм малины к температурным стрессорам зимнего периода и выявление наиболее зимостойких генотипов. Установлена высокая полевая зимостойкость сортов Пересвет, Бальзам, Беглянка, Рубин Брянский и 9 отборных форм. При моделировании повреждающих зимних факторов выявлено, что сорта Гусар, Лазаревская, Вольница, Метеор и отборные формы 32-16-1, 1-15-1, 1-2-2, 6-12-2 хорошо переносят морозы -35°C в середине зимы. Надежной устойчивостью к III компоненту зимостойкости выделяются сорта Гусар, Метеор, Вольница и отборные формы 32-16-1, 1-4-2, 1-15-1, 1-2-2, 2-12-1. Среди изученного сортимента малины не выявлено генотипов с высоким уровнем устойчивости почек к IV компоненту зимостойкости.

RESISTANCE OF RASPBERRY CULTIVARS TO TEMPERATURE STRESS FACTORS OF THE WINTER PERIOD

Evdokimenko S.N.¹, Sazonov F.F.¹, Danilova A.A.,¹ Podgaetsky M.A.¹,
Mironova N.V.²

¹All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery, 115598, Moskva, ul. Zagoryevskaya, 4

²Bryansk State Agrarian University, 243365, Bryanskaya oblast, Vygonichskij rajon, s. Kokino, ul. Sovetskaya, 2a
E-mail: serge-evdokimenko@yandex.ru

The results of researches of winter hardiness cultivars and selected forms of raspberry in the field and laboratory conditions have been presented. The study was conducted in FSBSI All-Russia STIHNG and its Kokino Base Station (Bryansk region). The objects of research were 20 cultivars and 10 selected forms of raspberry of various genetic-geographical origin. The main purpose of the work was to study the resistance of cultivars and selected forms of raspberry to temperature stress factors of the winter period and the identification of the most winter-hardy genotypes. As a result, it was established that the cultivars Peresvet, Bal'zam, Beglyanka, Rubin Bryanski and nine selected forms showed high field winter hardiness. When modeling damaging winter factors, it was revealed, that the cultivars Gusar, Lazarevskaya, Vol'nitsa, Meteor and selected forms 32-16-1, 1-15-1, 1-2-2, 6-12-2 well tolerated frost -35°C in the middle of winter. The cultivars Gusar, Meteor, Vol'nitsa and selected forms 32-16-1, 1-4-2, 1-15-1, 1-2-2, 2-12-1 distinguished by reliable resistance to component III of winter hardiness. Among the studied raspberry assortment, the genotypes with a high level of bud resistance to IV component of winter hardiness were not revealed.

Ключевые слова: малина, сорт, зимостойкость, повреждение, компоненты зимостойкости, промораживание

Key words: raspberry, cultivar, winter hardiness, damage, components of winter hardiness, freezing

Реализация биологического потенциала продуктивности сельскохозяйственных культур, обусловленного генотипом растений, находится в прямой зависимости от уровня адаптации их к неблагоприятным факторам окружающей среды. Серьезным испытанием для многолетних плодовых и ягодных насаждений являются условия перезимовки. Практически ежегодно растения в разной степени страдают от стрессоров зимнего периода, снижают урожайность, а иногда и полностью погибают [1, 2]. При этом экономический ущерб от зимних повреждений не ограничивается одним годом, а ощущается в течение нескольких лет [3].

Накопленный исследователями фактический материал свидетельствует о том, что в средней зоне садоводства РФ главным зимним повреждающим фактором служит температурный стресс [4-6]. К настоящему времени у садовых культур установлены

границы морозоустойчивости по каждому из компонентов, которые зачастую не гарантируют нормальную перезимовку в циклично повторяющиеся неблагоприятные годы [7].

Известно, что надземная часть малины довольно чувствительна к низким зимним температурам. Для многих высокопродуктивных сортов морозы -27-30 °C бывают губительными [8,9]. Морозоустойчивость этой культуры не постоянна, она заметно снижается в бесснежные зимы и особенно уязвима к длительным январско-февральским оттепелям [10]. При этом отмечается высокий уровень устойчивости малины по I компоненту зимостойкости [11].

Целью настоящей работы было изучение устойчивости сортов и форм малины к температурным стресс-факторам зимнего периода и выявление наиболее зимостойких генотипов.

Методика. Полевую оценку зимостойкости малины проводили на коллекционных участках Кокинского опорного пункта Всероссийского селекционно-технологического института садоводства и питомниководства – ВСТИСП (Брянская область) в 2014-2016 гг. в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [12]. Объектами исследований служили 20 сортов малины различного генетико-географического происхождения и 10 отборных форм собственной селекции. При выращивании малины использовали общепринятую технологию в Центральном регионе РФ с установкой шпалеры и без укрытия стеблей на зиму. Схема посадки – 3,0x0,5 м.

Искусственное промораживание стеблей малины (по II, III и IV компонентам) проводили в Центре генетики, селекции и интродукции садовых культур ВСТИСП (Москва) в климатической камере ТН-6 JEIO ТЕСН зимой 2014/15 и 2015/16 гг. по методике Г.А. Гоголевой, М.М. Тюриной и др. [13]. Объектом изучения были стебли 14 генотипов. Использовали следующие режимы: II компонент – закалка при -5 и -10 °С по 3-е суток, промораживание при -35 °С в два срока (декабре и январе), скорость снижения и оттаивания – 5 °С/ч, экспозиция промораживания – 18 часов; III компонент – оттепель 4 °С продолжительностью 7 дней, промораживание при -22 °С в два срока (январь и февраль); IV компонент – оттепель 4 °С в течение 7 дней, повторная закалка при -5 и -10 °С по 3-е суток, промораживание при -30 °С в III декаде февраля.

Степень повреждения определяли визуально на поперечных срезах под бинокулярной лупой МБС-10 по естественному побурению тканей. Поскольку кора, камбий и древесина имели несущественные повреждения морозом, то для их оценки использовали показатель суммарной степени повреждений. Уровень подмерзаний оценивали по интенсивности естественного побурения тканей и почек: 0 баллов – без повреждений, 5 – полная гибель. Экспериментальные данные обработаны методом дисперсионного анализа с использованием программного обеспечения STAT.

Результаты и обсуждение. По данным погодных условий последних 10 лет, в начале зимы температура воздуха на экспериментальных участках не опускалась ниже -15,5 °С. В середине зимы (-27,0... -27,3 °С) минимальная температура отмечена дважды: в конце декабря 2012 г. и в январе 2014 г. При этом на поверхности снега она достигала -31,2...-32,0 °С. На территории Брянской области ежегодно наблюдаются оттепели. По данным метеостанции Брянского ГАУ, наибольшее количество дней (33-43) с положительными температурами было в зимы 2006/2007, 2013/2014, 2014/2015 и 2015/2016 гг. Трижды за десятилетие после длительных оттепелей температура воздуха снижалась до -23,0... -26 °С. Таким образом, краткий анализ погодных условий свидетельствует об актуальности II, III и IV компонентов зимостойкости для юго-запада Нечерноземья.

Оценка зимостойкости стеблей 30-ти генотипов малины в полевых условиях выявила их сильную изменчивость как между сортами, так и по годам исследований (табл.). Наиболее неблагоприятными для перезимовки сложились условия 2013/2014 гг., когда после декабрьско-январской оттепели на три недели установилась холодная погода (до -26...-32 °С). Весной 2014 г. все изучаемые сорта и формы малины имели максимальные повреждения морозом за период наблюдений. Слабозимостойкими (устойчивость – 1,5-1,7 баллов) оказались зарубежные сорта Glen

Зимостойкость сортов и форм малины

Сорт, форма	Устойчивость к зимним стресс-факторам, балл			
	2013-2014 гг.	2014-2015 гг.	2015-2016 гг.	Хср.
Желтый гигант	1,6	2,0	2,5	2,0
Newburg	1,7	2,0	2,5	2,1
Glen Magna	1,5	2,2	3,0	2,2
Изобильная	1,5	2,7	3,0	2,4
Glen Ample	1,5	2,5	3,7	2,5
Cowichan	2,0	2,5	3,5	2,7
Tulameen	2,0	3,5	4,0	3,1
Lazka	2,5	3,5	4,0	3,3
1-2-2	3,0	4,5	4,0	3,8
Мария	3,6	4,0	4,0	3,9
Лазаревская	3,7	4,1	4,0	3,9
Шоша	3,5	4,0	4,5	4,0
Метеор	3,5	4,3	4,2	4,0
Феномен	3,5	4,0	4,5	4,0
Вольница	3,8	3,8	4,5	4,0
6-12-2	4,5	3,0	4,5	4,0
Гусар	3,5	4,2	4,5	4,1
Скромница	3,7	4,5	4,5	4,2
32-16-1	4,0	4,0	4,5	4,2
2-12-1	4,0	4,0	4,5	4,2
Бальзам	4,1	4,5	4,5	4,3
1-4-2	4,1	4,5	4,5	4,3
6-2-3	4,2	4,0	4,7	4,3
Пересвет	4,0	4,2	5,0	4,4
Беглянка	4,1	4,8	4,4	4,4
1-15-1	4,1	4,5	4,7	4,4
Рубин Брянский	4,2	4,5	4,5	4,4
1-126-1	4,0	5,0	5,0	4,7
1-4-4	4,0	5,0	5,0	4,7
6-125-1	4,0	5,0	5,0	4,7
HCP ₀₅	0,63	0,59	0,45	-

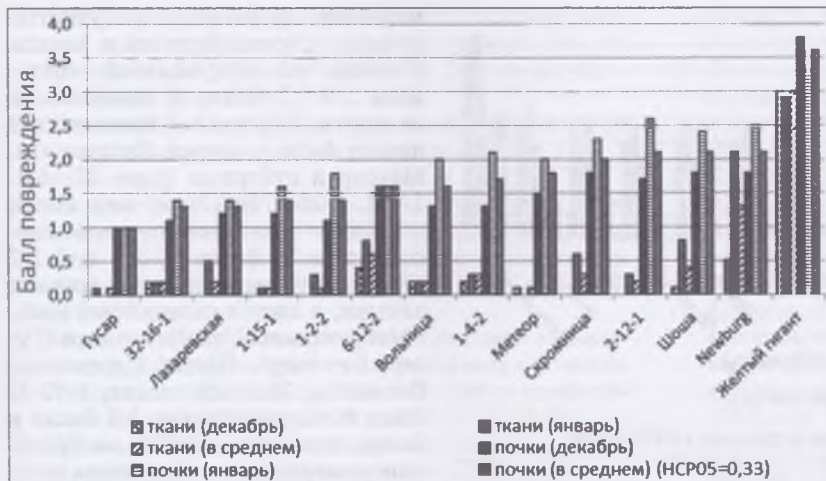


Рис. 1. Уровень повреждений стеблей малины (II компонент, -35 °C), балл.

Magna, Glen Ample, Newburg и отечественные крупноплодные сорта с геном *L*, Изобильная и Желтый гигант. У растений этих сортов отмечены вымерзание до 2/3 высоты стебля и практически полное отсутствие урожая.

Средний уровень зимостойкости проявили сорта Cowichan, Tulameen и Lazka. Несмотря на значительные зимние повреждения (до 2,5-3,0 баллов), вследствие регенерационной способности они хорошо восстанавливались и формировали небольшой урожай плодов. В группу зимостойких сортов с повреждениями 1,2-2,0 балла отнесены Вольница, Скромница, Мария, Гусар, Лазаревская и другие. У них отмечена гибель до 20% почек в верхней и нижней частях стебля, что несущественно сказалось на продуктивности. Высокую зимостойкость в этих неблагоприятных условиях проявили 13 образцов или 43% изученного сортифта. В их число вошли сорта Пересвет, Бальзам, Беглянка, Рубин Брянский и 9 отборных форм. Основными поражениями у них было подмерзание верхушек стеблей, что не отразилось на урожайности.

Зимы 2014/2015 и 2015/2016 гг. были благоприятными для перезимовки надземной системы малины. Минимальные температуры не опускались ниже -20,5...-21,0 °C, а после продолжительных оттепелей – ниже -16 °C. В этих условиях большинство образцов не имело подмерзаний или их уровень был незначительный. Вместе с тем сорта Glen Magna, Glen Ample, Newburg, Cowichan, Изобильная и Желтый гигант подмерзали на 2,5-3,0 балла.

Оценка зимостойкости полевым методом позволяет выделить наиболее устойчивые генотипы только в аномально суровые годы. Среднее значение показателя за ряд лет исследований, особенно с мягкими зимами, искажает истинный уровень зимостойкости. Следовательно, дифференциацию сортов по уровню устойчивости к температурным стресс-факторам зимнего периода необходимо проводить в годы с максимальными повреждениями.

В полевых и лабораторных условиях установлено, что морфологически разные части стебля малины имеют неодинаковую устойчивость к морозам. Как правило, наибольшие повреждения тканей и органов наблюдаются в нижней и верхней частях стебля, а в средней – максимальная устойчивость. Это обусловлено тем, что нижняя треть стеблей всегда находится в менее

комфортных условиях перезимовки, часто имеет кольцевые или секторальные поражения дидимеллой, трещины, повреждения личинками малинового комарика, а морфологически верхняя часть не успевает вызреть из-за затяжного роста. Более устойчивы к отрицательным температурам ткани (кора, камбий, древесина), чем почки. Особенно чувствителен к морозу проводящий сосудисто-волокнистый пучок.

При характеристике зимостойкости сорта обычно указывают уровень устойчивости к минимальным морозам в закаленном состоянии в данном ареале возделывания. Моделирование зимних повреждающих факторов II компонента зимостойкости в лабораторных условиях позволило нам установить, что мороз -35 °C в середине зимы при нормальной закалке не является критическим для тканей стеблей малины абсолютного большинства изучаемых сортов. Степень их подмерзаний варьировала от 0,1 до 0,6 баллов (рис. 1). Исключение составил лишь сорт Желтый гигант с повреждениями сильнее до 3,0 баллов. Однако при такой температуре хорошо проявилась разница в повреждении почек, амплитуда которой варьировала от 1,0 балла у сорта Гусар до 3,6 баллов у сорта Желтый гигант. В группу относительно зимостойких сортов по II компоненту вошли сорта Гусар, Лазаревская, Вольница, Метеор и отборные формы 32-16-1, 1-15-1, 1-2-2, 6-12-2.

Промораживание стеблей малины в два срока (в 3-й декаде декабря и через месяц) выявило заметное снижение устойчивости к минимальным температурам к концу января. Больше других теряли устойчивость (на 0,7-0,9 баллов) сорта Вольница, Newburg и отборные формы 1-2-2, 1-4-2, 2-12-1.

Результаты лабораторных исследований по II компоненту зимостойкости согласуются с данными полевых наблюдений после зимы 2013-2014 гг. Исключение составила лишь форма 1-2-2, у которой в полевых условиях морозы -32 °C вызвали более сильные подмерзания почек, чем мороз -35 °C в контролируемых условиях, что, вероятно, связано с наложением других неблагоприятных факторов перезимовки.

Высокая потенциальная морозостойкость сорта утрачивает значение, если он не способен сохранить ее в период оттепелей. По сообщению М.М. Тюриной и И.М. Куликова [14], оттепели до 2 °C в середине зимы продолжительностью 5-10 дней не снижают уровень устойчивости растений к морозам. Однако в последнее десятилетие в зимний период неоднократно отмечалось длительное потепление воздуха до 5,4-7,8 °C. При этом оттепели становятся все более частыми и продолжительными [15]. Анализ результатов воздействия мороза -22 °C после недельной оттепели 4°C показал, что эта температура не является пределом для установления границы морозоустойчивости сортов малины по III компоненту. Вместе с тем среди сортифта не обнаружено ни одного генотипа без признаков подмерзания. Более того, практически у всех образцов встречались почки с повреждениями 2,0-3,0 балла. Существенные подмерзания тканей и необратимые повреждения почек наблюдали только у сорта Желтый гигант. В целом за два года исследова-

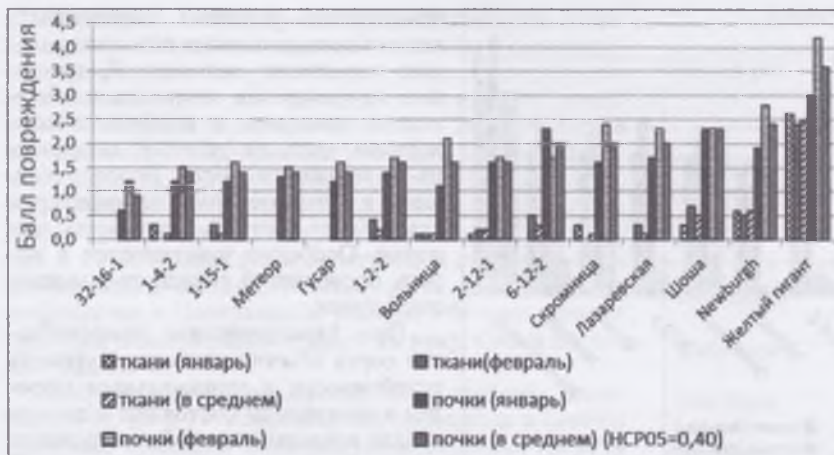


Рис. 2. Уровень повреждений тканей и органов стеблей малины после оттепели (III компонент, -22 °С), балл.

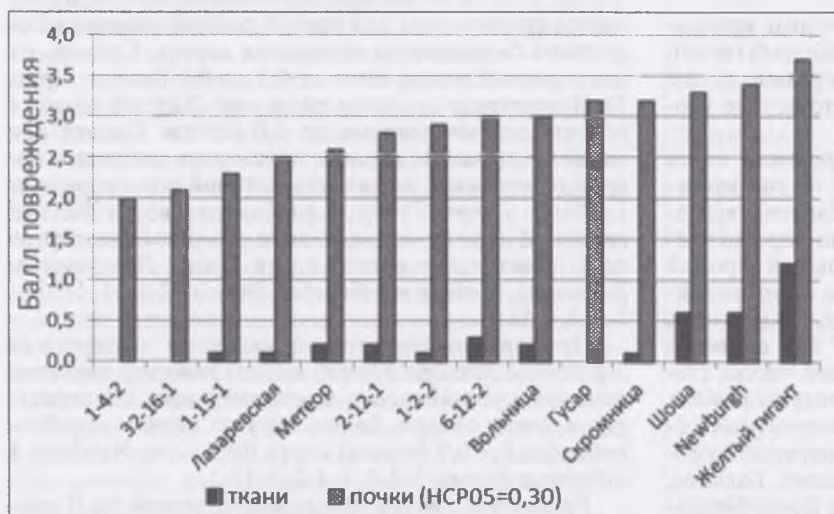


Рис. 3. Уровень повреждений тканей и органов стеблей малины после повторной закалки (IV компонент, -30 °С), балл.

ний надежную устойчивость к III компоненту зимостойкости проявили сорта Гусар, Метеор, Вольница и отборные формы 32-16-1, 1-4-2, 1-15-1, 1-2-2, 2-12-1 (рис. 2).

Моделирование повреждающих факторов оттепели и последующих морозов до -22 °С без повторной закалки в середине января и середине февраля позволило установить, что у изученных сортообразцов в январе уровень устойчивости почек выше, чем в феврале. В фазе вынужденного покоя быстро теряют закалку после оттепели сорта Вольница, Желтый гигант, Скромница и Newburgh. За неполный месяц их устойчивость снизилась на 0,8-1,0 балл.

Снижение температуры после теплого периода обычно происходит постепенно, что может способствовать повторной закалке и частичному восстановлению морозостойкости. Оценка сортифта малины в лабораторных условиях выявила высокий уровень морозостойкости коры, камбия и древесины к IV компоненту. Наибольшее подмерзание тканей отмечено у сорта Желтый гигант, но не более 1,2 балла (рис. 3).

Чувствительными к возвратному морозу -30 °С оказались почки малины, у которых наблюдали под-

мерзание проводящих сосудистых пучков, оснований почек и апекса. Степень их повреждений составила 2,0-3,7 балла в зависимости от сорта. Обратимые изменения в почках были у сортов Лазаревская, Метеор и отборных форм 32-16-1, 1-4-2, 1-15-1, при этом они имели хорошую восстановительную способность. У форм 2-12-1 и 1-2-2 сильно подмерзли генеративные зачатки, а листья развивались удовлетворительно. Семь генотипов (Гусар, Newburgh, Шоша, Скромница, Вольница, Желтый гигант, 6-12-2) были с повреждениями 3,0 балла и более, что приводило к необратимым последствиям. Недельная оттепель (4 °С) в середине февраля вызывала у них активизацию ростовых процессов почек, которые были не способны к повторной закалке, что и приводило к таким существенным подмерзаниям.

Изучение зимостойкости в моделируемых условиях подтвердило устойчивость сортов Гусар, Вольница, Лазаревская, Метеор селекции ВСТИСП ко II и III компонентам. Эти сорта пригодны для дальнейшей селекции на повышение адаптации, а также широкого промышленного возделывания.

Таким образом, на основании исследований можно сделать следующие выводы. Высокую полевую зимостойкость в условиях Брянской области проявляют сорта Пересвет, Бальзам, Беглянка, Рубин Брянский, отборные формы 1-4-4, 6-125-1, 1-15-1 и другие.

Моделируемые температуры промораживания (-35 °С по II компоненту; -22 °С по III компоненту и -30 °С по IV компоненту) не являются критическими для коры, камбия и древесины стеблей малины большинства изученных образцов. В этих условиях надежную устойчивость почек ко II компоненту зимостойкости проявляют сорта Гусар, Лазаревская и отборные формы 32-16-1, 1-15-1, 6-12-2; к III компоненту – сорта Гусар, Метеор, Вольница и формы 32-16-1, 1-4-2, 1-15-1, 1-2-2, 2-12-1.

Среди изученного сортифта малины не выявлено генотипов с высоким уровнем устойчивости почек к IV компоненту зимостойкости. Обратимые изменения в почках наблюдали у сортов Лазаревская, Метеор и отборных форм 32-16-1, 1-4-2, 1-15-1.

Созданные отборные формы 32-16-1, 1-15-1, 1-4-2 превосходят по уровню зимостойкости стандартный сортифт малины, что свидетельствует о реальной возможности увеличения селекционным путем этого важного адаптационного показателя.

Литература

1. Резаякова Е.С., Горюшкина Е.С. Зимостойкость груши в условиях Центрально-черноземного региона // Научный журнал молодых ученых. – 2018. – № 2 (11). – С. 30-32.

2. Dai Hanping, Liu Siwen and Xiao Du. Botanical traits and cold hardiness of interspecific hybrids between European and Chinese raspberries. // *Acta Hort.* – 2016. – 1133. – 61-66.
3. Кичина В.В. Селекция плодовых и ягодных культур на высокий уровень зимостойкости. – М., 1999 – 126 с.
4. Ожерельева З.Е., Резвякова С.В., Трунова В.А. Изучение зимостойкости плодовых культур // *Состояние и перспективы селекции и сорторазведения плодовых культур.* – Орел: ВНИИСПК, 2005. – С. 249-253.
5. Марченко Л.А., Пишихачева З.У. Селекция земляники на продуктивность и зимостойкость в условиях Нечернозёмной зоны // *Плодоводство и ягодоводство России.* – 2011. – Т. 28. – № 2. – С. 60-70.
6. Эчедеи Й.Й. Влияние меняющегося климата на зимостойкость садовых растений // *Плодоводство и ягодоводство России.* – 2006. – Т.17. – С. 139-150.
7. Кичина В.В. Принципы улучшения садовых растений. М.: ВСТИСП Россельхозакадемии, 2011. – 528 с.
8. Жидехина Т.В. Зимостойкость почек малины в период вынужденного покоя в Черноземье // *Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля.* – Челябинск, 2016. – С. 122-127.
9. Black, B.L., Lindstrom, T., Hunter, B., Olsen, S., Heflebower, R., Alston, D.G., Maughan, T. Adaptability of Floricane-fruiting Raspberry Cultivars to a High elevation Arid Climate. // *Journal of the American Pomological society.* – 2015. – V.69. – P. 74-83.
10. Евдокименко С.Н., Подгаецкий М.А., Данилова А.А., Миронова Н.В. Морозостойкость стеблей малины во время оттепели // *Плодоводство и ягодоводство России.* – 2017. – Т. 49. – С. 100-104.
11. Богомолова Н.И., Ожерельева З.Е. Адаптивный потенциал малины красной к повреждающим факторам зимнего периода в полевых и контролируемых условиях центральной России // *Современное садоводство.* – 2016. – № 4 (20). – С. 40-52.
12. Казаков И.В., Грюнер Л.А., Кичина В.В. Малина, ежевика и их гибриды // *Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова.* – Орел: ВНИИСПК, 1999. – С. 374-395.
13. Определение устойчивости плодовых и ягодных культур к стрессорам холодного времени года в полевых и контролируемых условиях / М.М. Тюрина [и др.]. *Методические указания.* – М., 2002. – 120 с.
14. Тюрина М.М., Куликов И.М. Методика оценки зимостойкости плодовых и ягодных растений в контролируемых условиях // *Плодоводство и ягодоводство России.* – 2006. – Т. 16. – С. 11-17.
15. Резвякова С.В. Экологическое обоснование выбора режимов искусственного промораживания плодово-ягодных культур в условиях ЦЧР // *Вестник Орловского государственного аграрного университета.* – 2011. – Т. 30. – № 3. – С. 26-28.

Поступила в редакцию 20.03.19

После доработки 15.04.19

Принята к публикации 30.05.19