

УДК 634.11:631.538]:631.529(470.620)

UDC 634.11:631.538]:631.529(470.620)

4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры

4.1.4. Gardening, vegetable growing, viticulture and medicinal crops

**ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АГРОЭКОСИСТЕМЫ ОРГАНИЧЕСКОГО САДА ЯБЛОНИ ПРИ ДЕЙСТВИИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ЛЕТНЕГО ПЕРИОДА НА ЮГЕ РОССИИ****FEATURES OF THE FUNCTIONING OF THE AGROECOSYSTEM OF THE ORGANIC APPLE ORCHARD UNDER THE INFLUENCE OF ADVERSE CLIMATIC FACTORS IN THE SUMMER IN THE SOUTH OF RUSSIA**Борисенко Никита Алексеевич  
аспирант[borisenko.n.a.99@yandex.ru](mailto:borisenko.n.a.99@yandex.ru)*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*Borisenko Nikita Alekseevich  
postgraduate student[borisenko.n.a.99@yandex.ru](mailto:borisenko.n.a.99@yandex.ru)*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Исследования направлены на определение показателей устойчивости растений яблони к стрессорам летнего периода, используемых при подборе лучших сортов для органических насаждений и уточнения целесообразности применения отдельных технологических приемов, обеспечивающих стабильное плодоношение на оптимальном уровне в неблагоприятных условиях южных территорий. Эксперименты проведены в контрастные по погодным условиям 2022-2023 годы в органических насаждениях яблони учебно-опытного хозяйства «Кубань» Кубанского ГАУ, заложенных в 2002 году. Сад неорошаемый. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный. Изучены зимние сорта яблони Флорина и Либерти, привитые на подвое ММ106. Определено влияние некорневой подкормки деревьев новым органическим удобрением Хелат «Антистресс» (концентрация 0,3%), на формирование продуктивности яблони в неблагоприятных климатических условиях. Устойчивое функционирование агроэкосистемы органического сада яблони обеспечивается проявлением широкого спектра механизмов адаптации отдельных ее компонентов (растений определенного сорта) к стрессорным воздействиям. Адаптация растительного организма к стрессорам летнего периода достигается с помощью нескольких физиолого-биохимических и морфологических механизмов. Важнейшими показателями устойчивости растений яблони к комплексу неблагоприятных факторов летнего сезона являются увеличение соотношения каротиноидов и хлорофилла «b» в листовых пластинках; концентрация аскорбиновой кислоты в листьях; формирование побегов второй волны роста (восстановительная способность растений) и т.д. Во второй половине периода эксплуатации агроэкосистемы органического сада яблони обеспечивается максимальная реализация механизмов саморегулирования ее компонентов, гарантирующая устойчивое и эффективное функционирование даже в экстремальные по погодным условиям

The research is aimed at determining the indicators of resistance of apple plants to summer stressors used in the selection of the best varieties for organic plantations and clarifying the expediency of using certain technological techniques that ensure stable fruiting at an optimal level in adverse conditions of the southern territories. The experiments were carried out in contrasting weather conditions in 2022-2023 in organic apple tree plantations of the Kuban educational and experimental farm of the Kuban State Agrarian University, founded in 2002. The garden is not irrigated. The soil of the experimental site is leached chernozem. Winter varieties of apple trees Florina and Liberti, grafted on the rootstock MM106, were studied. The effect of non-root fertilization of trees with the new organic fertilizer Chelate "Antistress" (concentration 0.3%) on the formation of apple productivity in adverse climatic conditions has been determined. The sustainable functioning of the agroecosystem of the organic apple orchard is ensured by the manifestation of a wide range of mechanisms for the adaptation of its individual components (plants of a certain variety) to stressful influences. The adaptation of the plant organism to the stressors of the summer period is achieved using several physiological, biochemical and morphological mechanisms. The most important indicators of the resistance of apple trees to the complex of unfavorable factors of the summer season are an increase in the ratio of carotenoids and chlorophyll "b" in leaf blades; the concentration of ascorbic acid in the leaves; the formation of shoots of the second wave of growth (the regenerative ability of plants), etc. In the second half of the period of operation of the agroecosystem of the organic apple orchard, the maximum implementation of self-regulation mechanisms of its components is ensured, which guarantees stable and effective functioning even in extreme weather conditions. Therefore, any anthropogenic impacts in this time range, aimed at significantly activating the process of apple tree productivity formation, lead to negative consequences

годы. Поэтому какие-либо антропогенные воздействия в этом временном диапазоне, направленные на существенную активизацию процесса формирования продуктивности яблони, приводят к негативным последствиям

Ключевые слова: АГРОЭКОСИСТЕМА, ОРГАНИЧЕСКИЙ САД, ЯБЛОНЯ, СОРТА, УСТОЙЧИВОСТЬ, СТРЕССОРЫ, АДАПТАЦИЯ, МЕХАНИЗМЫ, ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, САМОРЕГУЛИРОВАНИЕ, АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ, ХОЗЯЙСТВЕННЫЙ УРОЖАЙ

Keywords: AGROECOSYSTEM, ORGANIC ORCHARD, APPLE TREE, VARIETIES, STABILITY, STRESSORS, ADAPTATION, MECHANISMS, PHYSIOLOGICAL INDICATORS, SELF-REGULATION, ANTHROPOGENIC IMPACTS, ECONOMIC HARVEST

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-194-031>

Одной из приоритетных проблем современного садоводства является создание конкурентоспособных технологий выращивания плодовых культур (прежде всего яблони), обеспечивающих в конкретных почвенно-климатических условиях наиболее полное проявление продукционного потенциала используемых сортов, стабильность плодоношения и высокие потребительские качества получаемой продукции. При этом особое внимание уделяется развитию органического садоводства для решения различных экологических проблем и пищевой безопасности населения [10]. Показана перспективность создания органических насаждений плодовых культур интенсивного типа, в которых используются технологические подходы, гарантирующие оптимизацию действия механизмов саморегуляции (гомеостаза) агроэкосистемы и отдельных ее компонентов при одновременном снижении ресурсоемкости производственно-технологических процессов [4]. Вместе с тем главным условием способности агроэкосистемы к саморегуляции, а, следовательно, и к стабильному функционированию, является возможность растений определенного сорта противостоять абиотическим стрессорам соответствующих территорий [8]. Следует заметить, что на юге России зафиксировано проявление различных стресс-факторов, особенно в летний период [5].

**Цель исследования.** Определение показателей устойчивости растений яблони к климатическим стрессорам летнего периода, используемых

<http://ej.kubagro.ru/2023/10/pdf/31.pdf>

при подборе лучших сортов для органических насаждений и уточнения целесообразности применения отдельных технологических приемов, обеспечивающих стабильное плодоношение на оптимальном уровне в неблагоприятных условиях южных территорий.

**Условия проведения и методы исследования.** Исследования проводили в контрастные по погодным условиям летнего периода годы: среднестатистическом 2022 и экстремальном 2023, отличающемся повышенными температурами воздуха и высоким уровнем УФ-излучения во второй половине июля – начале августа [6]. Эксперименты поставлены в органических насаждениях яблони учебно-опытного хозяйства «Кубань» Кубанского ГАУ, заложенных в 2002 году. Схема посадки деревьев 5,0×3,0м. Сад неорошаемый. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный. Изучены зимние сорта яблони Флорина и Либерти, привитые на подвое ММ106. Кроме того, определено влияние некорневой подкормки деревьев новым органическим удобрением Хелат «Антистресс» (концентрация 0,3%), на формирование продуктивности яблони в неблагоприятных климатических условиях. Подкормка применена в первой декаде июля в преддверии проявления климатических стрессоров летнего периода. Контроль – деревья, обработанные водой. Повторность опытов 5-кратная.

Учеты и наблюдения за состоянием деревьев в опытных насаждениях осуществляли общепринятыми методами [11]. Этапы органогенеза растений яблони определяли по методу Исаевой И.С. [9]; содержание пигментов в листовых пластинках – по методу Годнева [2]; концентрацию аскорбиновой кислоты в листьях – методом титрования [12]. Повторность анализов – двукратная. В работе использовали общепринятые методы математической обработки полученных данных.

**Результаты исследований.** В процессе фотосинтеза, определяющем результативность продукционного процесса растений, важную роль играют пигменты: хлорофиллы и каротиноиды. Известно, что их содержание в

листьях во многом зависит от внешних условий: интенсивности освещения, температуры, снабжения водой и т.д. В этой связи уместно заметить, что летний период 2023 года на южных территориях России отличался проявлением совокупности климатических стресс-факторов: повышенных температур воздуха и уровня солнечной радиации, связанным с циклическим изменением климата [6, 19]. Между тем, при стрессорных воздействиях в тканях растений происходит чрезмерное накопление активных форм кислорода (АФК), обуславливающее серьезные функциональные нарушения, например, повреждение фотосинтетического аппарата хлоропластов [3, 17, 18]. В таких условиях на протяжении всего летнего сезона содержание хлорофиллов (в том числе хлорофилла «а») в листьях яблони у сорта Флорина на 10-34 % больше, чем у сорта Либерти (табл. 1).

Таблица 1 – Изменение содержания пигментов в листьях яблони в течение летнего периода при использовании органической системы ведения сада, мг/дм<sup>2</sup> (2023г.)

Дата	Хлорофиллы «а» и «b»	Хлорофилл «а»	Каротиноиды	Каротиноиды/ хлорофилл «b»
Сорт Флорина				
21 июня	5,90	4,20	0,92	0,54
19 июля	5,22	3,99	0,90	0,73
21 августа	4,88	3,94	1,16	1,23
Сорт Либерти				
21 июня	3,90	2,89	0,78	0,77
19 июля	4,67	3,49	0,76	0,64
21 августа	3,76	2,80	0,70	0,73

$$S_x, \% \leq 3$$

К этому следует добавить, что с увеличением концентрации хлорофиллов у растений возрастает интенсивность фотосинтеза [16]. Отмечено превосходство сорта Флорина и по концентрации в листовых пластинках каротиноидов, обеспечивающих обезвреживание АФК. Таким образом, устойчивость растений яблони к повышенному накоплению АФК (проявлению у растений внутреннего окислительного стресса) зависит от биологических особенностей сорта.

Для оценки устойчивости растений к окислительному стрессу ранее предложено использование показателя «соотношение каротиноидов и хлорофиллов» [14]. Однако в наших экспериментах наиболее рельефные различия между вариантами зафиксированы по соотношению каротиноидов и хлорофилла «b» - дополнительного пигмента высших растений, выполняющего функцию фоторецепторов в фотосинтезе [15]. Именно этот показатель мы предлагаем использовать в качестве индикатора устойчивости растительного организма к окислительному стрессу. Примечательно, что при увеличении напряженности стрессоров у яблони сорта Флорина защитная функция каротиноидов активизируется. При этом увеличивается устойчивость растительного организма к окислительному стрессу (соотношение каротиноиды/хлорофилл «b» в конце летнего сезона возрастает в сравнении с июньскими значениями в 2,3 раза). В то же время у растений сорта Либерти данный показатель на протяжении всего летнего периода сохраняется на одном и том же уровне. Не исключено, что адаптация этого сорта к комплексу неблагоприятных климатических стрессоров летнего сезона достигается с помощью иных механизмов. В справедливости данного предположения нас убеждают следующие данные. Во второй половине периода вегетации на фоне повышенного уровня солнечной радиации концентрация аскорбиновой кислоты в листьях растений яблони сорта Либерти более чем в два раза больше этого показателя у сорта Флорина (8,7 и 4,0 мг/кг соответственно). Вместе с тем в современной литературе показано, что аскорбиновая кислота – многофункциональное соединение, участвующее в регуляции уровня АФК, окислительно-восстановительных реакциях, фотосинтезе и тд. [1]. Более того, при повышении уровня УФ-излучения для сорта Либерти (в отличие от сорта Флорина) характерно появление побегов второй волны роста (так называемых летних, «ивановых» побегов) (Рис. 1-2). Отмеченная реакция на стрессорные воздействия имеет, безусловно, адаптивное значение.

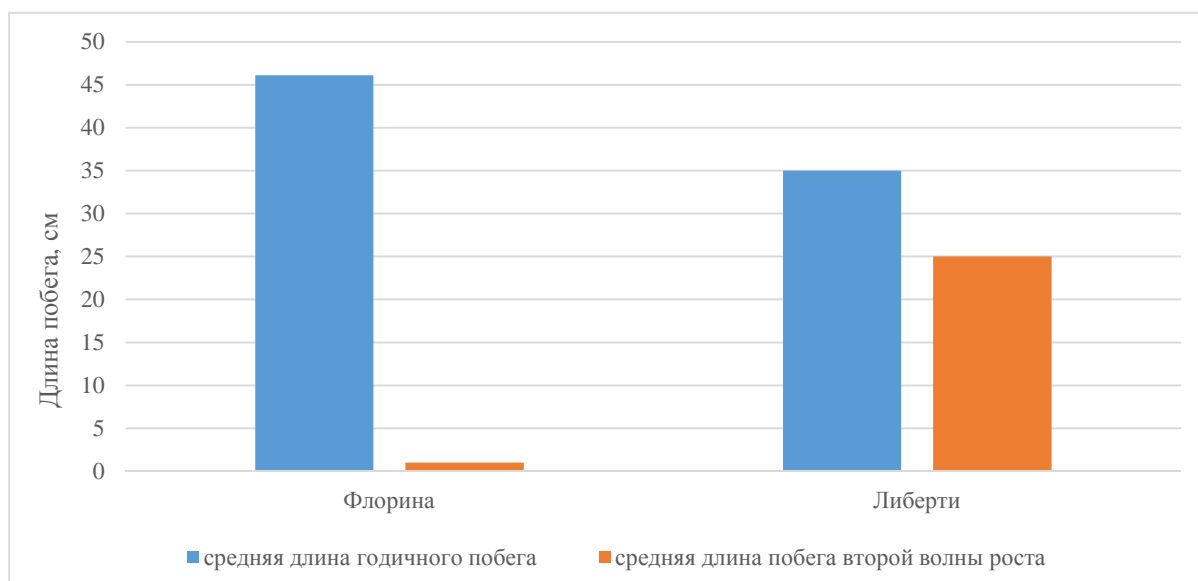


Рисунок 1 – Показатели роста растений яблони двух сортов в экстремальном по погодным условиям летнего периода 2023 году



а



б

Рисунок 2 – Состояние деревьев яблони в условиях повышенного уровня УФ-излучения (Сорта: а – Флорина; б – Либерти; август 2023г.)

Вероятно, формирование у растений яблони молодых листьев оптимизирует донорно-акцепторные отношения (работу системы «синтез –

расход пластических веществ») и, соответственно, процесс фотосинтеза [16].

Исходя из представленных материалов адаптация растений яблони сорта Либерти к стрессорным воздействиям летнего периода достигается с помощью нескольких механизмов, причем не только физиолого-биохимических, но и морфологических.

По-видимому, возможность растений используемых сортов реализовать широкий спектр механизмов адаптации к стрессорным воздействиям и обеспечивает устойчивое функционирование агроэкосистемы органического сада даже в неблагоприятных условиях среды. В пользу данного утверждения свидетельствуют результаты оценки хозяйственной продуктивности сортов яблони Флорина и Либерти в смежные 2022/2023 годы (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели генеративной деятельности растений яблони на подвое ММ106 в органическом саду (Сад закладки 2002г., схема посадки 5×3м)

Сорт	Хозяйственная продуктивность, кг/дер		Индекс периодичности	Закладка генеративных почек, % 20.11.23г.
	2022	2023		
Флорина	48,0	30,0	0,23	25
Либерти	26,3	14,1	0,30	50
НСР <sub>0,5</sub>	3,5	2,9	-	-

Как видно из представленных данных, хозяйственная продуктивность яблони сорта Флорина на заключительном этапе эксплуатации сада значительно больше, чем Либерти. Вместе с тем оба изучаемых сорта (компоненты агроэкосистемы органического сада) в различные по погодным условиям годы отличаются выравненным плодоношением на достаточно высоком уровне (индекс периодичности не превышает «критической» отметки 0,4 [11]) и одновременно активной закладкой генеративных почек, определяющей продукционный потенциал растений в следующем сезоне.

Попытки увеличить хозяйственную продуктивность деревьев яблони сорта Либерти в 2023 году, благодаря использованию некорневой подкормки органическим удобрением Хелат «Антистресс», приводят к неоднозначному результату. С одной стороны, применение подкормки в преддверии проявления стрессоров обеспечивает увеличение (в сравнении с контролем) урожая плодов у этого сорта на 20% за счет снижения их предуборочного опадения и увеличения средней массы. С другой же стороны, под влиянием удобрения резко (на 56%) увеличивается средняя длина побегов второй волны роста и, соответственно – суммарный прирост. В результате нарушается желаемое равновесие между вегетативной и генеративной функциями дерева, что в конечном счете приводит к заметному ослаблению закладки генеративных почек и торможению их дифференциации, а, следовательно – к вероятной редукции продуктивности в следующем году (рис. 3).

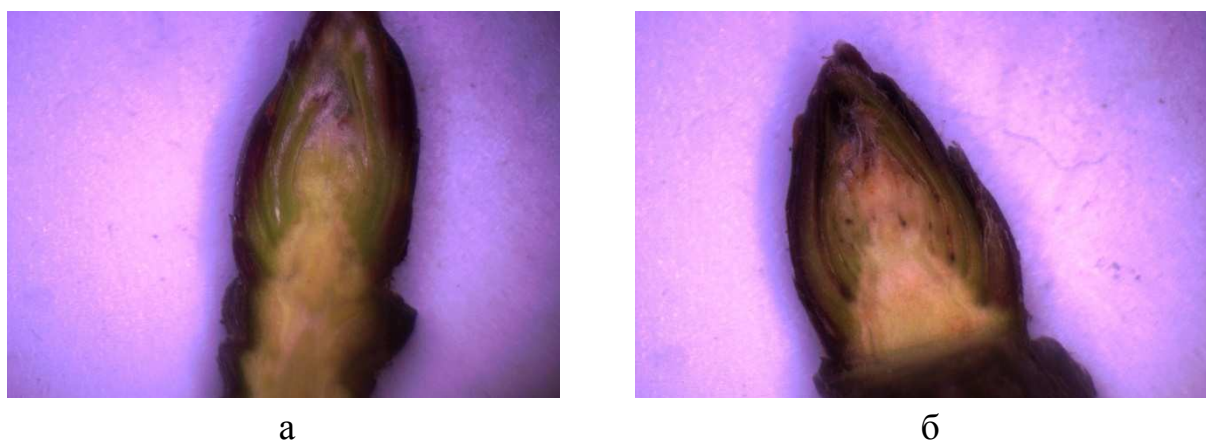


Рисунок 3 – Влияние некорневой подкормки деревьев яблони сорта Либерти органическим удобрением Хелат «Антистресс» на особенности развития генеративных почек (20.11.2023г.). Варианты: а – обработка водой (контроль) (IV этап органогенеза); б – подкормка удобрением Хелат «Антистресс» (III этап органогенеза)

**Выводы.** Устойчивое функционирование агроэкосистемы органического сада яблони обеспечивается проявлением широкого спектра механизмов адаптации отдельных ее компонентов (растений определенного



сорта) к стрессорным воздействиям. Адаптация растительного организма к стрессорам летнего периода достигается с помощью нескольких физиолого-биохимических и морфологических механизмов. Важнейшими показателями устойчивости растений яблони к комплексу неблагоприятных факторов летнего сезона являются увеличение соотношения каротиноидов и хлорофилла «b» в листовых пластинках; концентрации аскорбиновой кислоты в листьях; формирование побегов второй волны роста (восстановительная способность растений) и т.д. Во второй половине периода эксплуатации агроэкосистемы органического сада яблони обеспечивается максимальная реализация механизмов саморегулирования ее компонентов, гарантирующая устойчивое и эффективное функционирование даже в экстремальные по погодным условиям годы. Поэтому какие-либо антропогенные воздействия в этом временном диапазоне, направленные на существенную активизацию процесса формирования продуктивности яблони, приводят к негативным последствиям.

#### **Библиографический список**

1. Войтехович М.А. L-Аскорбиновая кислота как антиоксидант и сигнально-регуляторный агент в клетках высших растений / М.А. Войтехович, В.А. Кучинская, И.Ю. Новосельский и др. // Журнал Белорусского государственного университета. Биология. – г. Минск, 2018. 2. – С. 27-38.
2. Годнев Т.Н. Строение хлорофилла и методы его количественного определения / Т.Н. Годнев - Минск: АН БССР, 1952. – 146 с.
3. Гудковский В.А. Стресс плодовых растений / В.А. Гудковский, Н.Я. Каширская, Е.М. Цуканова. – Мичуринск – Научоград РФ. – Воронеж: Кварта, 2005. – 127 с.
4. Дорошенко Т.Н. Органические сады на юге России : монография / Т.Н. Дорошенко, А.В. Бузоверов, А.Н. Кондратенко и др. – Краснодар: 2012. – 141с.
5. Дорошенко Т.Н. Устойчивость плодовых и декоративных растений к температурным стрессорам : диагностика и пути повышения : монография / Т.Н. Дорошенко, Н.В. Захарчук, Д.В. Максимцов. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 118с.
6. Дорошенко Т.Н. Биологические аспекты формирования продуктивности плодовых растений в условиях изменения климата на юге России : монография / Т.Н. Дорошенко, Л.Г. Рязанова, З.З. Зайнутдинов и др. – Краснодар : КубГАУ, 2023. – 88 с.
7. Егоров Е.А. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству / Е.А. Егоров, И.А. Ильина, Г.В. Еремин и др. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСИВ. – 2010. – 300 с.
8. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция) / А.А. Жученко. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. – 148 с.

9. Исаева И.С. Органогенез плодовых растений. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1977. - 33 с.
10. Кощаев А.Г. Развитие органического садоводства : аналит. обзор / А.Г. Кощаев, Т.Н. Дорошенко, Г.Ф. Петрик и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 64 с.
11. Метлицкий З.А. Агротехника плодовых культур. – М.: Колос, 1973. – 499 с.
12. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков и др. – Л.: «Агропромиздат», 1987. – 430с.
13. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных / Е. Н. Седов (ред.). - Орел: изд-во ВНИИ селекции плодовых культур, 1999. - 608 с.
14. Смоликова Г.Н. Роль хлорофиллов и каротиноидов в устойчивости семян к абиотическим стрессорам / Г.Н. Смоликова, Н.А. Ламан, О.В. Борискевич // Физиология растений. – 2011. – Т. 58, №6. – С. 817-825.
15. Физиология растений : учебник для студ. вузов / Н.Д. Алёхина, Ю.В. Балнокин, В.Ф. Гавриленко и др.; под ред. И.П. Ермакова. – 2-е изд., испр. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 640 с.
16. Якушкина Н.И. Физиология растений: учебник для вузов/ Н.И. Якушкина, Е.Ю. Бахтенко. – М.: ВЛАДОС, 2005. – 467 с.
17. Apel K. Reactive Oxygen Species: Metabolism, Oxidative Stress, and Signal Transduction / K. Apel, H. Hirt // Annu. rv. Plant Biol. – 2004. – V. 55. – P. 373-399.
18. Kalt. W. The role of oxidative stress and antioxidants in plant and human helth: Introduction to the Colloquin / W. Kalt, M.M. Kushand // HortScience. – 2000. – P. 572.
19. <https://www.gismeteo.ru/>

#### **Bibliograficheskij spisok**

1. Vojtexovich M.A. L-Askorbinovaya kislota kak antioksidant i signal`no-regulyatorny`j agent v kletkax vy`sshix rastenij / M.A. Vojtexovich, V.A. Kuchinskaya, I.Yu. Novosel`skij i dr. // Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Bio-logiya. – g. Minsk, 2018. 2. – S. 27-38.
2. Godnev T.N. Stroenie xlorofilla i metody` ego kolichestvennogo opredeleniya / T.N. Godnev - Minsk: AN BSSR, 1952. – 146 s.
3. Gudkovskij V.A. Stress plodovy`x rastenij / V.A. Gudkovskij, N.Ya. Kashir-skaya, E.M. Czukanova. – Michurinsk – Naukograd RF. – Voronezh: Kvarta, 2005. – 127 s.
4. Doroshenko T.N. Organicheskie sady` na yuge Rossii : monografiya / T.N. Doroshenko, A.V. Buzoverov, A.N. Kondratenko i dr. – Krasnodar: 2012. – 141s.
5. Doroshenko T.N. Ustojchivost` plodovy`x i dekorativny`x rastenij k tempera-turny`m stressoram : diagnostika i puti povy`sheniya : monografiya / T.N. Doroshenko, N.V. Zaxarchuk, D.V. Maksimczov. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – 118s.
6. Doroshenko T.N. Biologicheskie aspekty` formirovaniya produktivnosti plo-dovy`x rastenij v usloviyax izmeneniya klimata na yuge Rossii : monografiya / T.N. Doroshenko, L.G. Ryazanova, Z.Z. Zajnutdinov i dr. – Krasnodar : KubGAU, 2023. – 88 s.
7. Egorov E.A. Metodicheskoe i analiticheskoe obespechenie issledovanij po sadovodstvu / E.A. Egorov, I.A. Il`ina, G.V. Eremin i dr. – Krasnodar: GNU SKZ-NIISiV. – 2010. – 300 s.
8. Zhuchenko A.A. Strategiya adaptivnoj intensivnizatsii sel`skogo khozyajstva (konceptsiya) / A.A. Zhuchenko. – Pushhino: ONTI PNCz RAN, 1994. – 148 s.
9. Isaeva I.S. Organogenez plodovy`x rastenij. M.: MGU im. M.V. Lomonosova, 1977. - 33 s.
10. Koshhaev A.G. Razvitie organicheskogo sadovodstva : aналит. обзор / A.G. Koshhaev, T.N. Doroshenko, G.F. Petrik i dr. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 64 с.
11. Metliczkij Z.A. Agrotexnika plodovy`x kul`tur. – М.: Kolos, 1973. – 499 с.

12. Metody` bioximicheskogo issledovaniya rastenij / A.I. Ermakov i dr. – L.: «Agropromizdat», 1987. – 430s.

13. Programma i metodika sortoizucheniya plodovy`x, yagodny`x i orexoplodny`x / E. N. Sedov (red.). - Orel: izd-vo VNIi selekcii plodovy`x kul`tur, 1999. - 608 s.

14. Smolikova G.N. Rol` xlorofillov i karotinoidov v ustojchivosti semyan k abioticheskim stressoram / G.N. Smolikova, N.A. Laman, O.V. Boriskevich // Fiziolo-giya rastenij. – 2011. – Т. 58, №6. – S. 817-825.

15. Fiziologiya rastenij : uchebnik dlya stud. vuzov / N.D. Alyoxina, Yu.V. Balno-kin, V.F. Gavrilenko i dr.; pod red. I.P. Ermakova. – 2-e izd., ispr. – M. : Izdatel`-skij centr «Akademiya», 2007. – 640 s.

16. Yakushkina N.I. Fiziologiya rastenij: uchebnik dlya vuzov/ N.I. Yakushkina, E.Yu. Baxtenko. – M.: VLADOS, 2005. – 467 s.

17. Apel K. Reactive Oxygen Species: Metabolism, Oxidative Stress, and Signal Transduction / K. Apel, H. Hirt // Annu. rv. Plant Biol. – 2004. – V. 55. – P. 373-399.

18. Kalt. W. The role of oxidative stress and antioxidants in plant and human helth: Introduction to the Colloquin / W. Kalt, M.M. Kushand // HortScience. – 2000. – P. 572.

19. <https://www.gismeteo.ru/>