

УДК 581. : 576.5 : 634.224

UDC 581. : 576.5 : 634.224

**АДАПТАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ  
СОРТОВ ЯБЛОНИ  
К ГИДРОТЕРМИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ  
ЗИМНЕГО И ЛЕТНЕГО ПЕРИОДОВ\***

**ADAPTIVE RESISTANCE  
OF APPLE VARIETIES  
TO HYDROTHERMAL CONDITIONS  
OF WINTER AND SUMMER**

Ненько Наталия Ивановна  
д-р с.-х. наук, профессор  
зав. лабораторией физиологии  
и биохимии растений  
e-mail: [nenko.nataliya@yandex.ru](mailto:nenko.nataliya@yandex.ru)

Nenko Natalia  
Dr. Sci. Agr., Professor  
Head of Laboratory of Physiology  
and Biochemistry of Plants  
e-mail: [nenko.nataliya@yandex.ru](mailto:nenko.nataliya@yandex.ru)

Киселева Галина Константиновна  
канд. биол. наук, доцент  
ст. научный сотрудник  
лаборатории физиологии  
и биохимии растений  
e-mail: [galina-kiseleva-1960@mail.ru](mailto:galina-kiseleva-1960@mail.ru)

Kiseleva Galina  
Cand. Biol. Sci., Docent  
Senior Research Associate  
of Laboratory of Physiology  
and Biochemistry of Plants  
e-mail: [galina-kiseleva-1960@mail.ru](mailto:galina-kiseleva-1960@mail.ru)

Шестакова Вера Владимировна  
канд. с.-х. наук  
научный сотрудник  
лаборатории физиологии  
и биохимии растений  
e-mail: [shestakova-vv@mail.ru](mailto:shestakova-vv@mail.ru)

Shestakova Vera  
Cand. Agr. Sci.  
Research Associate  
of Laboratory of Physiology  
and Biochemistry of Plants  
e-mail: [shestakova-vv@mail.ru](mailto:shestakova-vv@mail.ru)

Караваева Алла Витальевна  
младший научный сотрудник  
лаборатории физиологии  
и биохимии растений

Karavaeva Alla  
Junior Research Associate  
of Laboratory of Physiology  
and Biochemistry of Plants

Ульяновская Елена Владимировна  
д-р с.-х. наук  
зав. лабораторией сортоизучения  
и селекции садовых культур  
e-mail: [ulyanovskaya\\_e@mail.ru](mailto:ulyanovskaya_e@mail.ru)

Ulyanovskaya Elena  
Dr. Sci. Agr.  
Head of Laboratory of Variety study  
and Breeding of Garden crops  
e-mail: [ulyanovskaya\\_e@mail.ru](mailto:ulyanovskaya_e@mail.ru)

*Федеральное государственное  
бюджетное научное учреждение  
«Северо-Кавказский зональный  
научно-исследовательский институт  
садоводства и виноградарства»,  
Краснодар, Россия*

*Federal State Budgetary  
Scientific Institution  
"North Caucasian Regional  
Research Institute  
of Horticulture and Viticulture",  
Krasnodar, Russia*

В статье рассматриваются вопросы  
адаптивной устойчивости сортов яблони

The questions of adaptative resistance  
of apple-tree varieties of various

---

\* Поддержано грантом №16-44-230077 р\_юг\_а Российского фонда фундаментальных исследований и администрации Краснодарского края.

различного эколого-географического происхождения к гидротермическим условиям зимнего и летнего вегетационных периодов развития растений в Северо-Кавказском регионе России. В ходе проводимых исследований получены сравнительные данные, характеризующие физиологическое состояние растений яблони изучаемых сортов в зимний и летний периоды 2013-2016 гг. В работе использованы современные физиолого-биохимические и анатомо-морфологические методы исследования с применением высокоэффективного аналитического оборудования. Отмечено, что триплоидные сорта яблони Союз и Родничок отечественной селекции, а также диплоидные сорта Айдаред (США) и Прикубанское (отечественной селекции) в зимний период по физиолого-биохимическим параметрам проявляют себя как высокозимостойкие, в сравнении с другими изучаемыми сортами. Показано, что биохимическая адаптация сортов яблони к низкотемпературному стрессу достигается за счет синтеза повышенного количества пролина, сахарозы, фенолкарбоновых, хлорогеновой, абсцизовой кислот и пероксидазы. Установлено, что в летний вегетационный период 2013-2016 гг. триплоидные сорта яблони Союз и Родничок, а также диплоидный сорт Прикубанское (все отечественной селекции) обладают лучшей способностью адаптироваться к высокотемпературному стрессу и засухе, по сравнению с остальными изучаемыми сортами. В листовом аппарате этих сортов яблони в условиях летних экстремальных температур накапливается больше связанной формы воды, пролина, сахарозы и АБК, выполняющих протекторную функцию. Выявленные в процессе исследований адаптационные особенности растений доказывают необходимость использования потенциальных возможностей отечественных сортов яблони в селекционном процессе

ecological-geographical origin to hydrothermal conditions of the winter and summer periods of plants development in the North Caucasian region of Russia are considered in the article. In the process of carried out research the comparative data characterized a physiological condition of apple-tree studied varieties during the winter and summer periods of 2013-2016 are obtained. The modern physiological-biochemical and anatomical-morphological methods of research with use of highly effective analytical equipment are used in the work. It is noted that tree ploidy apple varieties of the Souys and the Rodnichok of native breeding, and also the diploidy varieties of the Aйдared (USA) and Precubanskoye (native breeding) in a winter time on physiological and biochemical parameters show themselves as high winter-hardy, in comparison with others studied varieties. It is shown that biochemical adaptation of apple varieties to a low-temperature stress is reached due to synthesis of the increased amount of proline, sucrose, the phenolcarbonic, chlorogenic, ABA acids and peroxidase. It is established that during the summer vegetative period of 2013-2016 the tree ploidy apple varieties of the Soues and the Rodnichok, and also the diploidy of Precubanskoye (all varieties of native breeding) have the best ability to adapt to a high-temperature stress and a drought, in comparison with other studied varieties. In the leaves of these apple varieties under the condition of summer extremal temperatures it is accumulated, more form of water, proline, sucrose and ABA, made the protective function, are accumulated. The adaptation features of plants revealed in the course of the research prove the necessity of use of potential opportunities of native apple varieties for breeding process as sources

как источников признаков зимостойкости и засухоустойчивости.

of signs of winter hardiness and drought resistance.

*Ключевые слова:* ЯБЛОНЯ, СОРТ, ПЛОИДНОСТЬ, ЗИМОСТОЙКОСТЬ, ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ, ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

*Key words:* APPLE-TREE, VARIETY, PLOIDY, WINTER HARDINESS, DROUGHT RESISTANCE, PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL INDICATORS

**Введение.** Гидротермические условия являются наиболее важными из факторов, регулирующих процессы роста и развития растений. Оптимальные влагообеспеченность, температура воздуха и почвы способствуют получению стабильных высоких урожаев плодовых культур.

Природно-климатические условия Северо-Кавказского региона России благоприятствуют возделыванию высококачественных плодов яблони, в то же время неблагоприятные факторы внешней среды (экстремальные температуры зимнего и летнего периодов, зимние морозы, летние засухи) в отдельные годы приносят значительный ущерб садовым насаждениям. Поэтому только сорта, сочетающие высокое качество с адаптированностью к условиям Краснодарского края, могут с успехом возделываться здесь в достаточно широких масштабах [1-3].

Повышение устойчивости к неблагоприятным условиям среды обитания плодовых растений возможно лишь на основе глубокого изучения их физиолого-биохимических особенностей [4-6].

Цель настоящей работы – определить физиолого-биохимические показатели устойчивости сортов яблони различного эколого-географического происхождения к гидротермическим условиям зимнего и летнего периодов Северо-Кавказского региона России.

**Объекты и методы исследований.** Исследования проводили в 2013-2016 гг. на базе ЗАО ОПХ «Центральное», ФГБНУ СКЗНИИСиВ, г. Краснодар. Объектами исследований служили сорта яблони различного

происхождения: Айдаред (США), Лигол (Польша), Прикубанское (Россия, СКЗНИИСиВ) 2010 г. посадки на подвое СК 4 при схеме посадки 0,9х4,5; сорта Рассвет (2п=2х), Фортуна (2п=2х), Союз (2п=3х), Родничок (2п=3х) (Россия, СКЗНИИСиВ) 2000 г. посадки на подвое М 9 при схеме посадки 2х5; сорта Эрли Мак (2п=2х) (США), Дейтон (2п=2х) (США) 1998 г. посадки на подвое М 9 при схеме посадки 2х5.

В работе использованы современные высокоточные физиолого-биохимические методы исследования водного обмена, определения содержания хлорофилла (а+б), каротиноидов, фенолкарбоновых, органических, абсцизовой, индолилуксусной кислот, антоцианов, халконов, малонового диальдегида, пролина, сахарозы, активности пероксидазы с применением высокоэффективного аналитического оборудования ЦКП «Приборно-аналитический» и лаборатории физиологии и биохимии растений СКЗНИИСиВ [7-10].

Микрообъекты растительных образцов изучали и фотографировали согласно методике с помощью микроскопа «Olympus» ВХ 41 [11]. Полученные данные обрабатывали с помощью общепринятых методов вариационной статистики [12].

**Обсуждение результатов.** В период 2013-2016 гг. на территории г. Краснодара в декабре отмечалось увеличение средней температуры воздуха на 3,6 °С, количество выпавших осадков составляло 53-70,8 мм.

В январе отмечался рост максимальной температуры воздуха на 5,6 °С, а минимальная температура снизилась на 5°С, перепад температур составил 38 °С на фоне увеличения количества выпавших осадков на 11 мм. В феврале средняя температура воздуха повысилась на 4,5 °С, вследствие роста минимальной температуры воздуха на 12,9 °С, количество осадков увеличилось на 32,3 мм (рис. 1).

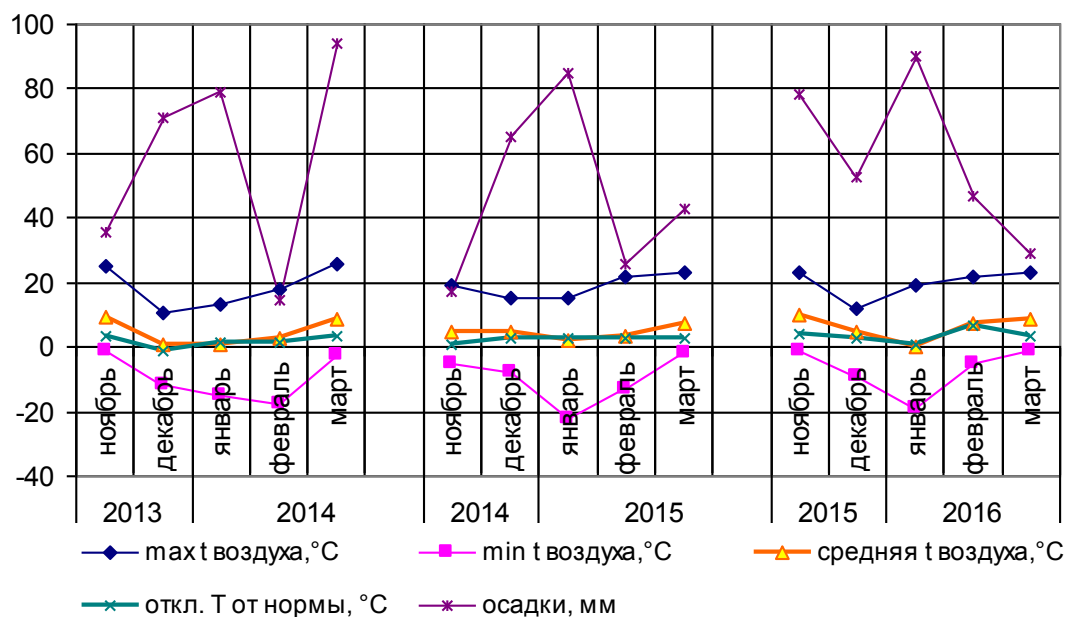


Рис. 1. Характеристика гидротермических условий зимнего периода 2013-2016 гг., г. Краснодар

Важными показателями, которые необходимо учитывать при оценке степени устойчивости сортов, являются показатели водного режима растений [13]. В зимний период 2010-2016 гг. выявлены различия по оводненности тканей побегов у сортов яблони различного эколого-географического происхождения. Оценка влияния гидротермических условий на оводненность побегов яблони показала, что у сорта Айдаред этот показатель в большей мере зависит от максимальной температуры воздуха ( $K_{коррел.} = 0,83$ ), у сорта Прикубанское – от количества выпавших осадков ( $K_{коррел.} = 0,89$ ), у сорта Лигол – от средней температуры воздуха ( $K_{коррел.} = 0,71-0,73$ ) (рис. 2).

В феврале 2016 г., по сравнению с декабрем 2015 г., у сортов яблони Айдаред, Лигол и Прикубанское оводненность побегов изменилась несущественно, у остальных изучаемых сортов она повысилась на 53,7-169,4 %, при этом содержание свободной формы воды у сорта Айдаред снизилось на 17,7 %, у всех остальных изучаемых сортов – повысилось на 13,9-60,3 %, что свидетельствует об активации у них интенсивности обменных процессов (рис. 3).

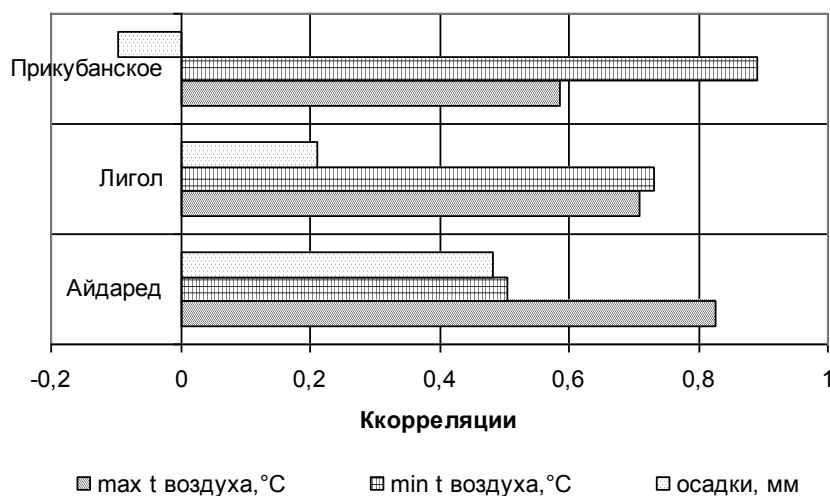


Рис. 2. Зависимость содержания общей воды в побегах яблони от гидротермических условий, декабрь 2013-2015 гг.

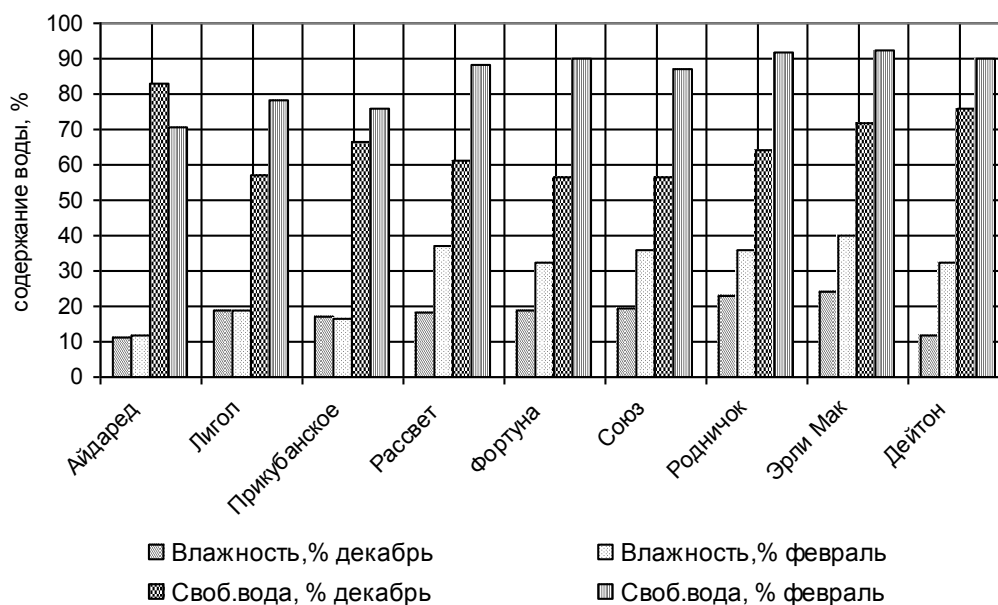


Рис. 3. Водный режим побегов яблони, февраль 2016 г.

Динамика содержания связанной формы воды и таких стресс-протекторов, как пролин и сахароза, показала, что в декабре 2012 – 2015 гг. устойчивость растений яблони сорта Айдаред в большей мере определяется содержанием сахарозы ( $K_{коррел.} = 0,89$ ), а сорта Прикубанское – количеством пролина ( $K_{коррел.} = 1,0$ ).

У яблони сорта Лигол в поддержании водного баланса растения принимают участие как пролин, так и сахароза, однако связь между содержанием связанной воды с указанными осмопротекторами невелика ( $K_{коррел.} = 0,55$  и  $0,61$ ) (рис. 4).

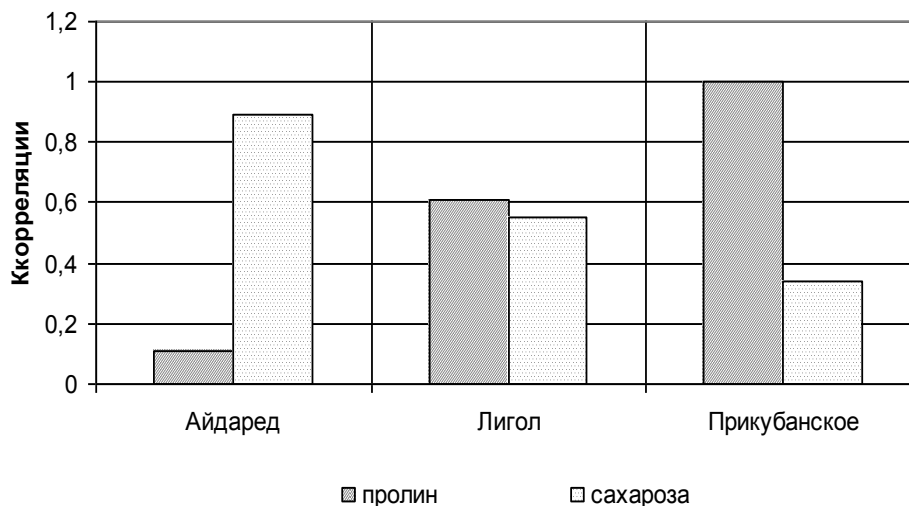


Рис. 4. Влияние стресс-протекторов на содержание связанной формы воды в побегах яблони

Полученные данные согласуются с оводненностью побегов. Сорт Прикубанское, в сравнении с сортами Айдаред и Лигол, имел самую низкую оводненность. При промораживании у сортов Айдаред и Прикубанское увеличивается отношение содержания связанной воды к свободной, а у сорта Лигол – уменьшается. При этом у сортов Айдаред и Прикубанское повышается содержание пролина в 1,7 и 1,2 раза, соответственно, а у сорта Лигол этот показатель изменяется незначительно. У сортов Айдаред и Лигол содержание сахарозы снижается в 1,9 и 2,2 раза, соответственно, у сорта Прикубанское – на 63 %.

Установлена обратная корреляционная зависимость между содержанием связанной формы воды в побегах яблони после промораживания в камере и содержанием в них сахарозы ( $K_{коррел.} = -1$ ) и пролина ( $K_{коррел.} = -0,85$ ) до промораживания, что свидетельствует об образовании осмопротекторных белков.



Изучение зависимости между изменением содержания связанной формы воды, сахарозы, пролина, фенолкарбоновых кислот, суммы катионов в декабре 2012-2015 гг. при промораживании показало, что наибольший коэффициент корреляции наблюдается между содержанием связанной формы воды и содержанием пролина ( $K_{\text{коррел.}} = 0,97$ ), антоцианов (0,92), халконов ( $K_{\text{коррел.}} = 1,0$ ), что связано с ингибированием свободно-радикальных процессов при окислительном стрессе, и количеством катионов ( $K_{\text{коррел.}} = -1,0$ ), характеризующим изменение проницаемости клеточных мембран. Получены данные о большей устойчивости сорта Прикубанское к низкотемпературному стрессу при промораживании побегов.

У всех изучаемых сортов яблони в феврале 2016 г увеличивается содержание фенолкарбоновых кислот, выполняющих стресс-протекторную функцию, а также повышается активность пероксидазы, разрушающей перекисные соединения, уменьшается содержание ингибитора роста АБК (в сравнении с декабрем 2015 г.) (рис. 5, 6).

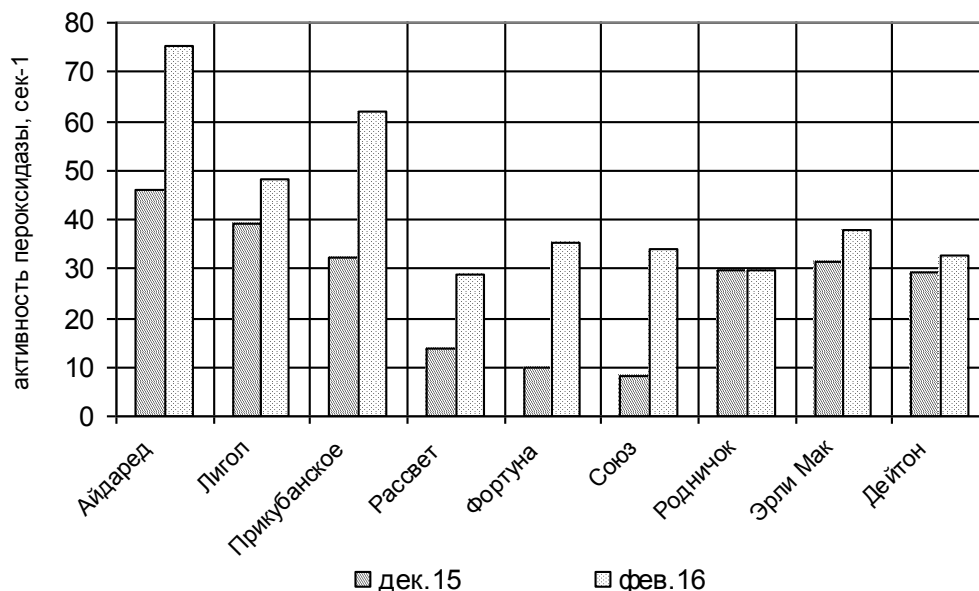


Рис. 5. Активность пероксидазы в побегах яблони, декабрь 2015-февраль 2016 г.



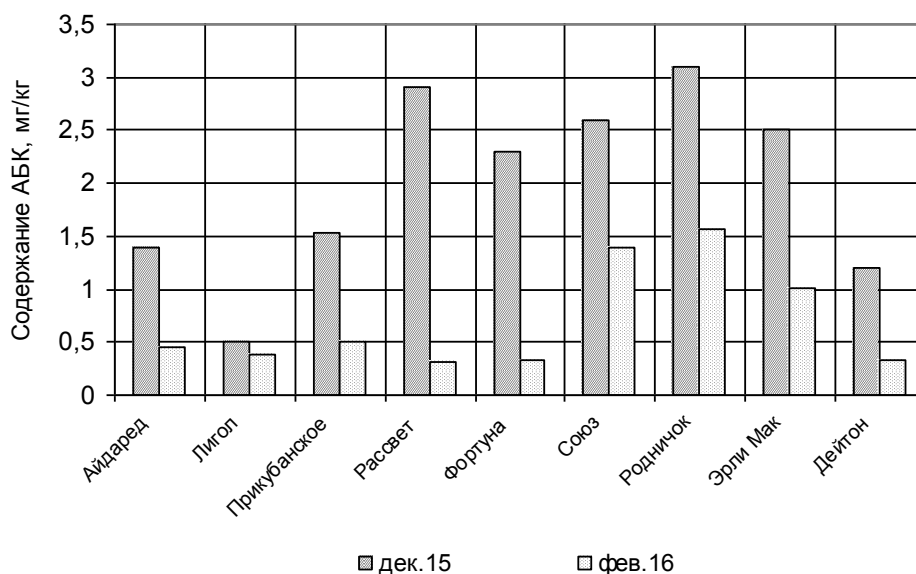


Рис. 6. Содержание абсцизовой кислоты в побегах яблони, декабрь 2015-февраль 2016 г.

Анатомо-морфологическое исследование плодовых почек на годичном приросте показало, что они находятся в состоянии вынужденного зимнего покоя. Известно, что для морозостойких сортов плодовых культур характерен быстрый гидролиз крахмала уже с начала зимы. У недостаточно морозостойких сортов гидролиз крахмала задерживается [14].

У триплоидных сортов яблони Союз и Родничок содержание крахмала в зоне мелкоклеточной сердцевины побега существенно снизилось, вследствие его гидролиза, и составляло 4,4 и 4,3 балла соответственно. Отмечено, что у диплоидных сортов гидролиз крахмала задерживается, его количество варьировало от 4,4 до 4,6 балла.

Так, у диплоидных сортов Рассвет, Эрли Мак, Айдаред, Прикубанское содержание крахмала в зоне мелкоклеточной сердцевины побега составляло 4,6 балла, у сорта Фортуна – 4,5 балла, что характеризует его как зимостойкий, у диплоидных сортов Дейтон, Лигол – 4,4 балла (среднезимостойкие сорта). Таким образом, триплоидные сорта Союз и Родничок, а также сорта Айдаред и Прикубанское в условиях февраля 2016 г. по физиолого-биохимическим и гистохимическим данным проявили себя как высокозимостойкие.

За анализируемый летний период 2013-2016 гг. на территории г. Краснодара в июле и августе 2014 г температура воздуха достигала  $35 \div 37^\circ \text{C}$ , в 2015 г. –  $39 \div 38^\circ \text{C}$  и в 2016 г. –  $37^\circ \text{C}$  (рис. 7).

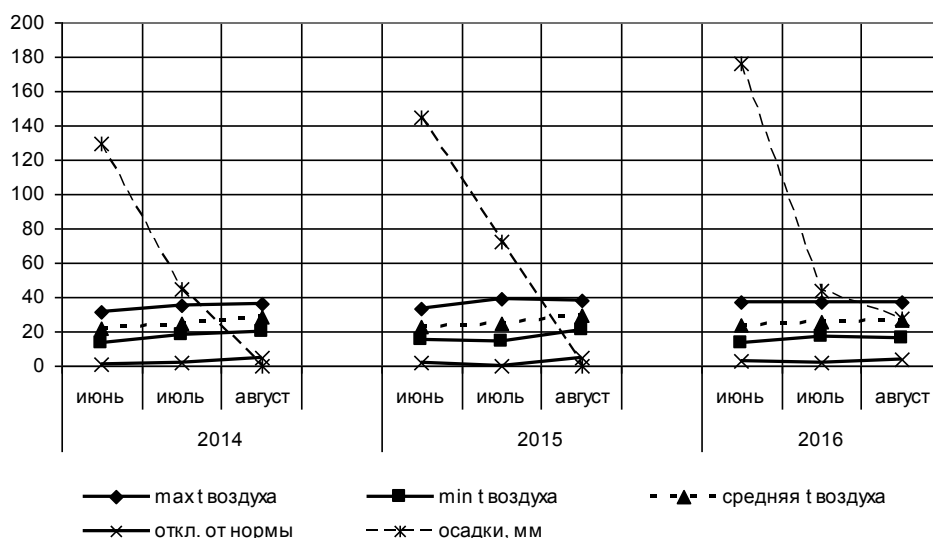


Рис. 7. Гидротермический режим летнего периода, 2013-2016 гг., ОПХ «Центральное» (г. Краснодар)

Количество выпавших осадков в августе, по сравнению с июнем и июлем, снижалось и в августе 2014-2015 гг. отмечалась засуха (осадки – 0 мм при температуре воздуха  $36$  и  $38^\circ \text{C}$ , соответственно).

В условиях летнего периода 2016 г. у изучаемых диплоидов яблони различного эколого-географического происхождения оводненность листьев в большей мере лимитировалась минимальной температурой воздуха ( $K_{\text{коррел.}} = -0,3 \div -0,8$ ) и количеством выпавших осадков ( $K_{\text{коррел.}} = 0,59-0,95$ ); у триплоидов – количеством осадков ( $K_{\text{коррел.}} = 0,75-0,94$ ) и минимальной температурой воздуха ( $K_{\text{коррел.}} = -0,5 \div -0,8$ ) (рис. 8).

В августе 2016 года у изучаемых сортов яблони отмечалось снижение содержания связанной формы воды и увеличение содержания свободной воды и пролина в листьях в 5,2 раза а у сортов Союз и Родничок – в 9,8-15,9 раз, что свидетельствует об их адаптации к засухе и экстремально высокой температуре. Установлены корреляционные взаимосвязи между

содержанием связанной и свободной форм воды и содержанием пролина и сахарозы в листьях яблони (рис. 9).

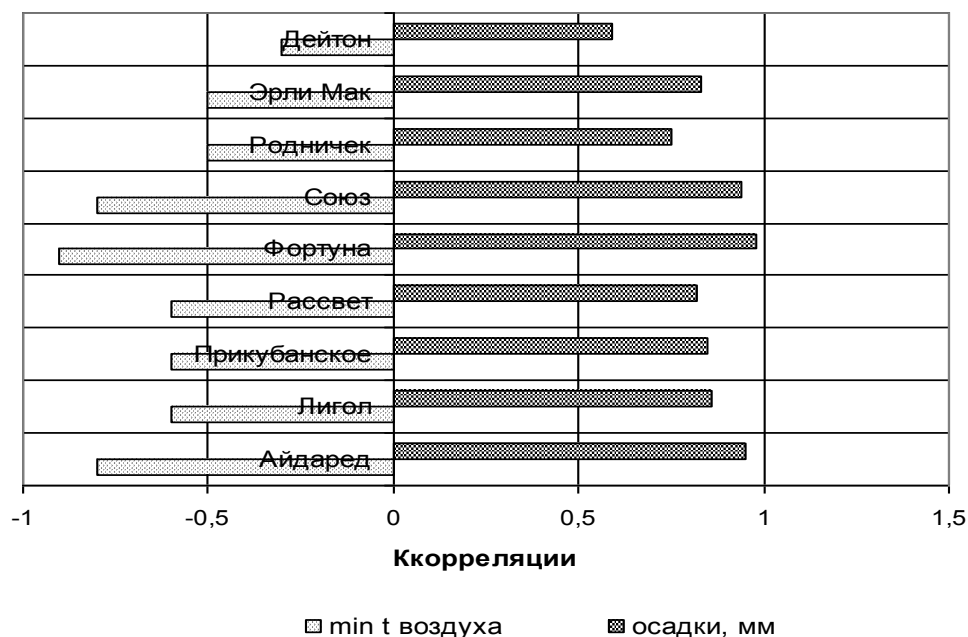


Рис. 8. Зависимость оводненности листьев яблони от гидротермических условий летнего периода, 2016 г.

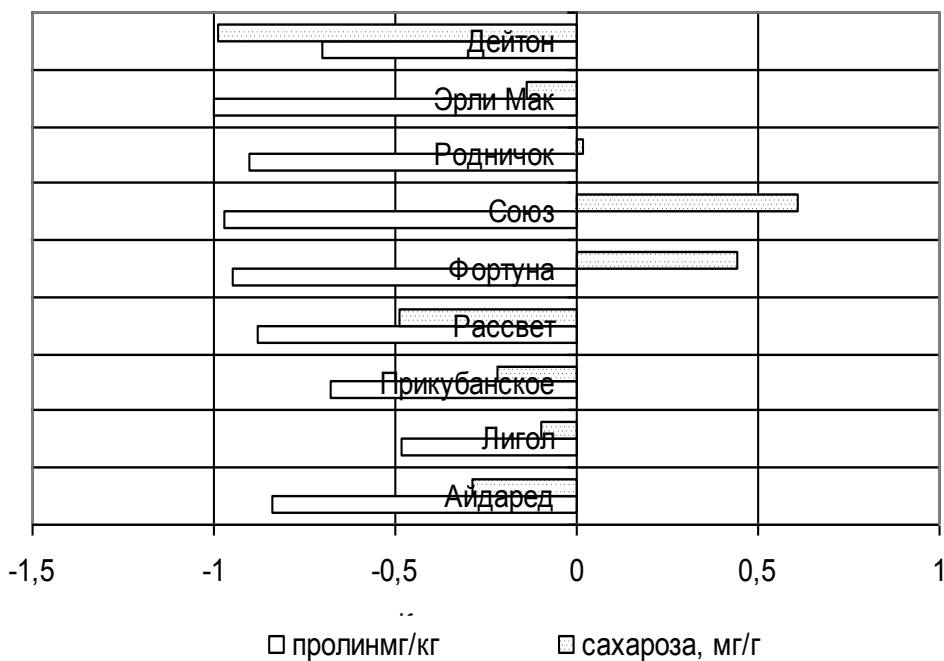


Рис. 9. Зависимость содержания связанной воды от содержания пролина и сахарозы в листьях яблони в летний период 2016 г.

Содержание связанной и свободной форм воды в листьях коррелировало с содержанием пролина, входящего в состав стресспротекторных белков, ( $K_{\text{коррел.}} = -0,48 \div -1$ ), и у сортов Фортуна и Союз – с содержанием сахарозы ( $K_{\text{коррел.}} = 0,44-0,61$ ).

В июле 2016 г., в сравнении с июнем, у всех изучаемых сортов (кроме Эрли Мак) отмечается увеличение содержания пигментов (хлорофилл а+б и каротин), а в августе – снижение этого показателя, кроме сортов Фортуна, Родничок, Дейтон, Лигол, что характеризует эти сорта, как более засухоустойчивые (рис. 10).

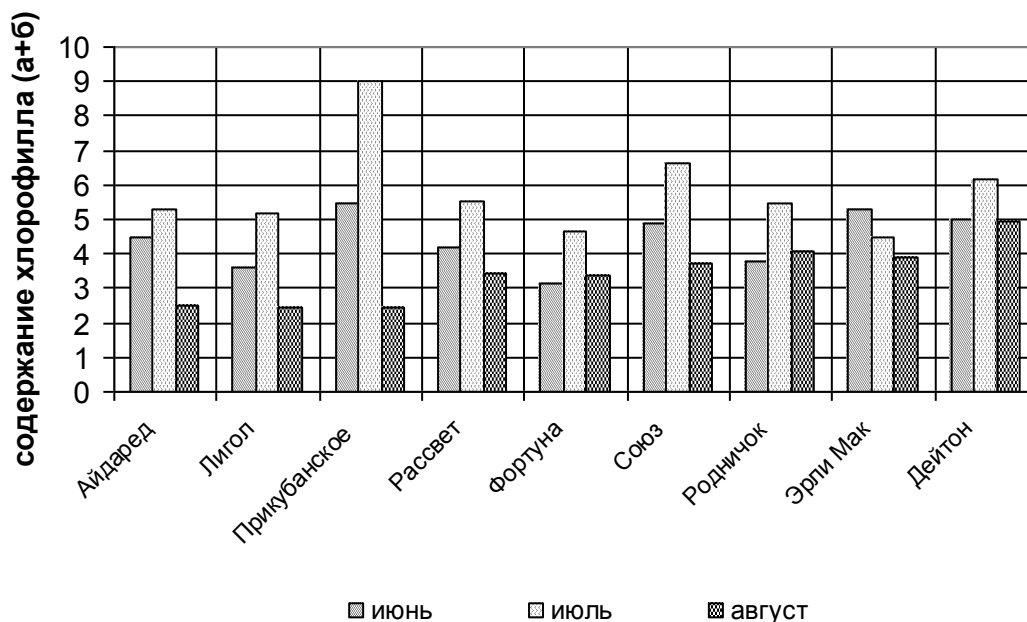


Рис. 10. Динамика содержания хлорофилла (а+б) в листьях яблони, 2016 г.

В июле и августе 2016 г. отмечается повышение содержания органических кислот цикла Кребса и повышается содержание АБК (кроме сортов Союз и Родничок), что свидетельствует об активации обменных процессов. Увеличение содержания АБК характеризует проявление защитной реакции, связанной с адаптацией к стрессорам летнего периода. Снижение жаростойкости в августе связано с активацией обменных процессов в связи с репарацией. Уменьшение содержания ИУК у ряда сортов (Фортуна, Союз, Дейтон) в августе свидетельствует о замедлении ростовых процессов (рис. 11).

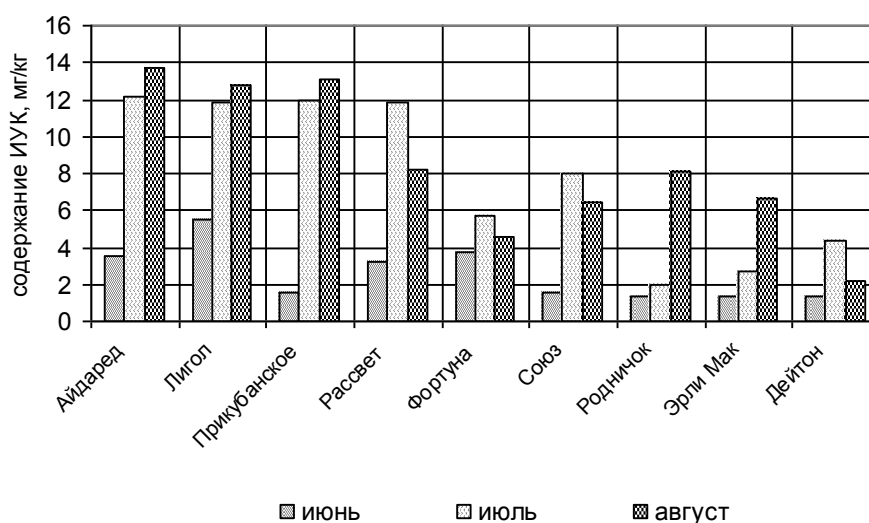


Рис. 11. Динамика содержания ИУК в листьях яблони, 2016 г.

Устойчивость мембран к разрушению преимущественно коррелировала с активностью пероксидазы, разрушающей перекисные соединения, с содержанием аскорбиновой кислоты и фенолкарбоновых кислот, защищающих липиды от разрушения, и малонового диальдегида – продукта деградации мембран (рис. 12).

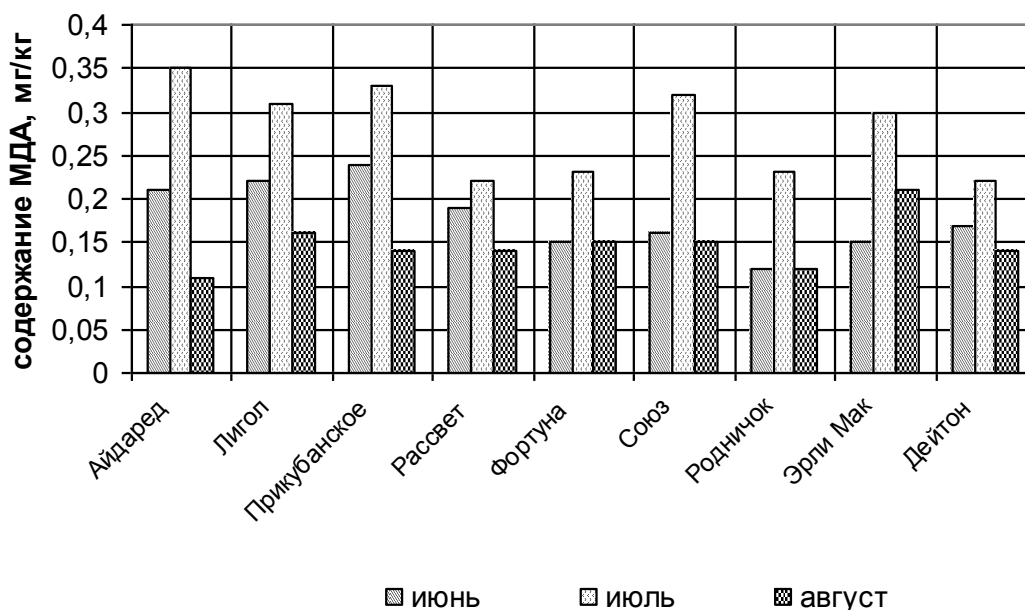


Рис. 12. Динамика содержания МДА в листьях яблони, 2016 г.

**Выводы.** Выявлены физиолого-биохимические показатели, обуславливающую адаптационную устойчивость сортов яблони различного эколого-географического происхождения к гидротермическим условиям зимнего и летнего периодов Северо-Кавказского региона России.

Исследования, проведенные в экологических условиях 2013-2016 гг., показали, что триплоидные сорта яблони Союз и Родничок отечественной селекции, а также диплоидные сорта Айдаред (США) и Прикубанское (отечественной селекции) в зимний период по физиолого-биохимическим параметрам проявили себя как высокозимостойкие. Биохимическая адаптация сортов яблони к низкотемпературному стрессу достигается за счет активации синтеза пролина, сахарозы, фенолкарбоновых, хлорогеновой, абсцизовой кислот, пероксидазы в тканях растений.

Установлено, что в летний период 2013-2016 гг. триплоидные сорта яблони Союз и Родничок, а также диплоидный сорт Прикубанское отечественной селекции обладают более высокой способностью адаптироваться к высокотемпературному стрессу и засухе. В листьях этих сортов яблони в условиях летних экстремальных температур отмечено повышенное содержание связанной формы воды, пролина, сахарозы, АБК, выполняющих протекторную функцию.

Выявленные адаптационные особенности доказывают необходимость использования потенциальных возможностей отечественных сортов яблони в селекционном процессе как источников признаков зимостойкости и засухоустойчивости.

#### Литература

1. Ненько, Н.И. Адаптационные механизмы устойчивости яблони к стресс-факторам зимнего периода / Н.И. Ненько, Г.К. Киселева, Е.В. Ульяновская, А.В. Караваева // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – №5 (47). – С. 87-89.

2. Ненько, Н.И. Сравнительная физиолого-биохимическая характеристика устойчивости сортов яблони различного эколого-географического происхождения к абиотическим стрессам / Н.И. Ненько, Г.К. Киселева, Е.В., Ульяновская // Садоводство и виноградарство. – 2016. – № 1. – С. 29-33.

3. Nen'ko, N.I. Study of adaptive immunity of apple sorts of various ploidy to drought / N.I. Nen'ko, G.K. Kiseleva, E.V. Ulyanovskaya, A.V. Karavaeva // Science and Education. Materials of the V international research and practice conference. - Vol. 1, February 27-28, 2014, Munich, Germany, 2014. - P. 40-43.

4. Hossain, M. Proline protects plants against abiotic oxidative stress: biochemical and molecular mechanisms / Mohammad Anwar Hossain, Md. Anamul Hoque, David J. Burritt, Masayuki Fujita // Oxidative Damage to Plants. – 2014. – № 5. – P. 477-522.

5. Hamlyn, G. Thermal infrared imaging of crop canopies for the remote diagnosis and quantification of plant responses to water stress in the field / G. Hamlyn, G. Jones, B. Serraj, Brian R., C. Loveys, Lizhong Xiong, Ashley E. Wheaton, H. Adam // Functional Plant Biology. – № 36. – P. 978–989.

6. Khan, P.S. Abiotic stress tolerance in plants: insights from proteomics / P.S. Sha Valli Khan, G.V. Nagamallaiah, M. Dhanunjay Rao, K. Sergeant, J.F. Hausman // Emerging Technologies and Management of Crop Stress Tolerance. – 2014. – V. 2. – P. 23-68.

7. Ненько, Н.И. Физиологические методы в адаптивной селекции плодовых культур / Н.И. Ненько, Т.Н. Дорошенко, Т.А. Гасанова // Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2012. – С. 189-198.

8. Ненько, Н.И. Физиолого-биохимические методы изучения исходного и селекционного материала / Н.И. Ненько, И.А. Ильина, В.С. Петров, М.А. Сундырева // Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2012. – С. 530-540

9. Гавриленко, В.Ф. Большой практикум по физиологии растений / В.Ф. Гавриленко, М.Е. Ладыгина, Л.М. Хандобина. – М: Высшая школа, 1975. – 392с.

10. Киселева, Г.К. Оценка степени засухоустойчивости яблони и винограда по ксероморфным признакам листовой пластинки / Г.К. Киселева, Н.И.Ненько // Современные инструментально-аналитические методы исследования плодовых культур и винограда / Под общей редакцией Н.И. Ненько. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2015. – С. 34-38.

11. Киселева, Г.К. Анатомо-морфологическая оценка адаптивного потенциала сортов плодовых культур и винограда / Г.К. Киселева // Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2012. – С.199-205.

12. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов – М., 1979. – 463 с.

13. Жолкевич, В.Н. Водный обмен растений / В.Н. Жолкевич, Н.А. Гусев, В.А. Капля [и др.]. – М.: Наука, 1989. – 114 с.

14. Ненько, Н.И. Зимостойкость яблони в интенсивных насаждениях различной конструкции / Н.И. Ненько, Г.К. Киселева, А.В. Караваева // Научное обозрение. – 2013. – № 2. – С. 19-24.

## References

1. Nen'ko, N.I. Adaptacionnye mehanizmy ustojchivosti jabloni k stress-faktoram zimnego perioda / N.I. Nen'ko, G.K. Kiseleva, E.V. Ul'janovskaja, A.V. Karavaeva // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2016. – №5 (47). –S. 87-89.



2. Nen'ko, N.I. Sravnitel'naja fiziologo-biohimicheskaja harakteristika ustojchivosti sortov jabloni razlichnogo jekologo-geograficheskogo proishozhdenija k abioticheskim stressam / N.I. Nen'ko, G.K. Kiseleva, E.V., Ul'janovskaja // Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 2016. – № 1. – S. 29-33.

3. Nenko, N.I. Study of adaptive immunity of apple sorts of various ploidy to drought / N.I. Nenko, G.K. Kiseleva, E.V. Ulyanovskaya, A.V. Karavaeva // Science and Education. Materials of the V international research and practice conference. - Vol. 1, February 27-28, 2014, Munich, Germany, 2014.- P. 40-43.

4. Hossain, M. Proline protects plants against abiotic oxidative stress: biochemical and molecular mechanisms / Mohammad Anwar Hossain, Md. Anamul Hoque, David J. Burritt, Masayuki Fujita // Oxidative Damage to Plants. – 2014. – № 5. – P. 477-522.

5. Hamlyn, G. Thermal infrared imaging of crop canopies for the remote diagnosis and quantification of plant responses to water stress in the field /

G. Hamlyn, G. Jones, B. Serraj, Brian R., S. Loveys, Lizhong Xiong, Ashley E. Wheaton, H. Adam // Functional Plant Biology. – № 36. – P. 978–989.

6. Khan, P.S. Abiotic stress tolerance in plants: insights from proteomics / P.S. Sha Valli Khan, G.V. Nagamallaiah, M. Dhanunjay Rao, K. Sergeant,

J.F. Hausman // Emerging Technologies and Management of Crop Stress Tolerance. – 2014. – V. 2. – P. 23-68.

7. Nen'ko, N.I. Fiziologicheskie metody v adaptivnoj selekcii plodovyh kul'tur / N.I. Nen'ko, T.N. Doroshenko, T.A. Gasanova // Sovremennye metodologicheskie aspekty organizacii selekcionnogo processa v sadovodstve i vinogradarstve. – Krasnodar: SKZNIISiV, 2012. – S. 189-198.

8. Nen'ko, N.I. Fiziologo-biohimicheskie metody izuchenija ishodnogo i selekcionnogo materiala / N.I. Nen'ko, I.A. Il'ina, V.S. Petrov, M.A. Sundryeva // Sovremennye metodologicheskie aspekty organizacii selekcionnogo processa v sadovodstve i vinogradarstve. – Krasnodar: SKZNIISiV, 2012. – S. 530-540

9. Gavrilenko, V.F. Bol'shoj praktikum po fiziologii rastenij / V.F. Gavrilenko, M.E. Ladygina, L.M. Handobina. – M: Vysshaja shkola, 1975. – 392s.

10. Kiseleva, G.K. Ocenka stepeni zasuhoustojchivosti jabloni i vinograda po kseromorfnyh priznakam listovoj plastinki / G.K. Kiseleva, N.I.Nen'ko // Sovremennye instrumental'no-analiticheskie metody issledovanija plodovyh kul'tur i vinograda / Pod obshhej redakciej N.I. Nen'ko. – Krasnodar: SKZNIISiV, 2015. – S. 34-38.

11. Kiseleva, G.K. Anatomo-morfologicheskaja ocenka adaptivnogo potenciala sortov plodovyh kul'tur i vinograda / G.K. Kiseleva // Sovremennye metodologicheskie aspekty organizacii selekcionnogo processa v sadovodstve i vinogradarstve. – Krasnodar: SKZNIISiV, 2012. – S.199-205.

12. Dospheov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) / B.A. Dospheov – M., 1979. – 463 s.

13. Zholkevich, V.N. Vodnyj obmen rastenij / V.N. Zholkevich, N.A. Gusev, V.A. Kaplja [i dr.]. – M.: Nauka, 1989. – 114 s.

14. Nen'ko, N.I. Zimostojkost' jabloni v intensivnyh nasazhdenijah razlichnoj konstrukcii / N.I. Nen'ko, G.K. Kiseleva, A.V. Karavaeva // Nauchnoe obozrenie. – 2013. – № 2. – S. 19-24.