

УДК 634.1:631.8

UDC 634.1:631.8

DOI 10.30679/2219-5335-2022-4-76-137-154

DOI 10.30679/2219-5335-2022-4-76-137-154

**РЕЖИМ ПИТАНИЯ
И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ
СОСТОЯНИЕ ЯБЛОНИ
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ
СПЕЦИАЛЬНОГО АГРОХИМИКАТА
НАПРАВЛЕННОГО ДЕЙСТВИЯ**

**NUTRITION REGIME
AND FUNCTIONAL STATE
OF APPLE TREES IN THE COURSE
OF APPLICATION OF SPECIAL
AGROCHEMICALS
OF SPECIFIC ACTION**

Сергеева Наталья Николаевна
канд. с.-х. наук
старший научный сотрудник
лаборатории агрохимии
и мелиорации
e-mail: sady63@bk.ru

Sergeyeva Natalya Nikolayevna
Cand. Agr. Sci.
Senior Research Associate
of Laboratory
of Agric-chemistry and Melioration
e-mail: sady63@bk.ru

Ярошенко Олеся Владимировна
канд. с.-х. наук
научный сотрудник
лаборатории экологии почв
e-mail: olesya-yaroshenko@yandex.ru

Yaroshenko Olesya Vladimirovna
Cand. Agr. Sci.
Research Associate
of Laboratory of Soil Ecology
e-mail: olesya-yaroshenko@yandex.ru

Киселева Галина Константиновна
канд. биол. наук
старший научный сотрудник
лаборатории физиологии
и биохимии растений
e-mail: galina-kiseleva-1960@mail.ru

Kiseleva Galina Konstantinovna
Cand. Biol. Sci.
Senior Research Associate
of Plant Physiology
and Biochemistry Laboratory
e-mail: galina-kiseleva-1960@mail.ru

Схаляхо Татьяна Вячеславовна
младший научный сотрудник
лаборатории физиологии
и биохимии растений
e-mail: tShalyho@mail.ru

Shalyakho Tatiana Vyacheslavovna
Junior Research Associate
of Plant Physiology
and Biochemistry Laboratory
e-mail: tShalyho@mail.ru

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

В статье изложены результаты экспериментальных исследований влияния системного применения специального агрохимиката направленного действия «Максифол Мега» на функциональное состояние и режим питания растений яблони в нестабильных условиях среды. В 2019-2021 гг. водные растворы препарата применяли в плодоносящих насаждениях слаборослой яблони сортов Айдаред,

The article presents the results of experimental studies of the effect of the systemic application of a «Maxifol Mega» special agrochemical of specific action on the functional state and nutrition regime of apple plants in unstable environmental conditions. Aqueous solutions of the drug were used in fruit-bearing plantings of low-growing apple trees of the Idared, Prikubanskoe, Renet

Прикубанское, Ренет Кубанский в опытно-производственном хозяйстве «Центральное» (г. Краснодар). Методическое сопровождение полевых и лабораторных исследований растительных образцов (листья, побеги) общепринятое, рекомендуемое для опытов с удобрением плодовых культур. В результате исследований установлено, что в условиях дестабилизирующего действия абиотических факторов некорневые обработки яблони оказывали положительное воздействие на интенсивность синтетических процессов у растений. На этапе формирования и развития плодов (X-XI этапы органогенеза) в 2019 и 2020 гг. суммарное содержание хлорофилла в листьях на 5,6-23,0 % превышало этот показатель в контрольном варианте. В июле и в августе на фоне продолжительного отсутствия атмосферных осадков и максимальных значениях температуры воздуха 34,6-38,1 °C содержание фотосинтетических пигментов не превышало 3 мг/г сухого вещества. При этом на фоне применения некорневых обработок деревьев показатель был выше на 15,0-18,4 %. В 2020 и 2021 гг. валовое содержание основных биогенных элементов в листьях преимущественно в средней части побега превышало значение показателя в сравнении с контрольным вариантом в июне, июле и августе. На фоне дефицита влаги в августе в листьях средней части побега содержание калия было выше на 0,8-45,8 % в зависимости от сорта. Выявленный уровень сезонной Функциональной активности яблони и режим питания культуры на фоне применения препарата «Максифол Мега» соответствовал более высокому уровню урожайности растений в сравнении с урожайностью в контрольном варианте: сорт яблони Прикубанское (1852 дер./га) 24,4 и 28,1 т/га; сорт яблони Айдаред (2469 дер./га) 38,5 и 44,2 т/га; сорт яблони Ренет Кубанский (1852 дер./га) 34,8 и 29,9 т/га.

Ключевые слова: ЯБЛОНЯ, СПЕЦИАЛЬНЫЙ АГРОХИМИКАТ, НЕКОРНЕВЫЕ ПОДКОРМКИ, РЕЖИМ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ, УРОЖАЙНОСТЬ

Kubansky varieties in the experimental production farm «Tsentrallye» (Krasnodar) in 2019-2021. Methodological support of field and laboratory studies of plant samples (leaves, shoots) is generally accepted, recommended for experiments with fertilization of fruit crops. It was found as a result of the research that non-root apple tree treatments had a positive effect on the intensity of synthetic processes in plants under the conditions of the destabilizing effect of abiotic factors. The total chlorophyll content in the leaves was 5.6-23.0% higher than this indicator in the control variant at the stage of formation and growth of fruits (X-XI stages of organogenesis) in 2019 and 2020. The content of photosynthetic pigments did not exceed 3 mg/g of dry matter against the background of prolonged absence of precipitation and maximum air temperature values of 34.6...38.1 °C in July and August. At the same time the indicator was higher by 15.0-18.4 % against the background of the application of non-root treatments of trees. The gross content of the main nutrients in the leaves mainly in the middle part of the shoot in 2020 and 2021 exceeded the value of the indicator in comparison with the control variant in June, July and August. The potassium content in the leaves of the middle part of the shoot was higher by 0.8-45.8 % depending on the variety against the background of moisture deficiency in August. The derived level of seasonal functional activity of the apple tree and the nutrition mode corresponds to a higher yield class against the background of the action of the «Maxifol Mega» drug in comparison with the yield in the control variant: the Prikubanskoe apple variety (1852 trees/ha) 24.4 and 28.1 t/ha; the Idared apple variety (2469 trees/ha) 38.5 and 44.2 t/ha; the Renet Kubansky apple variety (1852 trees/ha) 34.8 and 29.9 t/ha.

Key words: APPLE TREE, SPECIAL AGROCHEMICALS, FOLIAR DRESSING, PLANT NUTRITION REGIME, YIELD CAPACITY

Введение. Формирование стабильно функционирующего плодового ценоза в условиях негативного воздействия абиотических стрессоров – одна из приоритетных задач современного садоводства [1, 2]. Актуальность данной задачи для южного региона России обусловлена ежегодно повторяющимися значительными колебаниями температуры воздуха в ранневесенний период, возвратными заморозками, интенсивной солнечной инсоляцией в летний период и напряженностью гидротермических факторов, продолжительность действия которых вызывает состояние стресса у растений. Для культуры яблони, составляющей основной потенциал отрасли плодоводства, активация защитных механизмов, характерных для адаптационного синдрома, нарушает процесс реализации потенциальной продуктивности растений, усиление редукции формирующихся плодов ведет к снижению урожая и стабильности плодоношения в целом [3-7]. В этих условиях перспективным приемом стабилизации функционального состояния яблони является оптимизация содержания в растениях биогенных элементов, участвующих в биохимическом и физиологическом метаболизме, на основе применения специальных агрохимикатов направленного действия некорневым методом [8-12]. Современный уровень производства агрохимикатов, используемых в растениеводстве, позволяет разрабатывать специальные составы препаратов, содержащие активные фитоингредиенты в комплексе с макро-, мезо- и микроэлементами. Широкий спектр действия специальных комплексных агрохимикатов, быстрое поглощение листом растворенных в воде компонентов и транспорт по симпласту с вовлечением в синтетические реакции позволяют рассматривать применение препаратов, как эффективный прием воздействия на растения в постстрессовый период. В этой связи актуальны системные исследования, направленные на выявление комплекса показателей, характеризующих функциональное состояние и режим питания растений в сезонном цикле развития на фоне применения листовых

обработок специальными комплексными агрохимикатами направленного действия [13-15].

Основной целью исследований явилось экспериментально-теоретическое обоснование приема, как способа регуляции физиологических функций растений в нестабильных условиях среды.

Объекты и методы исследований. Полевой опыт в соответствии с рекомендуемой методикой [16] был проведен в 2019-2021 гг. в насаждении слаборослой яблони интенсивного типа со схемой размещения растений 4,5 x 1,2 м и 4,5 x 0,9 м. Участок расположен в опытно-производственном хозяйстве «Центральное» (г. Краснодар). Почва участка – агрозем структурно-метаморфический (согласно классификации World Reference Base for Soil Resources, 2014 [17]), имеющий нейтральную кислотность, уплотненное сложение, пониженную нитрификационную способность, удовлетворительный фосфатно-калийный режим, содержание гумуса в $A_{\text{пах}}$ (3,3-3,8 %). Сад на шпалере заложен в 2009 г. Система формирования кроны – «крона-ряд». Подвой – СК4. Повторность опыта – шестикратная. За однократную повторность принято «дерево-делянка». Для некорневых обработок деревьев использовали специальное органоминеральное жидкое удобрение «Максифол Мега», имеющее инновационную формулу активных фитоингредиентов. В состав препарата входят: амидный азот 5,8 %, K_2O 1,5 %, Fe (ДТПА) 1,3 %, Mg (ЭДТА) 1,9 %, Zn (ЭДТА) 2,5 %, экстракт водорослей *Ascophyllum nodosum* 12,7 % (препарат зарегистрирован в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов», разрешенных к применению на территории РФ). Препарат также содержит цитокинины, бетаины, маннит, органические кислоты, полисахариды, аминокислоты и белки. Концентрация рабочего раствора при системном применении препарата составляла 0,3 % при расходе рабочего раствора на 1 дерево ~ 0,5 л (первая обработка, через две недели после начала цветения – формирование завязи). Для второй обработки перед июньским осыпанием завязи

(размер плода «грецкий орех») расход рабочего раствора на одно дерево увеличивали в 1,6 раза. Система применения обработок основана на направленном действии агрохимиката стимулировать функциональную активность растений и рост плодов на начальных фазах развития при неблагоприятных условиях среды.

Методическое сопровождение лабораторных исследований растительных образцов (листья, побеги) общепринятое, рекомендуемое для опытов с удобрением плодовых культур [18-20]. Анализы выполнены в Центре коллективного пользования высокотехнологичным оборудованием СКФНЦСВВ.

Обсуждение результатов. Исследуя в 2019-2021 гг. динамику гидротермических факторов в позднезимний период, выявили характерную тенденцию провокационного перепада температур воздуха в третьей декаде февраля (рис. 1), что вызвало необходимость проведения биологических наблюдений за состоянием растений яблони методом анатомо-морфологического исследования тканей годичных приростов и почек (рис. 2, 3).

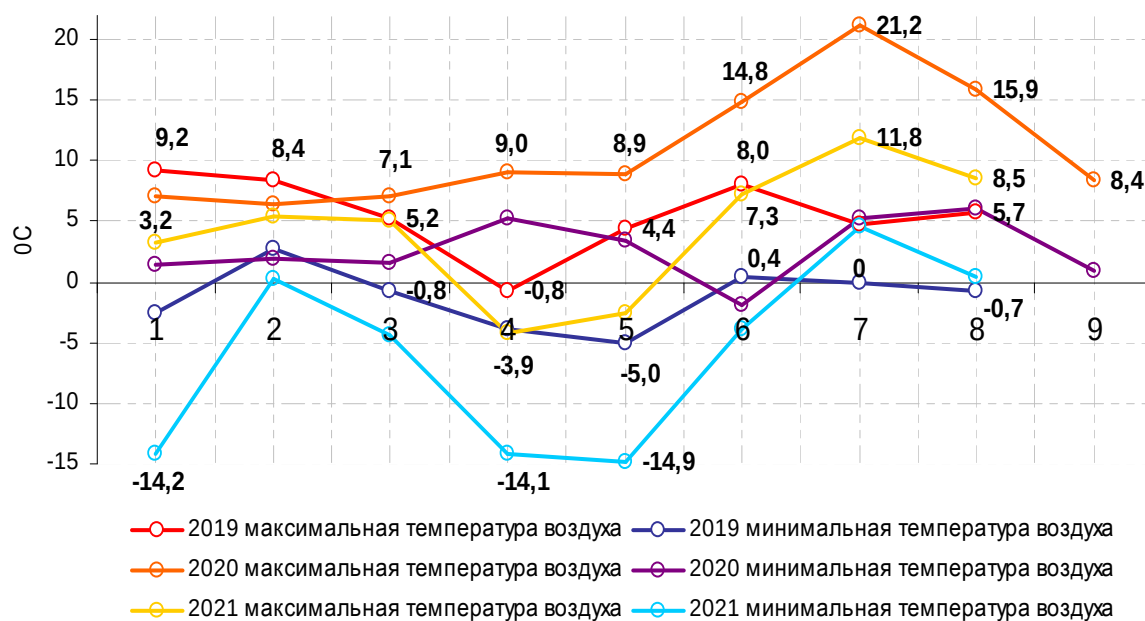


Рис. 1. Динамика температуры воздуха в третьей декаде февраля

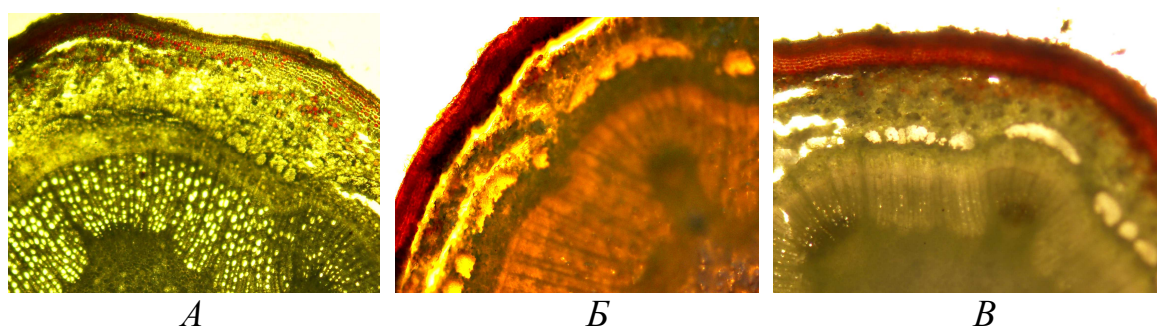


Рис. 2. Микрофото поперечного среза годовичных приростов яблони в феврале
(А – сорт Ренет Кубанский; Б – сорт Прикубанское; В – сорт Айдаред)

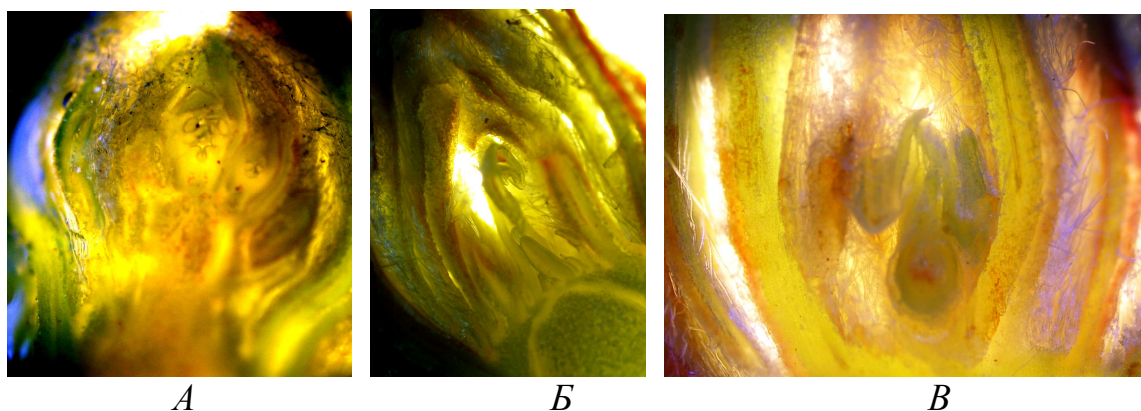


Рис. 3. Микрофото продольного среза плодовой почки с зачатками цветков в феврале
(А – сорт Ренет Кубанский; Б – сорт Прикубанское; В – сорт Айдаред)

Установлено, что состояние всех тканей годовичных приростов (коры, древесины, сердцевины) и почек у растений яблони было удовлетворительным и характерным для этого периода, что характеризует уровень устойчивости культуры.

Перед цветением, в фазе разрыхления почек и усиленного роста околоцветника, а также в период цветения яблони значительный перепад температур воздуха сохранялся (рис. 4).

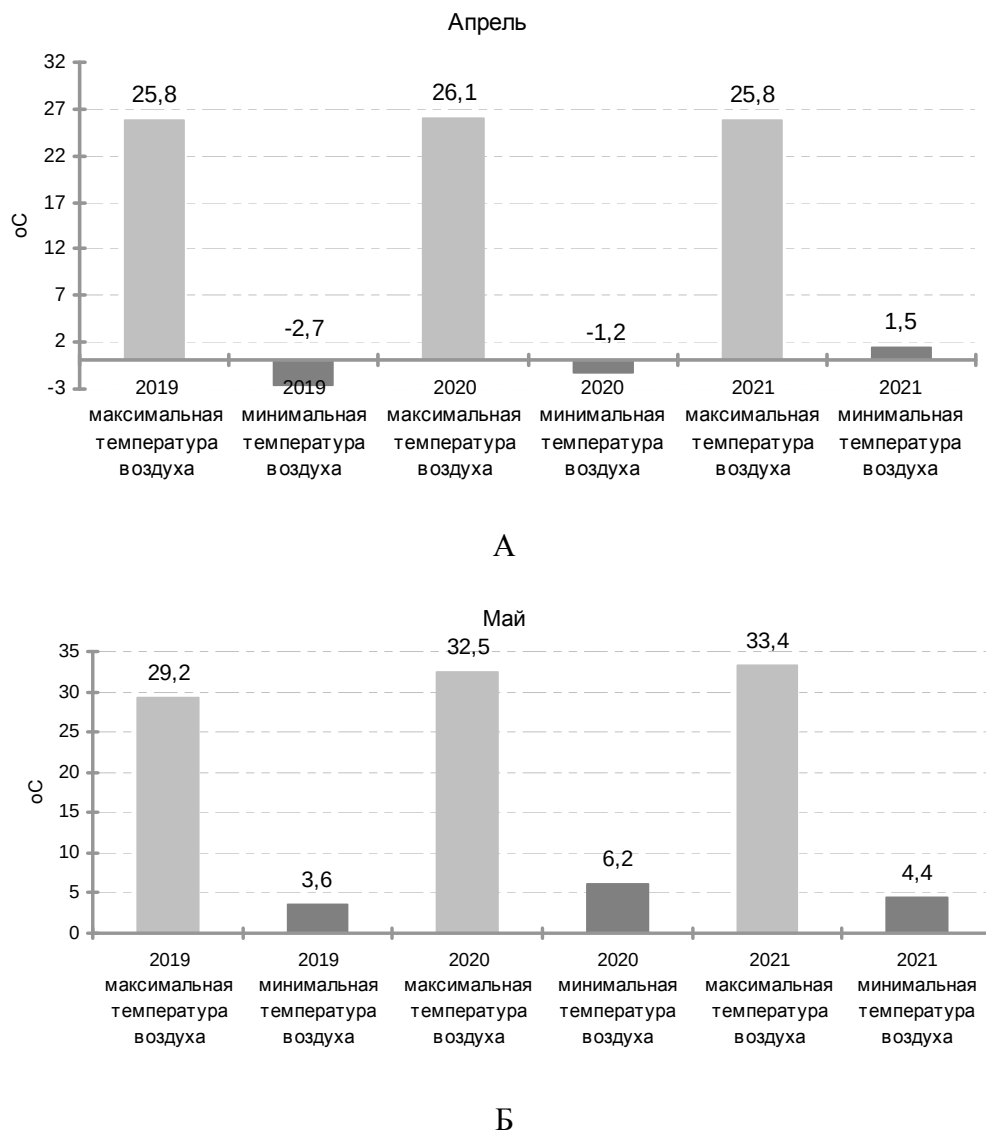


Рис. 4. Перепад максимальных и минимальных температур воздуха в апреле (А) и мае (Б)

На этапе формирования завязей (IX этап органогенеза) провели первую обработку деревьев препаратом «Максифол Мега» с целью снижения интенсивности редукции. Перед июньским осыпанием растущих плодов была проведена вторая обработка деревьев рабочим раствором препарата, что способствовало снижению количества осыпавшихся плодов в сравнении с контрольным вариантом от 1,8 до 5,7 % в расчете на кв. м площади проекции кроны.

Помимо снижения интенсивности редукции сформировавшихся плодов вторая обработка деревьев препаратом «Максифол Мега» была

направлена на оптимизацию условий прогрессирующего увеличения размера плодов, когда в тканях продолжалось активное деление клеток внутренней и внешней зон мякоти. После проведения двух обработок, исследовали в динамике функциональное состояние яблони, анализируя водный режим и содержание пигментов в листьях побегов.

В 2019 г. в июне выявлено преимущество варианта с применением некорневых обработок по показателям: содержание общей воды в листьях побегов (сорт яблони Ренет Кубанский), суммарное содержание фотосинтетических пигментов (сорта яблони Прикубанское, Ренет Кубанский, Айдаред) (табл. 1).

Таблица 1 – Оводненность листьев и содержание пигментов в июне, 2019 г.

Сорт	Вариант	Общая вода	Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>	Сумма хлорофиллов <i>a+b</i>	Каротиноиды
		%	мг/г сух. в-ва			
Прикубанское	Контроль, б/у	66,4	3,56	0,99	4,55	1,76
	Некорневые обработки	66,4	4,15	1,32	5,47	1,79
НСР _{0,05}		1,35	0,16	0,13	0,40	0,21
Ренет Кубанский	Контроль, б/у	56,9	3,53	1,13	4,66	1,52
	Некорневые обработки	65,7	3,73	1,19	4,92	1,64
НСР _{0,05}		2,03	0,10	0,06	0,09	0,18
Айдаред	Контроль, б/у	68,2	3,89	1,06	4,95	1,63
	Некорневые обработки	68,5	4,16	1,22	5,38	1,92
НСР _{0,05}		1,34	0,13	0,08	0,39	0,22

В июне 2020 г. содержание в листьях побегов яблони основных пигментов, участвующих в фотосинтезе, на фоне некорневых обработок водными растворами специального агрохимиката также превышало значение показателей в контрольном варианте у сортов Ренет Кубанский и Айдаред (табл. 2).

В 2020 г. наиболее значительные различия валового содержания азота, фосфора и калия отмечены в июне, через месяц после некорневых обработок деревьев препаратом «Максифол Мега» (рис. 5).

Таблица 2 – Оводненность листьев и содержание пигментов в июне 2020 г.

Сорт	Вариант	Общая вода	Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>	Сумма хлорофиллов <i>a+b</i>	Каротиноиды
		%	мг/г сух. в-ва			
Прикубанское	Контроль, б/у	60,1	3,67	1,67	5,34	0,65
	Некорневые обработки	60,8	3,74	1,43	5,17	0,69
НСР _{0,05}		1,45	0,21	0,11	0,30	0,07
Ренет Кубанский	Контроль, б/у	62,82	4,09	1,82	5,91	0,65
	Некорневые обработки	60,83	4,94	2,33	7,27	0,74
НСР _{0,05}		1,03	0,16	0,27	0,15	0,04
Айдаред	Контроль, б/у	58,07	4,03	1,71	5,74	0,69
	Некорневые обработки	59,20	4,33	1,89	6,22	0,67
НСР _{0,05}		1,30	0,27	0,11	0,25	0,05

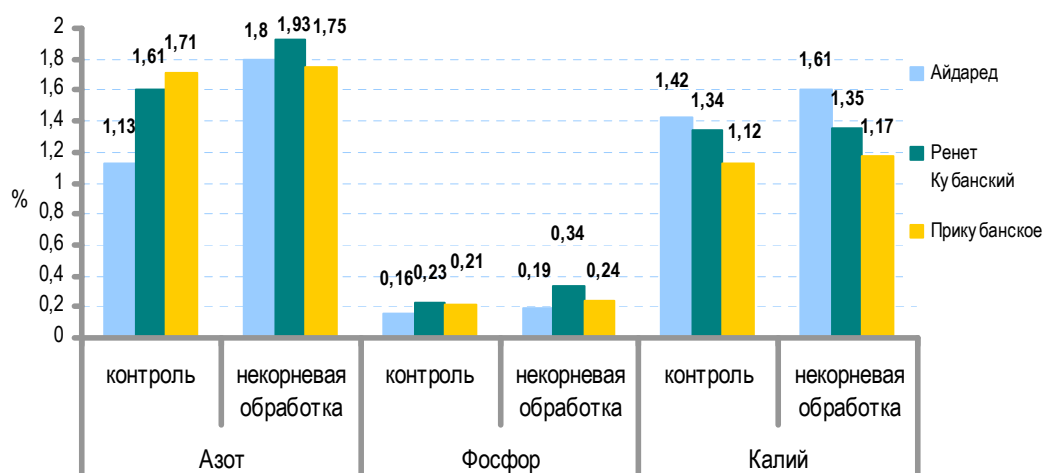


Рис. 5. Содержание основных минеральных элементов в листьях побегов в июне

В 2021 г. валовое содержание основных биогенных элементов в листьях и побегах яблони анализировали дифференцированно (в апикальной, средней и базальной части побега) (табл. 3).

Содержание азота в листьях апикальных и базальных участков побега яблони сорта Айдаред в июне было выше преимущественно в контрольном варианте (без некорневых обработок), что, вероятно, связано с перераспределением элемента в связи с более интенсивным ростом сформировавшихся плодов на фоне некорневых обработок. Аналогичная тенденция выявлена в результате химического анализа побегов. В средней

части побега содержание азота в листьях превышало значение показателя в варианте без обработок препаратом, что соответствовало данным 2020 г. Содержание калия в листьях и побегах на фоне обработок препаратом преимущественно превышало содержание элемента в контрольном варианте. Определено также увеличение содержания валового кальция в листьях по всей длине побега: в верхней части – на 25-28 %; средней части – на 47,5 %; у основания побега – в 2,3-2,4 раза.

Таблица 3 – Валовое содержание основных минеральных элементов в листьях и побегах яблони на примере сорта Айдаред, июнь, %

Вариант	Апикальная часть побега				
	азот	фосфор	калий	кальций	магний
	лист				
Контроль	1,88	0,27	2,14	0.75	0.32
Некорневые обработки	1,76	0,27	2,30	0.96	0.29
	побег				
	азот	фосфор	калий	кальций	магний
	лист				
Контроль	1,34	0,22	2,21	0.83	0.42
Некорневые обработки	1,23	0,19	2,65	1.03	0.35
	Средняя часть побега				
	азот	фосфор	калий	кальций	магний
	лист				
Контроль	1,77	0,25	1,88	1.01	0.30
Некорневые обработки	1,82	0,24	1,75	0.98	0.43
	побег				
	азот	фосфор	калий	кальций	магний
	лист				
Контроль	0,85	0,14	1,99	0.82	0.26
Некорневые обработки	0,85	0,15	2,05	0.93	0.25
	Базальная часть побега				
	азот	фосфор	калий	кальций	магний
	лист				
Контроль	1,70	0,21	1,61	0.74	0.34
Н/п	1,41	0,15	1,18	0.77	0.26
	побег				
	азот	фосфор	калий	кальций	магний
	лист				
Контроль	0,94	0,13	1,67	0.89	0.14
Н/п	0,73	0,13	2,06	0.83	0.20

У яблони сорта Прикубанское в июне в варианте с применением обработок наблюдалось значительное увеличение содержание в листьях и побегах кальция в сравнении с контрольным вариантом по всей длине побега (в верхушечной части побега соответственно на 25,0 и 30,4 %, средней и базальной части – более чем в два раза). Содержание валового азота в листьях возрастало только в средней части побега (на 17,4 %). Валовое количество фосфора, калия, кальция и магния в верхушечной части побега на фоне

применения обработок значительно превышало содержание элементов в побегах контрольного варианте, соответственно на 15,4, 18,6, 30,4 и 34,6 %.

В этот период в листьях и побегах яблони сорта Ренет Кубанский содержание кальция и магния под влиянием некорневых обработок специальным препаратом возросло в сравнении с контрольным вариантом в среднем соответственно на 23,0 и 85,4 %.

Во второй половине вегетации в 2019-2021 гг. максимальная температура воздуха достигала значений 35,4-38,4 °С при продолжительном отсутствии атмосферных осадков в третьей декаде июля (2021 г.) и в августе (2019-2020 г.) (рис. 6). Температура на поверхности почвы при этом в июле и августе достигала значений 62,4-68,6 °С.

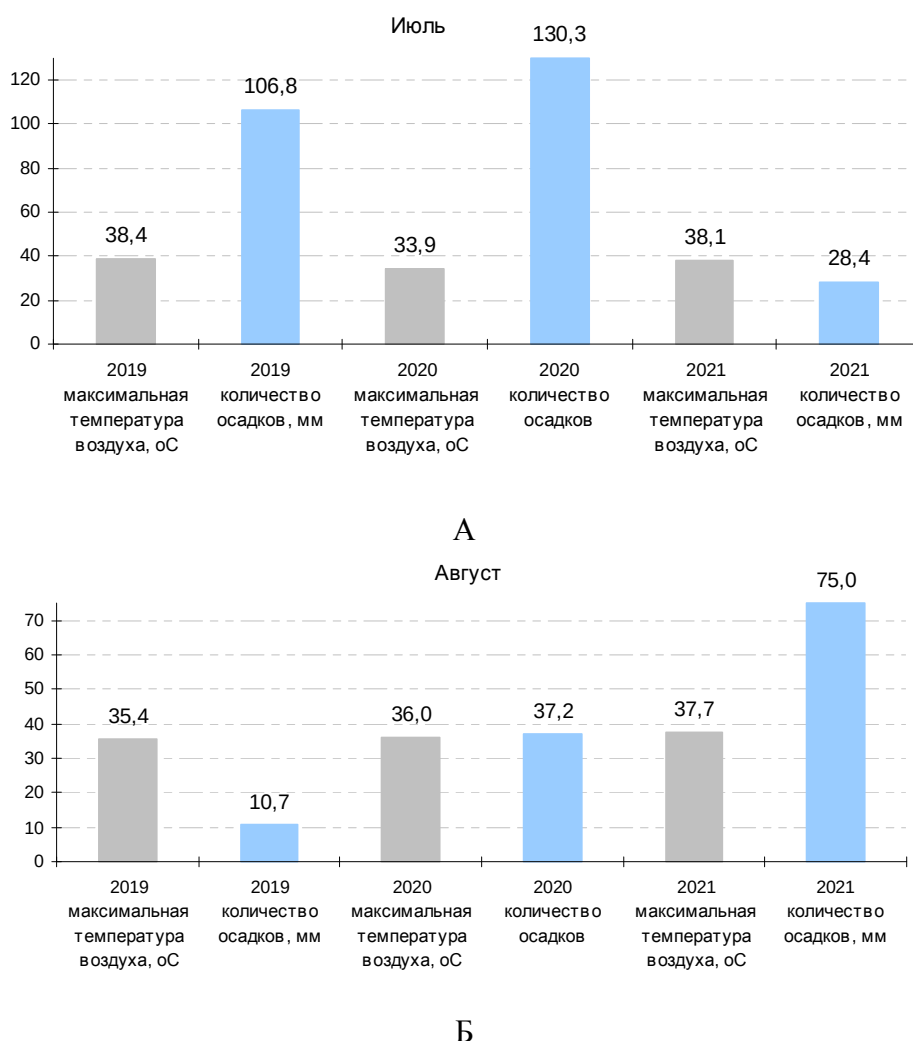


Рис. 6. Максимальная температура воздуха и количество осадков в июле (А) и в августе (Б), 2019-2021 гг.

В июле и в августе ежегодно у всех сортов яблони содержание в листьях побегов хлорофилла «в» – регулятора продуктивности и развития растений – существенно превышало его количество в контрольном варианте (табл. 4, 5).

Таблица 4 – Оводненность листьев и содержание пигментов в июле 2020 г.

Сорт	Вариант	Общая вода	Хлорофилл а	Хлорофилл в	Сумма хлорофиллов а+в	Каротиноиды
		%	мг/г сух. в-ва			
Прикубанское	Контроль, б/у	55,51	4,47	2,02	6,49	0,68
	Органоминеральные некорневые подкормки	56,89	4,23	2,36	6,59	0,67
	НСР _{0,05}	2,03	0,25	0,10	0,12	0,04
Ренет Кубанский	Контроль, б/у	55,18	3,68	1,59	5,27	0,59
	Органоминеральные некорневые подкормки	55,94	3,56	1,74	5,30	0,64
	НСР _{0,05}	1,58	0,34	0,08	0,07	0,05
Айдаред	Контроль, б/у	53,82	4,18	2,18	6,36	0,60
	Органоминеральные некорневые подкормки	54,56	4,24	2,35	6,59	0,60
	НСР _{0,05}	1,64	0,06	0,11	0,06	0,04

Таблица 5 – Оводненность листьев и содержание пигментов в августе 2020 г.

Сорт	Вариант	Общая вода	Хлорофилл а	Хлорофилл в	Сумма хлорофиллов а+в	Каротиноиды
		%	мг/г сух. в-ва			
Прикубанское	Контроль, б/у	52,91	3,37	1,44	4,81	0,58
	Органоминеральные некорневые подкормки	55,95	3,80	2,16	5,96	0,78
	НСР _{0,05}	0,42	0,31	0,12	0,47	0,14
Ренет Кубанский	Контроль, б/у	51,88	2,78	1,33	4,11	0,44
	Органоминеральные некорневые подкормки	55,03	3,44	1,66	5,10	0,51
	НСР _{0,05}	1,03	0,24	0,08	0,08	0,05
Айдаред	Контроль, б/у	53,32	2,93	1,35	4,28	0,52
	Органоминеральные некорневые подкормки	54,39	3,29	1,55	4,84	0,52
	НСР _{0,05}	1,48	0,17	0,06	0,40	0,04

В этот период на фоне обработок растений препаратом «Максифол Мега» различия между вариантами также отмечены в содержании калия в листьях (рис. 7).

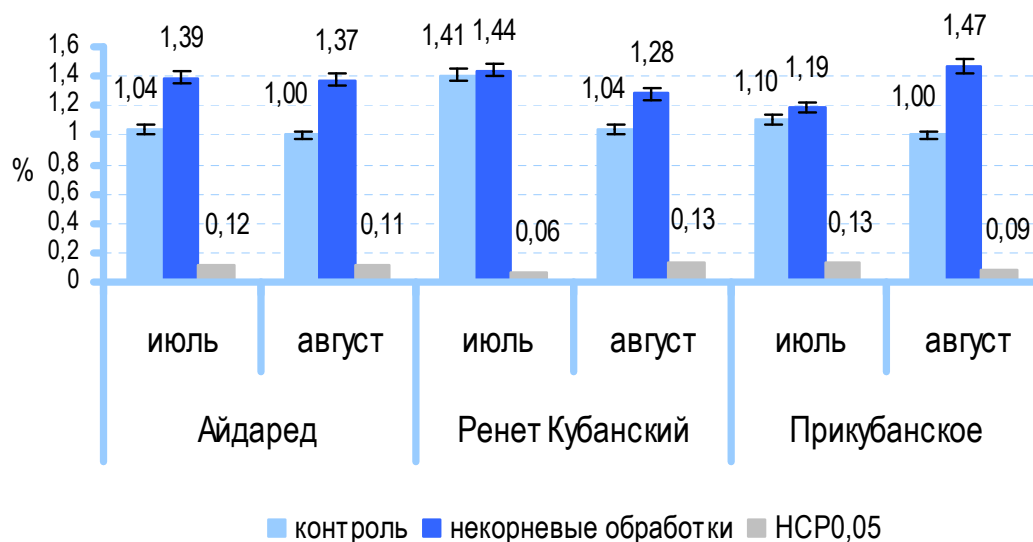


Рис. 7. Динамика содержания калия в листьях побегов в связи с применением некорневых обработок

Продолжительный засушливый период в июле (суммарное количество атмосферных осадков 28,4 мм при максимальных значениях температуры воздуха 34,6-38,1 °С) и в августе оказал негативное влияние на содержание первичных метаболитов в листьях исследуемых сортов яблони. Содержание фотосинтетических пигментов не превышало 3 мг/г сухого вещества. При этом на фоне применения некорневых обработок деревьев показатель был выше на 15,0-18,4 %. В августе, на фоне дефицита влаги, в листьях средней часть побега содержание калия было выше на 0,8-45,8 % в зависимости от сорта (рис. 8).

Выявленный уровень сезонной функциональной активности яблони и режим питания культуры на фоне применения препарата «Максифол Мега» соответствовал более высокому уровню урожайности растений в сравнении с урожайностью в контрольном варианте (рис. 9, 10).

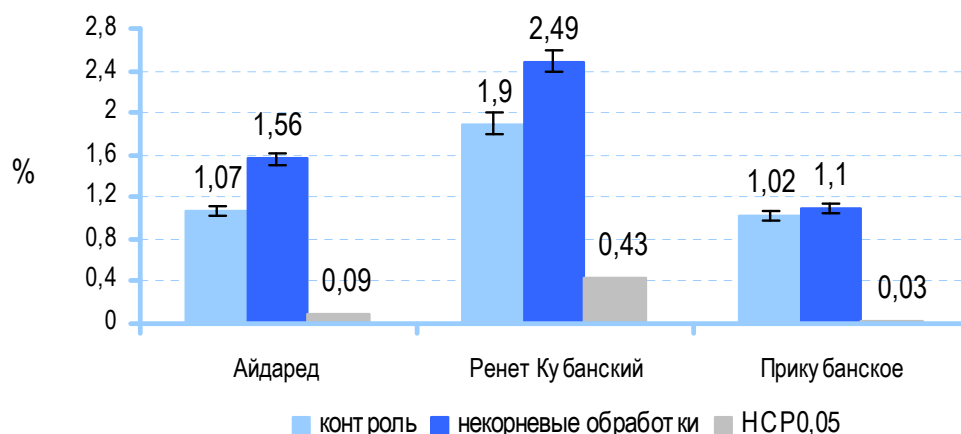


Рис. 8. Содержания калия в листьях побегов яблони, август 2021 г.

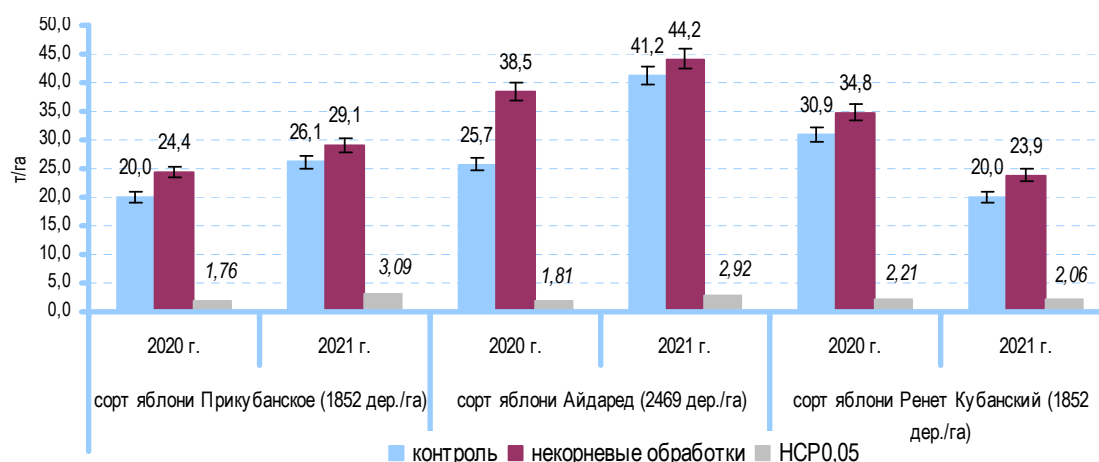


Рис. 9. Урожайность яблони в связи с применением некорневых обработок препаратом «Максифол Мега»



Рис. 10. Нагрузка плодами учетных деревьев на фоне применения некорневых обработок, яблоня сорта Прикубанское на подвое СК4, 2021 г.
 А – схема посадки 4,5х0,9 м; Б – схема посадки 4,5х1,2м

Выводы. В условиях дестабилизирующего действия абиотических факторов весенне-летнего периода некорневые обработки яблони специальным комплексным препаратом направленного действия «Максифол Мега» оказывали положительное влияние на интенсивность синтетических процессов у растений. На этапе формирования и развития плодов на фоне некорневых обработок выявлена тенденция более высокого, в сравнении с контрольным вариантом, содержания в листьях побегов основных пигментов, участвующих в фотосинтезе. Во второй половине вегетации (июль-август) ежегодно у всех изучаемых сортов яблони содержание в листьях хлорофилла «в» – регулятора продуктивности и развития растений – существенно превышало его количество в контрольном варианте. При комплексном воздействии высоких летних температур воздуха, интенсивной инсоляции суммарное содержание фотосинтетических пигментов в листьях снижалось до 3 мг/г сухого вещества. При этом на фоне применения некорневых обработок деревьев показатель был выше на 15,0-18,4 %, что позволяет предположить пролонгированное действие препарата на устойчивость ассимиляционного аппарата к температурному повреждению.

Исследование режима питания яблони выявило наиболее значительные различия между вариантами в июне, через месяц после проведения некорневых обработок деревьев препаратом «Максифол Мега». В этот период в 2020 и 2021 гг. валовое содержание основных биогенных элементов в листьях средней части побега превышало значение показателя в сравнении с контрольным вариантом. При этом в листьях верхушек побега азота содержалось меньше, чем в варианте без обработок, что, вероятно, вызвано перераспределением элемента в связи с более интенсивным ростом сформировавшихся плодов и активным участием азота в синтетических процессах. В июле и августе на фоне напряженности гидротермических факторов сохранялась тенденция более высокого содержания в листьях и побегах

яблони калия при применении некорневых обработок. Уровень содержания элемента свидетельствует о положительном воздействии приема на эффективность использования воды растениями яблони и способность регулировать необходимый водный баланс в условиях абиотического стресса. Выявленный уровень сезонной функциональной активности яблони и режим питания культуры на фоне применения препарата «Максифол Мега» соответствовал более высокому уровню урожайности растений в сравнении с урожайностью в контрольном варианте.

Литература

1. Egorov E., Shadrina ZH., Kochyan G., Kudryakov V. Sustainable development management of industrial fruit growing // E3S Web of Conferences 254, 10007 (2021). DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125410007>
2. Дорошенко Т.Н., Чумаков С.С., Рязанова Л.Г., Максименко А.П., Ященко С.А. Влияние абиотических факторов на формирование хозяйственного урожая яблони и приемы его оптимизации на юге европейской части России // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2019. №153. С. 285-296. DOI: 10.21515/1990-4665-153-029.
3. Дорошенко Т.Н., Захарчук Н.В., Рязанова Л.Г. Адаптивный потенциал плодовых растений на юге России: монография. Краснодар: Просвещение Юг, 2010. 123 с.
4. Сергеева Н.Н., Сергеев Ю.И. Адаптивные свойства и продуктивность яблони селекции СКФНЦСВВ в различных почвенно-климатических условиях // Труды КубГАУ. 2018. № 4 (73). С. 186-190. DOI: 10.21515/1999-1703-73-186-190.
5. Wang Y. et al. Physiological mechanisms of resistance to cold stress associated with 10 elite apple rootstocks // Journal of integrative agriculture. – 2018. – Т. 17. – №. 4. – P. 857-866. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S209531191761760X>
6. Jia X. et al. Comparative physiological responses and adaptive strategies of apple *Malus halliana* to salt, alkali and saline-alkali stress // Scientia Horticulturae. – 2019. –Т. 245. – P. 154-162. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030442381830712X>
7. Francini A., Sebastiani L. Abiotic stress effects on performance of horticultural crops // Horticulturae. – 2019. – Т. 5. – №. 4. – P. 67. <https://doi.org/10.3390/horticulturae5040067>. <https://www.mdpi.com/2311-7524/5/4/67>.
8. Nenko N., Sergeeva N., Kiseleva G., Karavaeva A. Effect of growth regulators and mineral foliar application apple on stability fruit cenosis // News of science and education. 2015. NR (29). P. 53-61.
9. Popova V.P., Yaroshenko O.V., Sergeeva N.N. The Effect of foliar feeding on physiological condition of apple trees and chemical content of fruits // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2018. vol. 12. no. 1. p. 634-643. DOI: <https://doi.org/10.5219/928>.
10. Kuzin, A.I., Trunov Yu.V., Solovyev A.V. Apple tree (*Malus domestica* Borkh) nitrogen supply optimization by fertigation and bacterial fertilizers. // Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya. 2018. NR 53.5. P. 1013-1024. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.5.1013eng.

11. Mohd Zubair, Banday F.A., Jahangeer A. Baba, Rehman M.U., Hussain S.S., Umar I. Waida Impact of Foliar Application of Urea on, Fruit Set, Return Bloom and Growth of Apple cv. Red Delicious // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2017. Volume 6. Number 7. pp. 2123-2130. DOI: 10.20546/ijcmas.2017.607.249.
12. Kurešová G., Menšík L., Haberle J., Svoboda P., Raimanova I. // Plant, Soil and Environment. 2019. NR 65 (6). P. 320–327. DOI: <https://doi.org/10.17221/196/2019-PSE>.
13. Иваненко Е.Н., Дроник А.А. Влияние некорневых подкормок на физиологические параметры засухоустойчивости растений яблони в аридных условиях Прикаспия // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. № 49. С. 129-133.
14. Vishekaia Z. R., Soleimania A., Fallahib E, Ghasemnezhad M., Hasanid A. The impact of foliar application of boron nano-chelated fertilizer and boric acid on fruit yield, oil content, and quality attributes in olive (*Olea europaea* L.) // Scientia Horticulturae. 2019. Volume 257. Article 108689. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108689>.
15. Budke Ch., Dierend W., Schön H.-G., Hora K., Mühling K. H., Daum D. Iodine Biofortification of Apples and Pears in an Orchard Using Foliar Sprays of Different Composition // Frontiers in Plant Science. 2021. Volume 12. Article 108689. DOI: 10.3389/fpls.2021.638671.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2014. 352 с.
17. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO. Rome. 181 p. ISBN 978-92-5-108369-7/ <http://www.fao.org/3/i3794en/i3794en.pdf>.
18. Воскресенская О.Л., Алябышева Е.А., Половникова М.Г. Большой практикум по биоэкологии. Йошкар-Ола, 2006. 107 с.
19. Федулов Ю.П., Подушин Ю.В. Фотосинтез и дыхание. Краснодар: КубГАУ, 2019. 101 с.
20. Ненько Н.И. Современные инструментально-аналитические методы исследования плодовых культур и винограда. Краснодар: СКЗНИИСиб, 2015. 115 с.

References

1. Egorov E., Shadrina ZH., Kochyan G., Kudryakov V. Sustainable development management of industrial fruit growing // E3S Web of Conferences 254, 10007 (2021). DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125410007>
2. Doroshenko T.N., Chumakov S.S., Ryazanova L.G., Maksimenko A.P., Yashchenko S.A. Vliyanie abioticheskikh faktorov na formirovanie hozyajstvennogo urozhaya yablони i priemy ego optimizacii ne yuge evropejskoj chasti Rossii // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. №153. S. 285-296. DOI: 10.21515/1990-4665-153-029.
3. Doroshenko T.N., Zaharchuk N.V., Ryazanova L.G. Adaptivnyj potencial plovodyh rastenij na yuge Rossii: monografiya. Krasnodar: Prosveshchenie Yug, 2010. 123 s.
4. Sergeeva N.N., Sergeev Yu.I. Adaptivnye svojstva i produktivnost' yablони selekcii SKFNCSVV v razlichnyh pochvenno-klimaticheskikh usloviyah // Trudy KubGAU. 2018. № 4 (73). S. 186-190. DOI: 10.21515/1999-1703-73-186-190.
5. Wang Y. et al. Physiological mechanisms of resistance to cold stress associated with 10 elite apple rootstocks // Journal of integrative agriculture. – 2018. – T. 17. – №. 4. – P. 857-866. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S209531191761760X>
6. Jia X. et al. Comparative physiological responses and adaptive strategies of apple *Malus halliana* to salt, alkali and saline-alkali stress // Scientia Horticulturae. – 2019. – T. 245. – P. 154-162. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030442381830712X>

7. Francini A., Sebastiani L. Abiotic stress effects on performance of horticultural crops // Horticulturae. – 2019. – Т. 5. – №. 4. – P. 67. <https://doi.org/10.3390/horticulturae5040067>. <https://www.mdpi.com/2311-7524/5/4/67>.
8. Nenko N., Sergeeva N., Kiseleva G., Karavaeva A. Effect of growth regulators and mineral foliar application apple on stability fruit cenosis // News of science and education. 2015. NR (29). R. 53-61.
9. Popova V.P., Yaroshenko O.V., Sergeeva N.N. The Effect of foliar feeding on physiological condition of apple trees and chemical content of fruits // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2018. vol. 12. no. 1. p. 634-643. DOI:<https://doi.org/10.5219/928>.
10. Kuzin, A.I., Trunov Yu.V., Solovyev A.V. Apple tree (*Malus domestica* Borkh) nitrogen supply optimization by fertigation and bacterial fertilizers. // Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya. 2018. NR 53.5. R. 1013-1024. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.5.1013eng.
11. Mohd Zubair, Banday F.A., Jahangeer A. Baba, Rehman M.U., Hussain S.S., Umar I. Waida Impact of Foliar Application of Urea on, Fruit Set, Return Bloom and Growth of Apple cv. Red Delicious // International Journal of Current Microbiology and Applied Sci-ences. 2017. Volume 6. Number 7. pp. 2123-2130. DOI: 10.20546/ijcmas.2017.607.249.
12. Kurešová G., Menšík L., Haberle J., Svoboda P., Raimanova I. // Plant, Soil and Environment. 2019. NR 65 (6). R. 320–327. DOI: <https://doi.org/10.17221/196/2019-PSE>.
13. Ivanenko E.N., Dronik A.A. Vliyanie nekornevyyh podkormok na fiziologicheskie parametry zasuhoustojchivosti rastenij yabloni v aridnyh usloviyah Prikaspiya // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2017. № 49. S. 129-133.
14. Vishekaia Z. R., Soleimania A., Fallahib E, Ghasemnezhad M., Hasanid A. The impact of foliar application of boron nano-chelated fertilizer and boric acid on fruit yield, oil content, and quality attributes in olive (*Olea europaea* L.) // Scientia Horticulturae. 2019. Volume 257. Article 108689. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108689>.
15. Budke Ch., Dierend W., Schön H.-G., Hora K., Mühling K. H., Daum D. Iodine Biofortification of Apples and Pears in an Orchard Using Foliar Sprays of Different Composition // Frontiers in Plant Science. 2021. Volume 12. Article108689. DOI: 10.3389/fpls.2021.638671.
16. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Al'yans, 2014. 352 s.
17. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO. Rome. 181 r. ISBN 978-92-5-108369-7/ <http://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf>.
18. Voskresenskaya O.L., Alyabysheva E.A., Polovnikova M.G. Bol'shoj praktikum po bioekologii. Joshkar-Ola, 2006. 107 s.
19. Fedulov Yu.P., Podushin Yu.V. Fotosintez i dyhanie. Krasnodar: KubGAU, 2019. 101 s.
20. Nen'ko N.I. Sovremennye instrumental'no-analiticheskie metody issledovaniya plodovyh kul'tur i vinograda. Krasnodar: SKZNIISiV, 2015. 115 s.