

УДК 634.1:631.526.32]:631.529

UDC 634.1:631.526.32]:631.529

4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (сельскохозяйственные науки)

4.1.4. Gardening, vegetable growing, viticulture and medicinal crops (agricultural sciences)

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ НА ДЕЙСТВИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ СТРЕСС-ФАКТОРОВ ЛЕТНЕГО ПЕРИОДА В СВЯЗИ С ОПТИМИЗАЦИЕЙ СОРТИМЕНТА И РАЗРАБОТКОЙ СОРТООРИЕНТИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ЮГЕ РОССИИ

FEATURES OF THE REACTION OF FRUIT PLANTS TO THE EFFECT OF CLIMATIC STRESS FACTORS OF THE SUMMER PERIOD IN CONNECTION WITH THE OPTIMIZATION OF THE ASSORTMENT AND VARIETY-ORIENTED CULTIVATION TECHNOLOGIES IN THE SOUTH OF RUSSIA

Дорошенко Татьяна Николаевна
д. с.-х. н., профессор,
SPIN-код 9682-1495,
Scopus ID <https://orcid.org/0000-0001-9641-407X>
doroshenko-t.n@yandex.ru

Doroshenko Tatiana Nikolaevna
Dr.Sci.Agr., professor,
RSCI SPIN-code: 9682-1495,
Scopus ID <https://orcid.org/0000-0001-9641-407X>
doroshenko-t.n@yandex.ru

Чумаков Сергей Семенович
д. с.-х. н., доцент
SPIN-код: 1785-8634
Scopus ID <https://orcid.org/0000-0002-6558-5711>
c.cemen1980@mail.ru

Chumakov Sergey Semenovich
Dr.Sci.Agr., associate professor
RSCI SPIN-code: 1785-8634
Scopus ID <https://orcid.org/0000-0002-6558-5711>
c.cemen1980@mail.ru

Рязанова Людмила Георгиевна
к. с.-х. н., доцент
SPIN-код: 1083-2877
Scopus ID <https://orcid.org/0000-0001-8991-2513>
luda.agro@mail.ru

Ryazanova Lyudmila Georgievna
Cand.Agr.Sci., associate professor
RSCI SPIN-code: 1083-2877
Scopus ID <https://orcid.org/0000-0001-8991-2513>
luda.agro@mail.ru

Онищенко Юлия Андреевна
ассистент, аспирант
SPIN-код: 3772-4330
jgermanne@gmail.com

Onishchenko Yulia Andreevna
assistant, postgraduate student
RSCI SPIN-code: 3772-4330
jgermanne@gmail.com

Пархоменко Ольга Валериевна
к.б.н.
SPIN-код: 7085-6876
parhomenko729@mail.ru

Parkhomenko Olga Valerievna
Cand.Biol.Sci.
RSCI SPIN-code: 7085-6876
parhomenko729@mail.ru

Дзябко Евгений Петрович
к. с.-х. н., доцент
SPIN-код: 4333-1802
dzyabko.e@mail.ru
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Dzyabko Evgeniy Petrovich
Cand.Agr.Sci., associate professor
RSCI SPIN-code: 4333-1802
dzyabko.e@mail.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Работа направлена на определение биологических индикаторов устойчивости плодовых растений (на примере яблони и фундука) к комплексу неблагоприятных факторов летнего периода. Исследования проведены в 2022-2023 годах на фоне аномальных погодных условий летнего сезона в насаждениях яблони разного типа третьего-четвертого возрастных периодов, и фундука (прикубанская зона садоводства, почва - чернозем выщелоченный). Изучены сорта яблони Флорина, Либерти (органический сад посадки 2002 г. схема размещения

The work is aimed at determining the biological indicators of the resistance of fruit plants (for example, apple and hazelnut) to the complex of unfavorable factors of the summer period. The research was carried out in 2022-2023 against the background of abnormal weather conditions of the summer season in apple trees of various types of the third-fourth age periods, and hazelnuts (Prikubanskaya gardening zone, soil - leached chernozem). Varieties of apple trees Florina, Liberty (organic planting garden 2002) have been studied. tree placement scheme 5.0x3.0m), as well as

деревьев 5,0х3,0м), а также сорта Голден Делишес Рейнджерс в том числе с использованием затеняющего материала и Ренет Симиренко (традиционный сад посадки 2016 г., схема размещения деревьев 4,0х1,0м). В трехлетних насаждениях фундука исследованы сорта Черкесский-2, Сочи-2 и Зоринский. По результатам экспериментов важными диагностическими критериями устойчивости растений яблони и фундука к комплексу основных абиотических стрессоров летнего периода являются содержание салициловой кислоты в верхушках побегов (регуляторных центрах) растений и концентрация каротиноидов в листовых пластинках, определяемые в преддверии проявления стрессоров. Независимо от жизненной формы плодовые растения имеют сходные проявления негативного воздействия стресс-факторов. Устойчивость плодовых растений к неблагоприятным факторам среды зависит от генотипических особенностей сорта, а также технологии выращивания. Выделен сортимент плодовых культур, обеспечивающий устойчивое функционирование насаждений в неблагоприятных условиях среды: сорта яблони Ренет Симиренко, Флорина и фундука – Черкесский-2, Сочи-2. Обоснована необходимость использования в агротехнологиях выращивания сортов яблони, чувствительных к действию стрессоров, специальных приемов, обеспечивающих оптимизацию процессов жизнедеятельности растений в неблагоприятных условиях среды (например, применение затеняющего материала)

Ключевые слова: ЯБЛОНЯ, ФУНДУК, СОРТА, УФ-ИЗЛУЧЕНИЕ, ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, ПИГМЕНТЫ, ИНДИКАТОРЫ, УСТОЙЧИВОСТЬ, ЗАТЕНЯЮЩИЙ МАТЕРИАЛ, ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ОПТИМИЗАЦИЯ

Golden Delicious Rangers varieties, including using shading material and Renet Simirenko (traditional planting garden 2016, tree placement scheme 4.0x1.0m). Varieties Cherkessky-2, Sochi-2 and Zorinsky were studied in three-year hazelnut plantations. According to the results of experiments, important diagnostic criteria for the resistance of apple and hazelnut plants to the complex of the main abiotic stressors of the summer period are the content of salicylic acid in the tops of shoots (regulatory centers) of plants and the concentration of carotenoids in leaf blades, determined on the eve of the manifestation of stressors. Regardless of the life form, fruit plants have similar manifestations of the negative effects of stress factors. The resistance of fruit plants to adverse environmental factors depends on the genotypic characteristics of the variety, as well as the cultivation technology. The assortment of fruit crops that ensures the stable functioning of plantings in unfavorable environmental conditions is identified: apple varieties Renet Simirenko, Florina and hazelnuts – Cherkessky-2, Sochi-2. The necessity of using in agrotechnologies of growing apple varieties sensitive to the action of stressors, special techniques that ensure the optimization of plant life processes in adverse environmental conditions (for example, the use of shading material) is substantiated

Keywords: APPLE TREE, HAZELNUT, VARIETIES, UV RADIATION, PHENOLIC COMPOUNDS, PIGMENTS, INDICATORS, STABILITY, SHADING MATERIAL, VITAL ACTIVITY, OPTIMIZATION

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-193-029>

Устойчивое производство плодовой продукции как важнейшей составляющей здорового питания населения является приоритетной задачей АПК России. Вместе с тем ее решение сдерживается довольно частым проявлением на различных территориях соответствующих климатических стрессоров, вызывающих снижение продуктивности плодовых растений и товарных качеств производимой продукции. Значительные потери хозяйственного урожая в насаждениях юга европейской России, являющегося значимой частью региона промышленного садоводства, во многом связаны с погодными аномалиями

<http://ej.kubagro.ru/2023/09/pdf/29.pdf>

летнего периода: высокими температурами воздуха, водным дефицитом и т.д. В такой ситуации требуется нетрадиционный подход к подбору лучших сортов плодовых культур (даже из числа районированных), способных обеспечивать в неблагоприятных условиях среды получение регулярных и достаточно высоких урожаев качественных плодов, а также к разработке отдельных элементов технологий их выращивания с учетом биологической потребности растительного организма.

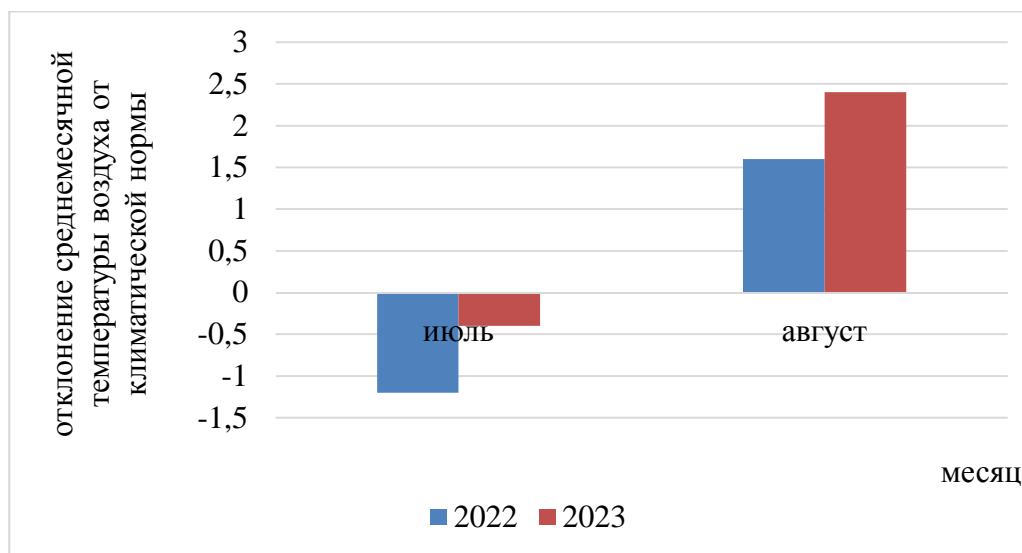
Ранее доказана возможность применения совокупности физиолого-биохимических показателей поликарпических плодовых растений для диагностики устойчивости к комплексу абиотических стрессоров [2].

Цель исследований. Определение биологических индикаторов устойчивости плодовых растений (на примере яблони и фундука) к комплексу неблагоприятных факторов летнего периода, используемых при подборе лучшего сортимента для современных насаждений и разработке сортоориентированных технологий выращивания на территориях юга европейской России.

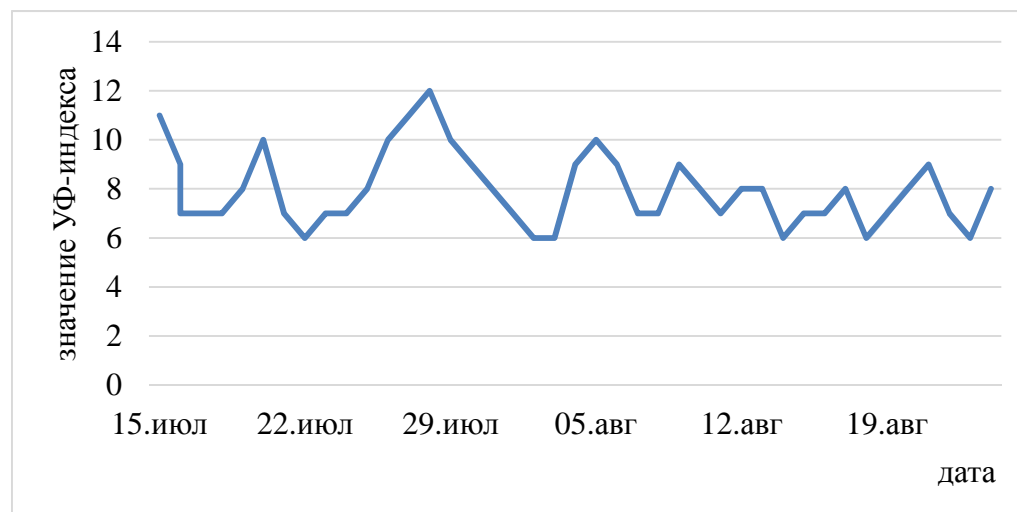
Методы исследований. Исследования проводили в различные по погодным условиям летнего сезона 2022-2023 годы в насаждениях яблони разного типа (традиционных и органических) третьего-четвертого возрастных периодов и фундука (прикубанская зона садоводства, почва - чернозем выщелоченный). Изучали сорта яблони Флорина, Либерти (органический сад посадки 2002 года, схема посадки растений 5,0x3,0м), а также сорта Голден Делишес Рейнджерс в том числе с использованием затеняющего материала и Ренет Симиренко (традиционный сад посадки 2016 года, схема посадки растений 4,0x1,0м). В трехлетних насаждениях фундука исследовали сорта Черкесский-2, Сочи-2, Зоринский. Агротехника участков соответствовала рекомендуемой. Содержание пигментов в листовых пластинках определяли по методу Годнева [1], концентрацию салициловой и индолилуксусной кислот - методом

капиллярного электрофореза [5]. В опыте использованы методы математической обработки

Результаты исследований. По результатам метеонаблюдений среднемесячная температура августа 2022 – 2023 годов превысила климатическую норму на 1,6 – 2,4 °С (рис. 1).



а



б

Рисунок 1 – Погодные условия летнего периода на территории г. Краснодара (2022 – 2023 гг.) (Gismeteo): а- отклонение среднемесячной температуры воздуха от климатической нормы; б-уровень УФ-излучения в летний период 2023 года

Кроме того, в условиях Краснодарского края (прикубанская зона садоводства) в самый жаркий период (июль – август 2023 года) уровень солнечного воздействия (УФ-индекс) достигал высоких и экстремальных значений. Примечательно, что при совместном действии УФ-радиации и повышенной температуры воздуха негативный эффект, вызываемый каждым из этих стрессоров, имеет тенденцию к усилению [6]. Между тем в аномальных условиях среды салициловая кислота, являющаяся составляющей сигнальной системы растительного организма, инициирует реализацию защитной реакции на действие абиотических и биотических стрессоров [5, 8, 9]. Существует мнение о том, что защитные механизмы активируются уже при неповреждающем клетки уровне стрессора, что следует принимать во внимание при оценке успешности акклиматизации растительных клеток к воздействию данного фактора [4, 6].

По нашим данным, в начале летнего сезона (фаза активного роста побегов) большими потенциальными возможностями образования салициловой кислоты в верхушечных меристемах (регуляторных центрах) побегов растений яблони отличались сорта Ренет Симиренко и Флорина (табл. 1). Примечательно, что данный факт не связан с особенностями системы их выращивания. Вместе с тем сорт яблони Голден Делишес Рейнджерс не отличался такими возможностями. Однако использование затеняющего материала, ослабляющего негативное влияние на растительный организм соответствующих стресс-факторов, обеспечило достижение максимальной (в опыте) концентрации салициловой кислоты в меристематических тканях.

Как показал эксперимент, в случае применения затеняющего материала динамика содержания салициловой кислоты в верхушках побегов в первой половине вегетации (июнь-июль) соответствовала нормальному для указанного временного диапазона ритму изменения функциональной (ростовой активности) растительного организма.

Таблица 1. - Биологические показатели растений яблони в насаждениях разного типа (июнь-июль 2023 г.)

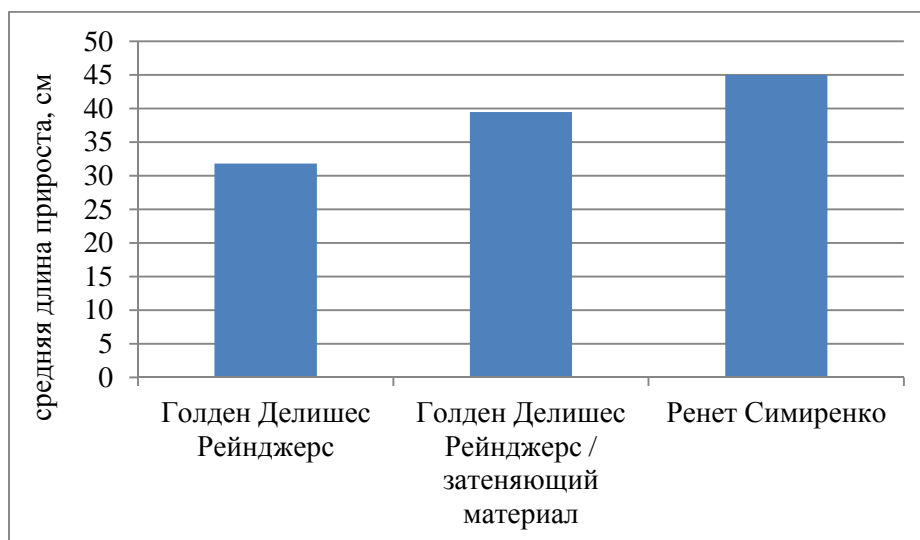
Сорт	Содержание салициловой кислоты в верхушечных меристемах побегов, мг/кг		Содержание ИУК в верхушечных меристемах побегов, мг/кг	Содержание каротиноидов в листьях, мг/дм ²
	01.06.	15.07.		
Традиционные насаждения				
Голден Делишес Рейнджерс	40	42	2,1	0,70
Голден Делишес Рейнджерс (затеняющий материал)	97	25	3,0	0,91
Ренет Симиренко	73	29	6,8	0,92
Органические насаждения				
Флорина	69	32	2,8	0,88
Либерти	13	17	2,0	0,76

S⁻ x ≤ 3%

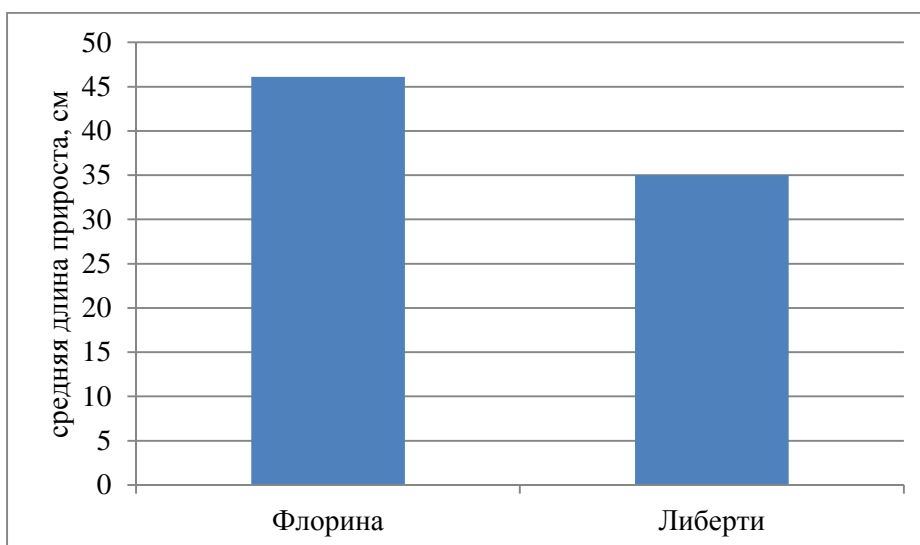
В этом варианте опыта рассматриваемый показатель снизился за 45 суток в 4 раза. Однако отмеченные закономерности проявлялись только у некоторых изучаемых сортов: Ренет Симиренко и Флорина. Вместе с тем у растений сортов Голден Делишес Рейнджерс (без затеняющего материала) и Либерти рассматриваемый показатель в течение указанного срока практически не менялся. Последнее может быть связано с недостаточно эффективной работой сигнальной системы и соответственно - с ослабленной защитной реакцией растительного организма на действие стресс-факторов летнего сезона. Данное заключение подтверждается результатами определения содержания ИУК в верхушках побегов яблони - показателя ростовой активности растительного организма. По данным таблицы 1, достаточно высокие значения данного показателя зафиксированы у яблони устойчивых сортов: Ренет Симиренко и Флорина. Кроме того, достаточно высокая ростовая активность растительного

организма зафиксирована и у неустойчивого сорта **Голден Делишес Рейнджерс** в случае применения затеняющего материала.

Результаты определения средней длины прироста деревьев текущего года – еще одно тому подтверждение (рис. 2).



а



б

Рисунок 2 - Средняя длина приростов яблони различных помологических сортов в насаждениях разного типа (октябрь 2023 г.):

а – традиционные насаждения;

б – органические насаждения.

Исходя из представленных материалов концентрация салициловой кислоты в верхушках побегов в начале летнего сезона может служить одним из индикаторов устойчивости растений яблони к действию неблагоприятных факторов абиотической природы: высоких температур воздуха и уровня УФ-излучения.

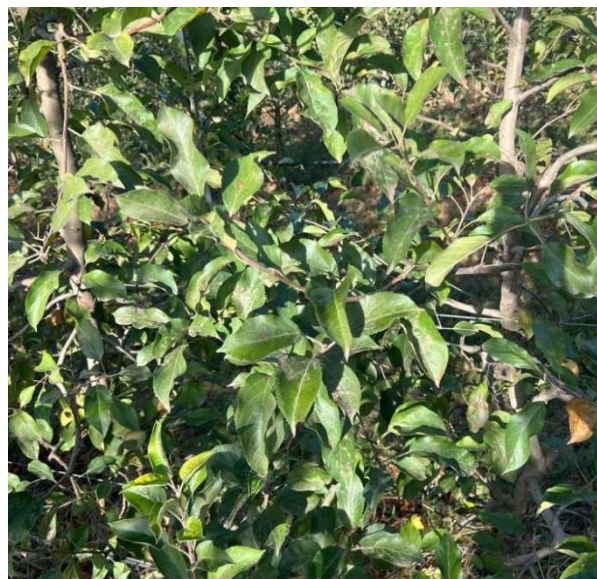
Общеизвестна фотопротекторная функция каротиноидов, состоящая в защите фотосинтетического аппарата от излишка энергии возбуждения при высокой интенсивности света [3, 7].

Если следовать данному утверждению, то изучаемый нами сортимент яблони по «степени защищенности» фотосинтетического аппарата от действия повышенного уровня УФ-излучения можно расположить в следующем порядке (по убывающей): Ренет Симиренко, Флорина, Либерти, Голден Делишес Рейнджерс (см. табл. 1). Тем не менее при использовании затеняющего материала обеспечивается довольно эффективная «защита» и растений сорта Голден Делишес Рейнджерс даже в условиях максимального проявления стресс-фактора.

Следует заметить, что в условиях повышенной фотонагрузки на растительный организм наблюдается развитие некроза листьев, их опадение, поражение плодов различными заболеваниями, ингибирование ряда жизненно важных параметров и, в конечном счете, - снижение продуктивности растений [6] (рис. 3, 4). Продуктивность всех изучаемых сортов яблони, независимо от особенностей технологии их выращивания, в 2023 году ниже, чем в 2022. Однако при использовании органической системы ведения сада различия по годам менее выражены и составляли только 10-15%, тогда как в традиционных садах эта разница достигала 37%.



а

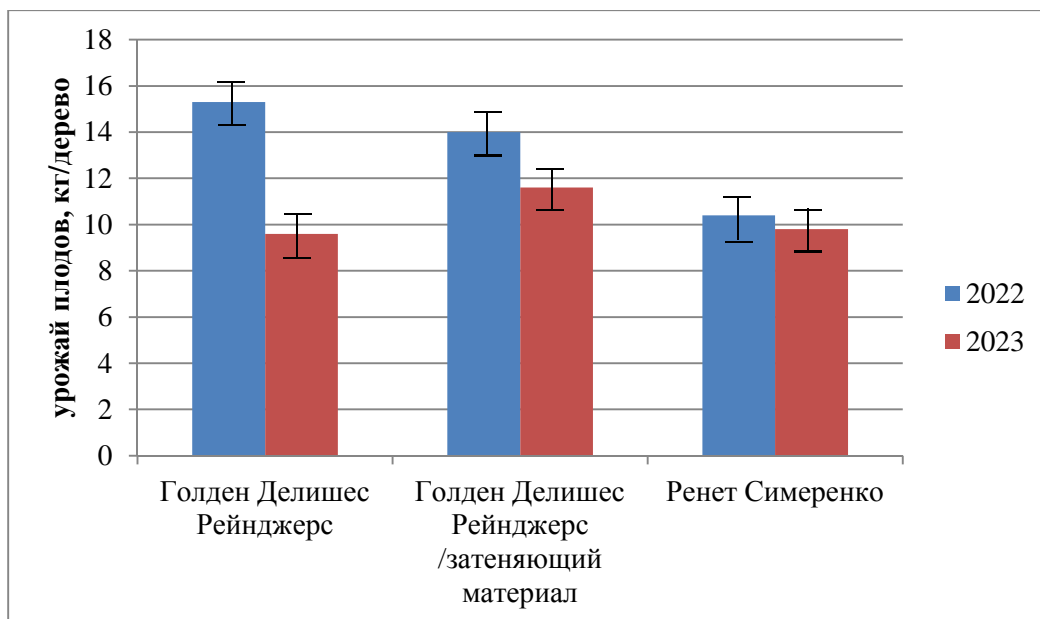


б

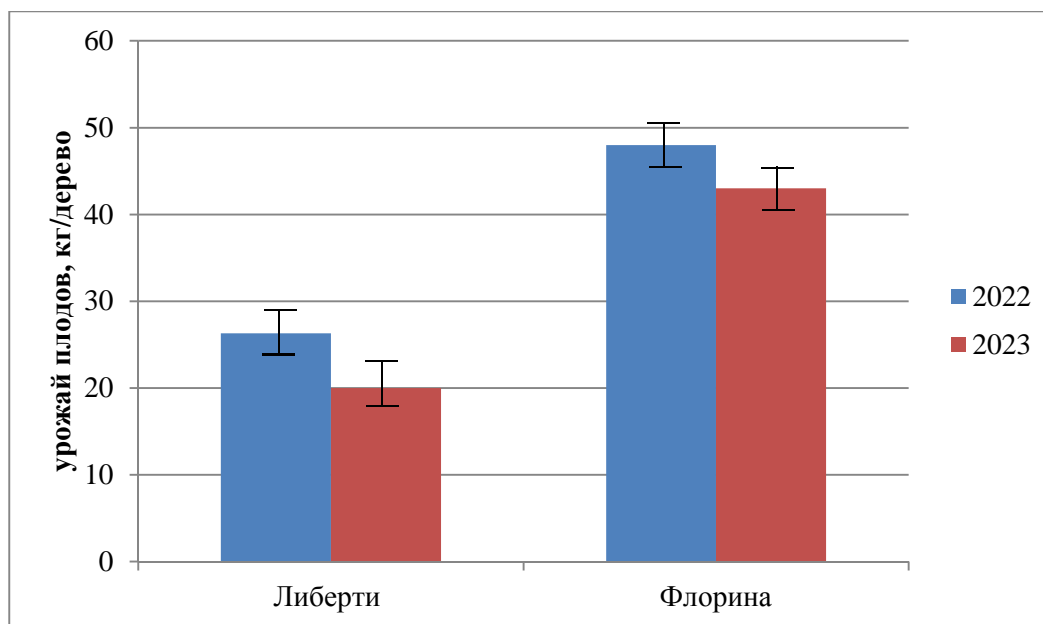
Рисунок 3 – Внешний вид листьев яблони сорта Голден Делишес Рейнджерс (август 2023 г.): а - без использование затеняющего материала, б - с использованием затеняющего материала

Менее значимое снижение урожая плодов яблони зафиксировано у растений двух сортов: Ренет Симиренко и Флорина, что полностью совпадает с результатами оценки степени их устойчивости к повреждающему действию стрессоров летнего периода (прежде всего – ультрафиолетового света). Примечательно, что в аномальный по погодным условиям летнего сезона год под влиянием искусственного затенения продуктивность яблони сорта Голден Делишес Рейнджерс увеличилась на 17%.

Таким образом, применение в современных насаждениях яблони затеняющего материала инициирует в растительном организме определенные физиолого-биохимические изменения, оптимизирующие действие защитных механизмов при проявлении повышенного уровня ультрафиолетового излучения. Не исключено, что аналогичный эффект может достигаться и в случае использования некоторых иных специфических агроприемов, например минерального питания.



а



б

Рисунок 4 – Продуктивность яблони различных помологических сортов в насаждениях разного типа (2022-2023 гг.):

а – традиционные насаждения;

б – органические насаждения.

Сходные проявления стрессового состояния растительного организма, вызванные действием неблагоприятных факторов летнего периода, зафиксированы и у растений фундука. Отмечено, в частности,

развитие некрозов листьев, их опадение, ослабление роста побегов, особенно у чувствительных к действию стресс-факторов сортов, например Зоринский (рис. 5).

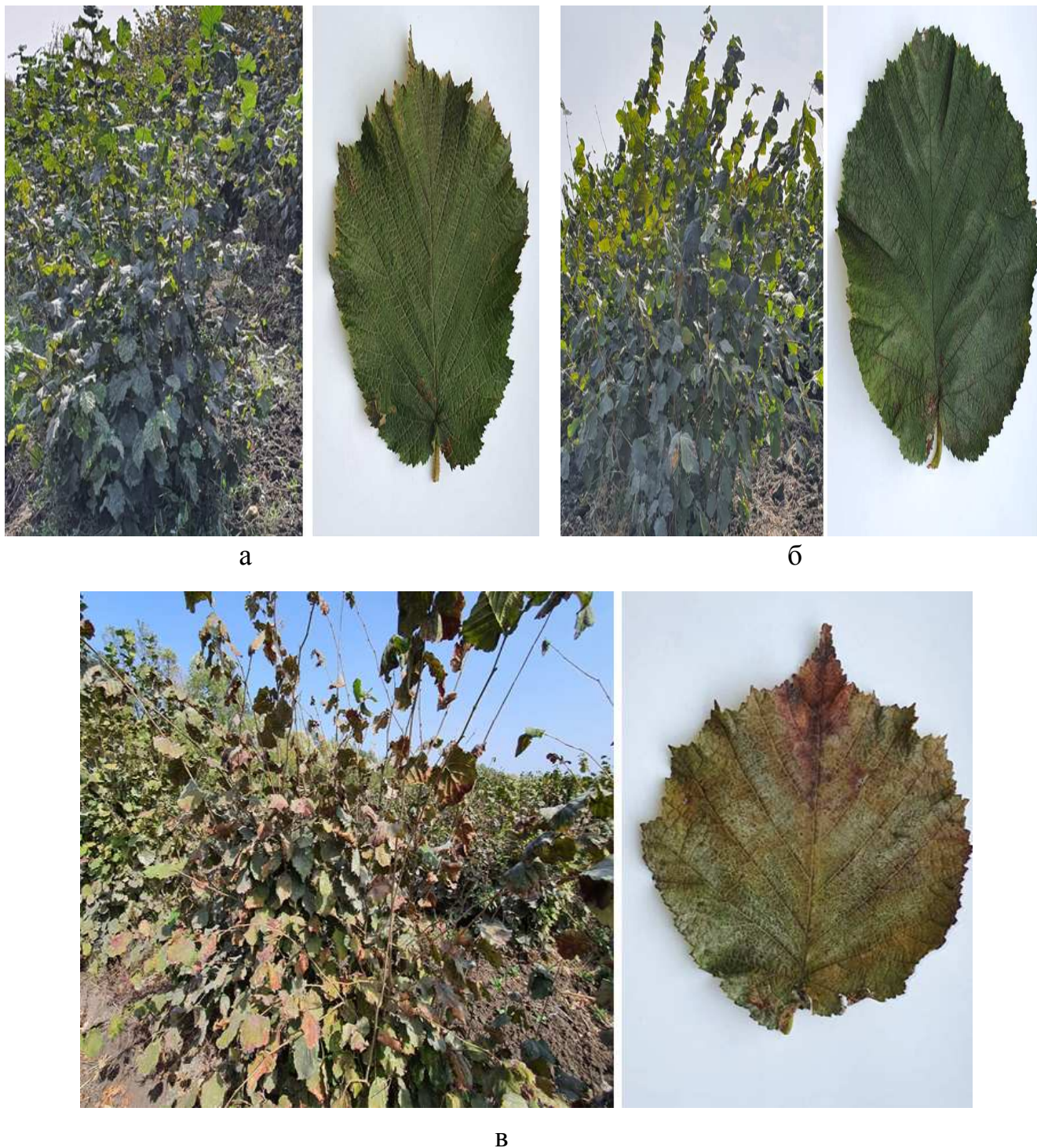


Рисунок 5 – Состояние растений фундука различных сортов в аномальный по погодным условиям летнего периода 2023 год
Сорта: а – Черкесский-2, б - Сочи-2, в - Зоринский

В наших экспериментах подтверждена протекторная роль каротиноидов в защите фотосинтетического аппарата от УФ-излучения (рис. 6). Наибольшее содержание каротиноидов в листьях фундука зафиксировано у более устойчивых к неблагоприятному воздействию сортов: Черкесский-2 и Сочи-2. Кроме того, высокая концентрация этого пигмента сопряжена с повышенным содержанием хлорофиллов в листовых пластинках. Более низкие значения указанных показателей свойственны неустойчивому сорту – Зоринский.

Исходя из представленных материалов логично предположить, что выявленные особенности действия защитных механизмов имеют общебиологический характер, не зависящий от жизненной формы растений: древесной (яблоня) или кустовидной (фундук).

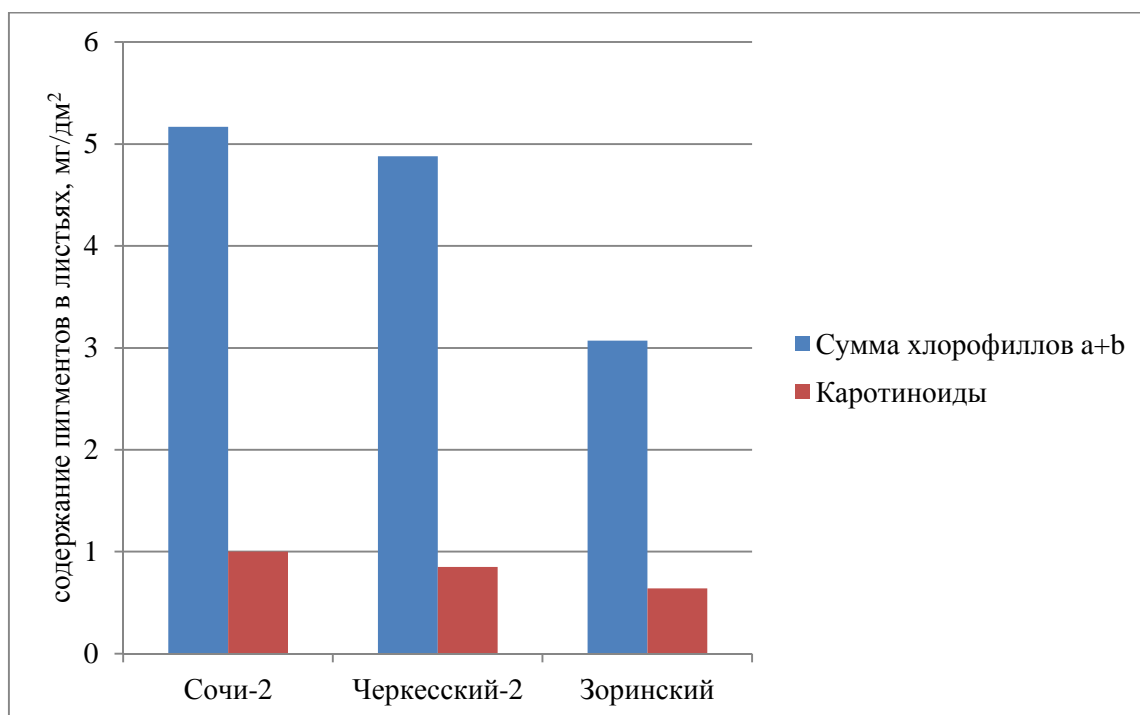


Рисунок 6 – Содержание пигментов в листьях фундука различных сортов (29.07.2023 г.)

Выводы. В результате экспериментов, проведенных на фоне аномальных погодных условий летнего сезона, определены важнейшие биологические индикаторы устойчивости растений яблони и фундука к высоким температурам воздуха и уровню УФ-излучения. К ним относятся содержание салициловой кислоты в верхушках побегов (регуляторных центрах) растений и концентрация каротиноидов в листовых пластинках, определяемые в преддверии проявления стрессоров. Независимо от жизненной формы плодовые растения имеют сходные проявления негативного воздействия стрессоров. Устойчивость плодовых растений к действию абиотических стресс-факторов зависит от генотипических особенностей сорта, а также технологии выращивания. Выделен сортимент плодовых культур, обеспечивающий устойчивое функционирование насаждений в неблагоприятных условиях среды: сорта яблони Ренет Симиренко, Флорина и фундука – Черкесский-2, Сочи-2. Обоснована необходимость использования в агротехнологиях выращивания яблони чувствительных к действию стрессоров сортов специальных приемов, обеспечивающих оптимизацию процессов жизнедеятельности растений в неблагоприятных условиях среды (например, применение затеняющего материала).

Библиографический список

1. Годнев Т.Н. Строение хлорофилла и методы его количественного определения / Годнев Т.Н. - Минск: АН БССР, 1952. – 146 с.
2. Дорошенко Т.Н. Физиологические подходы к сортоизучению и сортовым агротехнологиям в современном плодоводстве / Т.Н. Дорошенко // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – г. Краснодар, 2019. Т. 25. - С. 23-27.
3. Ладыгин В.Г. Современные представления о функциональной роли каротиноидов в хлоропластах эукариот / В.Г. Ладыгин, Г.Н. Ширшикова // Молекулярная биология, цитология, ботаника, 2006. - № 3 (67). – С. 163-189
4. Образование фенольных соединений и фотосинтетический электронный транспорт в каллусных культурах чайного растения, подвергнутых действию УФ-В радиации / Н.В. Загоскина, А.К. Алявина, Т.О. Гладышко и др. // Материалы VI

междунар. симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования», 2005. – Пушино. – М.: РУДН. – С. 293-297

5. Патент на изобретение RU 2698913 C1, Способ определения содержания салициловой кислоты в вегетативных органах растений методом капиллярного электрофореза / Ненько Н.И., Якуба Ю.Ф., Яблонская Е.К., Мишко А.Е.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ СКФНЦСВВ № 2018110507: заяв. 23.03.2018: опуб. 02.09.2019

6. Упадышев М.Т. Роль фенольных соединений в процессах жизнедеятельности садовых растений / М.Т. Упадышев. – М.: Изд. Дом МСП, 2008. – 320 с.

7. Физиология растений / Н.Д. Алехина, Ю.В. Балнокин, В.Ф. Гавриленко и др.; М.: Издательский центр "Академия", 2007. – 640 с.

8. Хелдт Г.В. Биохимия растений / Г.В. Хелдт – М.: Изд-во. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 471 с.

9. Ultraviolet light and ozone stimulate accumulation of salicylic acid, pathogenesis related proteins and virus resistance in tobacco/ Yalpani N. et al.// Planta. – 1994. – V. 193. – P. 372-376

References

1. Godnev T.N. Stroenie hlorofilla i metody ego kolichestvennogo opredelenija / Godnev T.N. - Minsk: AN BSSR, 1952. – 146 s.

2. Doroshenko T.N. Fiziologicheskie podhody k sortoizucheniju i sortovym agrotehnologijam v sovremennom plodovodstve / T.N. Doroshenko // Nauchnye trudy Severo-Kavkazskogo federal'nogo nauchnogo centra sadovodstva, vinogradarstva, vinodelija. – g. Krasnodar, 2019. T. 25. - S. 23-27.

3. Ladygin V.G. Sovremennye predstavlenija o funkcional'noj roli karotinoidov v hloroplastah jeukariot / V.G. Ladygin, G.N. Shirshikova // Molekuljarnaja biologija, citologija, botanika, 2006. - № 3 (67). – S. 163-189

4. Obrazovanie fenol'nyh soedinenij i fotosinteticheskij jelektronnyj transport v kallusnyh kul'turah chajnogo rastenija, podvergnutyh dejstvuju UF-B radiacii / N.V. Zagoskina, A.K. Aljavina, T.O. Gladysenko i dr. // Materialy VI mezhdunar. simpoziuma «Novye i netradicionnye rastenija i perspektivy ih ispol'zovanija», 2005. – Pushhino. – М.: РУДН. – С. 293-297

5. Patent na izobretenie RU 2698913 C1, Sposob opredelenija soderzhaniija salicilovoj kisloty v vegetativnyh organah rastenij metodom kapilljarnogo jelektroforeza / Nen'ko N.I., Jakuba Ju.F., Jablonskaja E.K., Mishko A.E.; zajavitel' i patentoobladatel' FGBNU SKFNCSVV № 2018110507: zajav. 23.03.2018: opub. 02.09.2019

6. Upadyshev M.T. Rol' fenol'nyh soedinenij v processah zhiznedejatel'nosti sadovyh rastenij / M.T. Upadyshev. – М.: Изд. Дом МСП, 2008. – 320 с.

7. Fiziologija rastenij / N.D. Alehina, Ju.V. Balnokin, V.F. Gavrilenko i dr.; М.: Izdatel'skij centr "Akademija", 2007. – 640 с.

8. Heldt G.V. Biohimija rastenij / G.V. Heldt – М.: Изд-во. БИНОМ. Laboratorija znaniij, 2011. – 471 с.

9. Ultraviolet light and ozone stimulate accumulation of salicylic acid, pathogenesis related proteins and virus resistance in tobacco/ Yalpani N. et al.// Planta. – 1994. – V. 193. – P. 372-376