УДК 634.1:634.8 doi: 10.31360/2225-3068-2025-95-99-112
EDN HUSGDJ

РАЗВИТИЕ ЯБЛОНИ ПРИ ОБРАБОТКАХ АГРОХИМИКАТАМИ СТИМУЛИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ

Пантия Г.Г., Белоус О.Г., Кунина В.А., Платонова Н.Б.

Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», Сочи, Россия, e-mail: oksana191962@mail.ru; kunina.v@internet.ru

Пантия Г.Г. orcid.org/0000-0002-3486-4961
Белоус О.Г. orcid.org/0000-0001-5613-7215
Кунина В.А. orcid.org/0009-0005-2640-4921
Платонова Н.Б. orcid.org/0000-0003-2392-8947

Объектами исследований являлись плоды яблони сорта ‘Golden Reinder’ (подвой М 9), выращиваемых на базе опытных насаждений Государственного научного учреждения ‘Институт сельского хозяйства Академии наук Абхазии’ (Сухумский район, Республика Абхазия). В качестве агрохимикатов выбраны комплексные органические удобрения Хелат ‘Антистресс’ и Хелат ‘Налив’. Показано, что обработки агрохимикатами повлияли на накопление в плодах яблони моно- и дисахаров: наблюдается достоверное увеличение содержания фруктозы в плодах до 7,52 г/100 г при обработках (6,63 г/100 г на контроле);

глюкозы накапливается в среднем всего 1,1–1,2 г/100 г в зависимости от варианта; сахарозы в плодах в 2,4–2,6 раза больше, чем глюкозы. При обработках агрохимикатами происходит достоверное увеличение яблочной, лимонной и винной кислот, в то время как содержание молочной, янтарной, щавелевой и уксусной – падает. Отмечено несущественное снижение содержания витамина С в плодах, что связано с высокой температурой на фоне повышенной влажности воздуха и длительного отсутствия осадков. Установлен наиболее активный рост побегов, величина суммарного прироста побегов на одно дерево в 1,2–1,4 раза превышает контроль. Помимо этого, внесение агрохимикатов привело к развитию более мощной листовой пластинки (в среднем 16,1 см^2 при 13,3 см^2 на контроле). При обработках Хелат ‘Антистресс’ уже в летний период отмечено увеличение количества фотосинтетических пигментов. Обработки агрохимикатами привели к существенно более высокой урожайности сада, составляющей в среднем 33,55 т/га, что на 14,5 т/га превышает контрольный вариант. Исследования направлены на поиск новых, высокоэффективных и экологически безопасных агрохимикатов, а также обуславливают разработку технологии их применения в почвенно-климатических условиях Республики Абхазия.

Ключевые слова: яблоня, некорневое внесение, лист, плоды, пигменты, сахара, органические кислоты.

Введение. Яблоня является популярной и экономически важной сельскохозяйственной культурой в Республике Абхазия. Только с 2011 по 2013 годы в республике в рамках государственной социальной программы заложено 162,16 га новых садов. Восстановление садов направлено на подъём сельских поселений, предоставление рабочих мест и закрепление населения на селе [1, 12, 18].

Несмотря на то, что яблоня достаточно пластична и устойчива во многих условиях выращивания, возделывание культуры в Республике Абхазия сталкивается с большими проблемами. Для яблони наиболее оптимальными являются условия умеренной зоны, но в связи с большой популярностью плодов, её выращивают и в субтропиках (как на территории Краснодарского края России, так и на территории Республики Абхазия). Однако особенности субтропического климата связаны с неблагоприятными гидротермическими факторами, которые не только обуславливают большее распространение болезней и вредителей [1, 2, 13, 21], но и приводят к торможению ростовых процессов, опадению плодов, изменению их биохимических характеристик [13, 18, 19, 20]. В первую очередь негативное влияние связано с высокой влажностью воздуха, так в среднем по Республике Абхазия влажность воздуха составляет около 79 % в зависимости от периода года [6]. Кроме этого, отмечается крайне неравномерное выпадение осадков с ежегодным засушливым периодом (до двух месяцев) на фоне высоких температур воздуха [6, 19].

Для оптимизации состояния растений в садах можно использовать агрохимикаты, но специфическая особенность субтропиков Республики Абхазии связана с тем, что основу республики составляют рекреационные объекты – санаторно-курортные комплексы. В этой связи, стоит вопрос выбора агрохимикатов, использование которых было бы возможно в условиях рекреационной зоны. Именно это обосновывает актуальность исследований, направленных на поиск новых, высокоэффективных и экологически безопасных агрохимикатов, а также требует разработки технологии их применения.

Цель настоящей работы – определить влияние агрохимикатов стимулирующего действия на рост, развитие растений и накопление в плодах биологически активных веществ, определяющих их вкусовые характеристики.

Объекты и методы исследований. Исследования выполняли в течение 2022–2023 годов. Объектами исследований являлись плоды яблони сорта ‘Golden Reinders’ (подвой М 9), выращиваемых на базе опытных насаждений Государственного научного учреждения Институт сельского хозяйства Академии наук Абхазии (НИИСХ АНА, Сухумский район, Республика Абхазия). ‘Golden Reinders’ является клоном сорта ‘Golden Delicious’ [3, 4, 9, 17], средняя урожайность растений в условиях Абхазии составляет 789,5 ц/га [1, 12, 13, 18, 20]. Сорт характеризуется средней устойчивостью к засухе и высоким температурам, в условиях субтропиков Республики Абхазия плоды созревают с конца августа до второй декады сентября в зависимости от погодных условий [1, 4, 18]. Сорт ‘Golden Reinders’ включён в Госреестр по Северо-Кавказскому (6) региону [4].

В качестве агрохимикатов выбраны следующие препараты: Хелат «Антистресс» и Хелат «Налив» (ООО «Экохарвест», Россия). Оба агрохимиката представляют собой комплексное органическое удобрение, действующим веществом которого являются гуминовые, фульво- и аминокислоты, микроэлементы и микробные культуры. При этом, Хелат «Антистресс» относится к антистрессантам и иммуномодуляторам, а Хелат «Налив» используется для улучшения качества растительного сырья [7]. Ранее агрохимикат Хелат «Налив» использовался только при выращивании зерновых. Однако исследованиями, проведёнными в Черноморской зоне садоводства (Сочи) показана перспективность этого агрохимиката для оптимизации закладки и ритма дальнейшего развития генеративных почек у плодовых культур [7]. Перед нами стоял вопрос о возможности использования Хелат «Налив» в дополнение к агрохимикату Хелат «Антистресс» на яблони в почвенно-климатических условиях Республики Абхазия для улучшения качественных показателей.

Обработку агрохимикатами осуществляли на фоне внесения рекомендуемых для посадок в республике Абхазия доз минеральных удобрений: в третьей декаде февраля вносили нитроаммофоску из расчёта 350–600 г/дерево; аммиачную селитру вносили в первой декаде мая (400 г/дерево) и в первой декаде июня (250 г/дерево) [1, 12]. Фосфорные и калийные удобрения в виде суперфосфата и сульфата калия вносили в третьей декаде февраля раз в два года.

Обработки агрохимикатами Хелат «Антистресс» проводили некорневым путём в июне, до наступления стрессового периода; Хелат «Налив» применяли путём некорневых обработок в первой декаде августа до налива плодов.

Биохимический состав плодов изучали в стадии потребительской зрелости по следующим показателям: сухое вещество, моно- и дисахара, аскорбиновая кислота, органические кислоты. Анализ содержания этих компонентов проводили в трёхкратной повторности на базе лаборатории физиологии и биохимии растений ФИЦ СНЦ РАН (Сочи, Россия). Содержание сухого вещества определяли по ГОСТ 31640-2012 «Методы определения содержания сухого вещества» [5]; определение аскорбиновой кислоты осуществляли йодометрическим методом по «Методы биохимических исследований растений» [10]; качественные характеристики (содержание сахаров и органических кислот) анализировались с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель 105М» [8].

Оценивали ростовые параметры растений (площадь листа, рост побегов), товарное качество подов и урожайность. Статистическая обработка экспериментальных данных и оценка результатов исследований – с применением математического пакета программ Excel XP.

Анализ погодных характеристик осуществляли по данным сайта https://world-weather.ru/pogoda/abkhazia/sukhumi. Климат по месяцам в Абхазии довольно мягкий из-за наличия моря, перепад дневной температуры воздуха в течении года составляет 21,7 °С, самый холодный месяц – январь, когда воздух прогревается до +8 °С, а наиболее тёплый – август со среднемноголетней температурой +29,7 °С [6]. В Республике чётко прослеживается наличие сезонов с высоким и низким количеством осадков. Так, начало сезона дождей приходится на январь (норма составляет 65,6 мм/месяц), наиболее дождливым является март (78,3 мм/месяц), с апреля по август выпадает суммарно 247,8 мм осадков, самый «сухой» месяц – август (многолетняя норма составляет 38,6 мм). Годовое количество осадков составляет 1 500 мм.

В годы проведения исследований гидротермические условия периода активной вегетации несколько отличались от многолетней нормы

(рис. 1а, 1в). Как видно из графика осадков, в период активной вегетации 2022 г. суммарно количество осадков превышало многолетнюю норму за счёт более дождливого сентября, когда за месяц выпало в три раза больше многолетнего значения – 203 % нормы, т. к. зафиксированы осадки ливневого характера (рис. 1а). В 2023 году суммарно количество осадков меньше многолетней нормы, несмотря на некоторое превышение в июне (выпало на 10 мм больше многолетнего значения). В то же время, в 2022 и 2023 гг. в августе отмечен месячный засушливый период с полным отсутствием каких-либо осадков (рис. 1а). Этот период (отсутствие осадков) совпадает с периодом созревания плодов, что сказывается на их биохимическом составе.

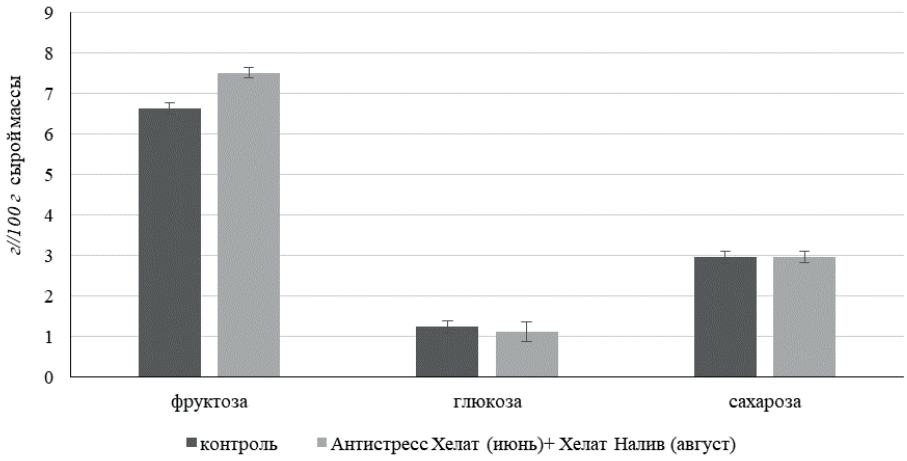

Рис. 1. Гидротермические условия в период активной вегетации (Республика Абхазия, Сухумский район): а) количество осадков, мм; в) температура воздуха, *°C*

Fig. 1. Hydrothermal conditions during the active growing season (Republic of Abkhazia, Sukhumi region): a) precipitation, mm; b) air temperature, *°C*

В отношении температурных условий – отмечено превышение среднемесячных значений по сравнению с многолетней нормой на 1,5 °С (в мае 2023 г и июле 2022–2023 гг.) – 4,0–4,5 °С (в августе 2022 и 2023 гг.). В среднем за годы исследований температура активного периода вегетации на 2,5–2,8 °С была выше многолетней нормы (рис. 1в). Повышенные температуры активной вегетации оказывают неблагоприятное влияние на развитие растений, количество осыпающейся завязи, возникновение болезней биотического характера (особенно на фоне повышенной влажности, что наблюдается после дней с осадками), а следовательно, на урожайности растений и качестве плодов.

Результаты и их обсуждение. Наши наблюдения показали, что помимо проблем биотического характера, яблоня в республике Абхазия подвержена влиянию абиотических факторов, что приводит не только к потере урожая, но и к ухудшению качественных характеристик. В свою очередь, неконтролируемое внесение агрохимикатов также может привести к получению некачественных плодов. Так, известно, что повышенные дозы азота задерживают созревание плодов, в то время как калийные и фосфорные удобрения ускоряют процессы созревания [7, 27]. В связи с чем нами при проведении опытов по применению некорневых обработок органическими удобрениями, чётко выдерживались принятые в Республике агротехнические приёмы ухода за яблоневым садом (см. раздел Объекты и методы).

Съём яблок осуществлялся в фазу потребительской зрелости и проводился биохимический состав плодов яблони опытных вариантов. По данным ряда источников следует, что среднее значение содержания фруктозы в спелых плодах яблони колеблется в пределах 5,9–12,6 г, глюкозы – 2,43–5,35 г и сахарозы – 1,90–4,70 г [2, 22, 24, 28]. При этом авторы отмечают, что содержание фруктозы в семечковых культурах (к которым относится и яблоня) в 2–3 раза превышает содержание глюкозы; количество сахарозы чаще всего равно содержанию глюкозы, но по мере созревания яблок содержание глюкозы снижается [14, 15, 22, 28]. На сегодняшний момент имеющийся сортимент яблок в умеренной зоне не отвечает запросам потребителя по накоплению сахаров в плодах. Их количество в основном колеблется в пределах 8,5–10,2 % [1, 11, 15, 28]. В этой связи, интерес представляет тот же сортимент, но выращиваемый в субтропическом регионе как России, так и Республики Абхазия. В этой зоне сорта накапливают достаточно высокое количество сахаров вследствие большего количества солнечных дней. Так, сорт ‘Golden Reinders’ в зоне влажных субтропиков накапливает от 10,6 % (на контроле) до 11,6 % (при некорневых обработках) сахаров [1, 19, 20].

Наши исследования показали, что обработки агрохимикатами повлияли на накопление в плодах яблони моно- и дисахаров. В частности, количество фруктозы в 5–7 раз превышает содержание глюкозы: при некорневом опрыскивании наблюдается достоверное увеличение содержания фруктозы в плодах, её количество колеблется от 6,63 г/100 г на контроле до 7,52 г/100 г при обработках (рис. 2). В то же время глюкозы накапливается в среднем всего 1,1–1,2 г/100 г в зависимости от варианта. Учитывая, что наиболее сладкая форма сахаров – фруктоза, увеличение её количества является положительным фактом. Сахарозы в плодах в 2,4–2,6 раза больше, чем глюкозы, что характеризует продолжающееся в плодах процессы созревания.

Известно, что моно- и дисахара характеризуются различной сладостью, т. е. у них разный порог ощущения сладости [22]. Мы рассчитали вкусовые достоинства опытных образцов, учитывая различную сладость сахаров, входящих в их состав. В итоге, на контроле эта величина составила 2011,8 единиц, а при обработке – 2196,3 единицы, что объясняется большим накоплением фруктозы под влиянием обработок агрохимикатами.

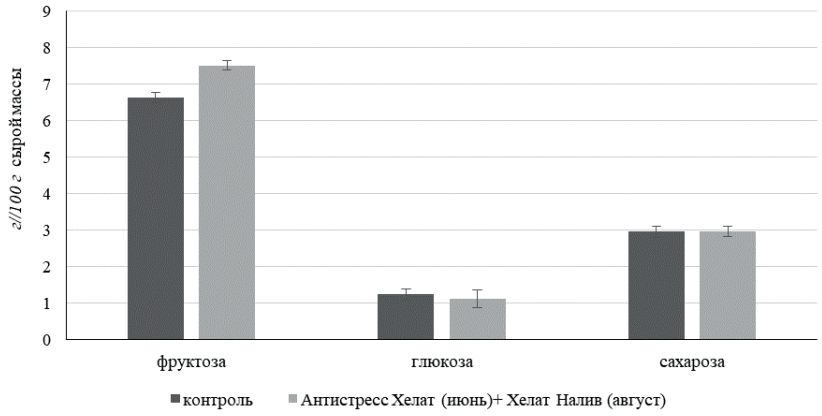

Рис. 2. Содержание в плодах яблони моно- и дисахаров при обработках агрохимикатами

Fig. 2. The content of mono- and disaccharides in apple fruits during treatment with agrochemicals

Как известно вкусовые характеристики плодов определяет не только содержание сахаров, но и органических кислот, и самое главное, соотношение сахаров к кислотам (т.н. сахарокислотный коэффициент). Так, наиболее комфортное в органолептическом плане сочетание сахара и кислоты наблюдается при сахарокислотном индексе равном 16,0 единиц [9, 28]. Если отношение сахара к кислоте составляет 25–30, кислый вкус практически не проявляется, плоды ощущаются слишком сладкими. При величине сахарокислотного индекса 10–20 единиц вкус оценивается как слабокислый, что характерно для большинства сортов яблок [15, 25, 28]. Нами определен сахарокислотный индекс плодов в нашем опыте и показано, что его величина составляет в среднем 13,6 единиц, т. е. присутствует слабокислый вкус. Отличий в величине сахарокислотного индекса плодов на контроле и у растений, обработанных агрохимикатами, не выявлено.

Содержание органических кислот в плодах изменяется в зависимости от климатических условий, сортовых характеристик растений, агротехнических подходов. Причём различия наблюдаются не только в

количественных характеристиках, но и касаются качественного состава. Так, органические кислоты, определяющие питательную ценность яблок, представлены в основном яблочной, лимонной, янтарной кислотами [16, 29, 30]. По данным ряда авторов, их количество составляет от 6–7 % (янтарная) до 17 % (лимонная). Преобладающей является яблочная и её количество оценивается в 72 % [29]. Нами, в составе плодов опытных образцов, помимо перечисленных кислот, определены ещё и щавелевая, янтарная, уксусная и молочная кислоты.

Исследования показали, что обработки агрохимикатами оказывают неоднозначное влияние на накопление органических кислот (рис. 3). Так, если при обработках происходит достоверное увеличение яблочной, лимонной и винной кислоты, то содержание молочной, янтарной, щавелевой и уксусной – падает. Количественно накопление яблочной кислоты изменяется от 6,6 на контроле до 7,2 г/кг при обработках (что составляет 82–84 %, это несколько больше среднестатистических значений); содержание лимонной кислоты составляет всего 7 % (что значительно ниже среднестатистических значений) и в плодах её количество колеблется от 568,7 мг/кг (контроль) до 651,7 мг/кг (при обработках). Третьей по количественным значениям кислотой в опытных плодах яблони нами определена молочная, на неё проходится в среднем 4 % – её содержание при некорневых обработках падает и варьирует от 262,8 (удобрение) до 347,1 мг/кг (контроль). Накопление винной, янтарной и уксусной в зависимости от варианта достигает в среднем от 118,0 мг/кг (уксусная) до 135,8–138,1 мг/кг (винная и янтарная).

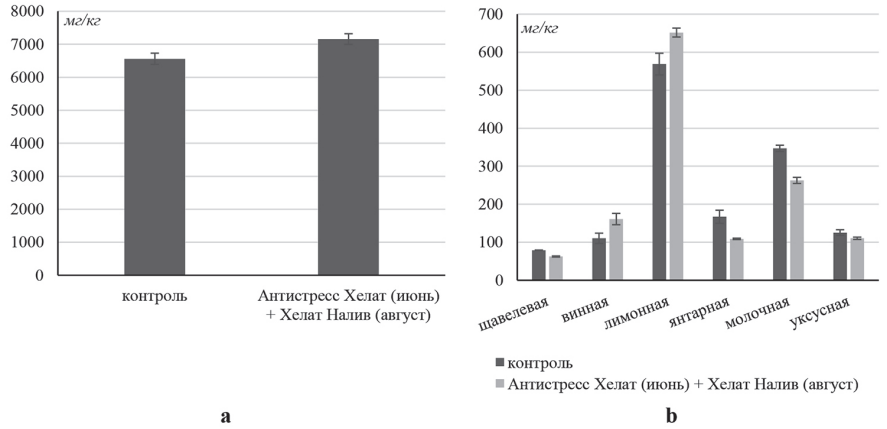

Рис. 3. Содержание в плодах яблони органических кислот при обработках агрохимикатами: a) содержание яблочной кислоты; b) содержание остальных органических кислот

Fig. 3. The content of organic acids in apple fruits during treatment with agrochemicals: a) the content of malic acid; b) the content of other organic acids

Исследования показали, что повышение количеств основных нелетучих органических кислот, являющихся биологически активными веществами (яблочная, лимонная и винная), при некорневых обработках агрохимикатами является значимым фактом. Органические кислоты не только представители биологически активных веществ в плодах, но и являются важными метаболитами обменных процессов, лежащих, в том числе, и в основе антистрессовых реакций. Изменение их накопления происходит в ответ на неблагоприятные условия внешней среды, что снижает вкусовые характеристики плодов.

Помимо основных органических кислот интерес представляет и накопление аскорбиновой кислоты в плодах яблони, поскольку субтропический климат зачастую приводит к её пониженному содержанию в плодах [1, 18, 19, 20]. Как показали наши исследования, при обработках препаратами происходит некоторое несущественное снижение (в 1,03 раза) содержания витамина С в плодах (на контроле 1,94 ±0,12 мг/100 г), что связано с высокой температурой на фоне повышенной влажности воздуха и длительного отсутствия осадков.

Как показал анализ ростовой активности, при обработках агрохимикатами отмечен наиболее активный рост побегов, величина суммарного прироста побегов на одно дерево на этих вариантах в 1,2–1,4 раза превышает контроль. И, соответственно, средняя длина побегов выше контроля (табл. 1).

Таблица 1. Характеристики роста и развития растений при внесении агрохимикатов

Table 1. Characteristics of plant growth and development when applying agrochemicals

Вариант	Ср. длина прироста побега, *см*	Число побегов в среднем на1 дерево, *шт.*	Суммарный прирост побегов на 1 дерево, *м*	Число плодов на растении, *шт.*	Масса	
					пло-да, *г*	плодов с расте-ния, *кг*
Контроль	22,5	48,0	10,7	81,6	188,3	15,36
Хелат «Антистресс» (июнь)	24,6	52,6	12,6	–	–	–
Хелат «Антистресс» (июнь) + Хелат «Налив» (август)	27,1	57,3	15,4	99,0	273,3	27,06
$НСР_{05}$	*5,84*	*11,23*	*6,19*	*4,60*	*18,5*	*5,42*

Кроме того, внесение агрохимикатов привело к развитию более мощной листовой пластинки (в среднем 16,1 см^2 при 13,3 см^2 на контроле) (табл. 2). А также агрохимикаты привели и к формированию более мощной пигментной системы у опытных растений. Так при обработках Хелат «Антистресс» уже в летний период отмечено увеличение количества зелёных пигментов, одновременно выросло и накопление каротиноидов (табл. 2). В условиях летнего гидротермического стресса повышенное содержание каротиноидов, выполняющих стресс протекторную функцию, является положительным моментом. При этом важным является и соотношение хлорофиллов к каротиноидам, как характеристика пигментного комплекса растений, связанная с устойчивостью растений к внешним факторам среды, в частности к засухе и высоким температурам воздуха. Как известно, более высокие значения данного показателя свидетельствуют о лучшем функциональном состоянии растений [23, 26]. Нами показано, что при обработках агрохимикатами происходило значительное накопление каротиноидов в пуле фотосинтетических пигментов (табл. 2), что привело к увеличению в 1,1–1,3 раза отношения хлорофиллов к каротиноидам и, следовательно, к улучшению функционального состояния растений в условиях стресса.

Таблица 2. Характеристика листового аппарата при внесении агрохимикатов

Table 2. Characteristics of the leaf apparatus when applying agrochemicals

Вариант	Площадь листа, *см^2*		Пигменты, *мг/г сырой массы*		
	исходное	август	Са/Св	Скар.	∑хлор./∑кар.
Контроль	7,12 ±5,80	13,32 ±6,02	1,95 ±0,02	0,22 ±0,03	3,61 ±0,10
Хелат «Антистресс» (июнь)	–	–	1,97 ±0,06	0,34 ±0,05	4,04 ±0,56
Хелат «Антистресс» (июнь) + Хелат «Налив» (август)	7,09 ±5,89	16,14 ±6,44	2,14 ±0,05	0,42 ±0,04	4,63 ±0,91

Именно данный факт вполне мог способствовать не только усилению фотосинтетических процессов (косвенным фактом которых является формирование более мощной пигментной системы), но и привести к более эффективному плодоношению, что и наблюдалось нами в опыте (табл. 3). Так, на варианте с обработками агрохимикатами образовалось существенно больше плодов на растении, и масса плодов была в среднем в 1,8 раза выше контрольных величин.

Количество плодов на дереве и их масса дали возможность рассчитать урожай, собранный с одного дерева (табл. 3). Отмечено, что увеличение данных показателей под влиянием агрохимикатов привело к существенно более высокой урожайности сада, составляющей в среднем по повторностям опыта 33,55 т/га, что на 14,5 т/га превышает контрольный вариант (табл. 3). К тому же внесение агрохимикатов, за счёт формирования крупных и средних плодов, способствовало получению первого и второго сорта при оценке товарного выхода, в то время как на контроле это был второй и третий товарный сорт (табл. 3).

Таблица 3. Количественный и качественный учёт урожая при внесении агрохимикатов

Table 3. Quantitative and qualitative accounting of the crop when applying agrochemicals

Вариант	Урожайность, *т/га*	Прибавка урожая		Товарный выход по сортам			Размеры плодов			Урожай плодов в среднем на 1 дерево, *кг*
		т/га	%	первый	второй	третий	крупные	средние	мелкие	
Контроль	19,05	–	–	–	+	+	–	+	+	15,36
Хелат «Антистресс» (июнь) + Хелат «Налив» (август)	33,55	14,51	76,1	+	+	–	+	+	–	27,06
$НСР_{05}$	*8,15*	–	–	–	–	–	–	–	–	*5,42*

Выводы. Таким образом, можно говорить, что обработки агрохимикатами Хелат «Антистресс» и Хелат «Налив» улучшают развитие растений яблони, их устойчивость к стресс-факторам региона, а также, вкусовые характеристики и питательную значимость плодов. Возможность контролировать процесс накопления в плодах биологически активных веществ внесением агрохимикатов представляет несомненный практический интерес. Подтверждена возможность использования системы обработки растений яблони Хелат «Антистресс» в июне для улучшения функционального состояния растений и Хелат «Налив» в августе для обеспечения лучших качественных характеристик плодов.

Публикация подготовлена в рамках реализации государственных заданий НИИСХ АНА и ФИЦ СНЦ РАН FGRW-2025-0004 (№ госрегистрации 125021202045-8)

Список литературы / References

1. Базба Э.Г., Белоус О.Г., Качурина А.П. Биохимическая характеристика сортов яблони в условиях республики Абхазия, Субтропическое и декоративное садоводство. 2017; 61 : 129-138. [Bazba E.G., Belous O.G., Kachurina A.P. Biochemical characteristics of apple varieties in the Republic of Abkhazia, Subtropical and ornamental horticulture. 2017; 61 : 129-138. (In Rus)].
2. Баханова М.В., Анцупова Т.П. Химический состав плодов яблони ягодной (*Malus baccata* (L.) Borkh.) в условиях Бурятии, Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017; 19-2(3) : 416-419. [Bakhanova M.V., Antsupova T.P. Chemical composition of the fruits of the berry apple tree (*Malus baccata* (L.) Borkh.) in the conditions of Buryatia, Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2017; 19-2(3) : 416-419. (In Rus)].
3. Витковский В.Л. Плодовые растения мира, СПб: Издательство 'Лань', 2003, 592 с. [Vitkovsky V.L. Fruit plants of the world, St. Petersburg: Lan` Publishing House, 2003, 592 p.].
4. Голден Рейндерс. Государственный реестр селекционных достижений. URL: https://reestr.gossortrf.ru/sorts/8058937/. Ссылка активна на 01.04.2023. [Golden Reinders. The State Register of breeding achievements. URL: https://reestr.gossortrf.ru/sorts/8058937/. The link is active on 04/01/2023. (In Rus)].
5. ГОСТ 31640-2012 «Методы определения содержания сухого вещества», Москва: Стандартинформ, 2012, 11 с. [GOST 31640-2012 'Methods for determining the content of dry matter', Moscow: Standartinform, 2012, 11 p. (In Rus)].
6. Гулиа В.О., Орловская Т.В., Адзинба З.И., и др. Физико-географическая характеристика Абхазии, Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014; 11(1) : 35-38. [Gulia V.O., Orlovskaya T.V., Adzinba Z.I., et al. Physico-geographical characteristics of Abkhazia, International journal of applied and fundamental research. 2014; 11(1) : 35-38. (In Rus)].
7. Дорошенко Т.Н., Белоус О.Г., Рязанова Л.Г., и др. Влияние органических удобрений на формирование хозяйственного урожая растений яблони в насаждениях Черноморской зоны садоводства, Субтропическое и декоративное садоводство. 2022; 80 : 111-118. [Doroshenko T.N., Belous O.G., Ryazanova L.G., et al. The influence of organic fertilizers on the formation of the economic yield of apple trees in the plantations of the Black Sea gardening zone, Subtropical and ornamental horticulture. 2022; 80 : 111-118. (In Rus)]. DOI: 10.31360/2225-3068-2022-80-111-118.
8. Комарова Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ». СПб: ООО «Веда», 2006, 212 с. [Komarova N.V., Kamentsev Ya.S. Practical guide to the use of capillary electrophoresis systems «KAPEL». St. Petersburg: LLC «Veda», 2006, 212 p.(In Rus)]. ISBN: 5-903297-01-3.
9. Макаркина М.А., Янчук Т.В., Павел А.Р. и др. Биохимическая оценка перспективных форм яблони и смородины, Вестник аграрной науки. 2015; 57(6) : 71-78. [Makarkina M.A., Yanchuk T.V., Pavel A.R., et al. Biochemical assessment of promising forms of apple and currant trees, Bulletin of agrarian science. 2015; 57(6) : 71-78. (In Rus)].
10. Методы биохимического исследования растений / Под ред. д-ра биол. наук А.И. Ермакова. Ленинград: Колос, 1972, 456 с. [Methods of biochemical research of plants / Edited by Dr. of Biology A. I. Ermakov. Leningrad: Kolos Publ., 1972, 456 p. (In Rus)].
11. Нестеров Я.С. Географическая изменчивость сортов яблони. Бюллетень Всесоюзного НИИ растениеводство им. Н.И. Вавилова. 1982; 126 : 3-6. [Nesterov Ya.S. Geographical variability of apple tree varieties. Bulletin of the All-Union Scientific Research Institute of Plant Breeding named after N.I. Vavilov. 1982; 126 : 3-6. (In Rus)].
12. Пантия Г.Г. Эффективность использования иммуноиндукторов в технологии защиты яблони в Республике Абхазия. Автореф. канд. дис, Сочи, 2021. [Pantia G.G. The effectiveness of using immunoinducers in apple tree protection technology in the Republic of Abkhazia, Ph.D. thesis, Sochi, 2021. (In Rus)].

13. Пантия Г.Г., Янушевская Э.Б., Михайлова Е.В. и др. Оценка эффективности иммуноиндукторов в повышении неспецифической устойчивости яблони к парше, Защита и карантин растений. 2019; 7 : 33-35. [Pantia G.G., Yanushevskaya E.B., Mikhailova E.V., et al. Evaluation of the effectiveness of immunoinducers in increasing the nonspecific resistance of apple trees to scab, Plant protection and quarantine. 2019; 7 : 33-35. (In Rus)].
14. Пшеничный Н.В., Белоус О.Г. Оценка адаптивного потенциала колонновидных сортов яблони в условиях Черноморской зоны центральной подзоны садоводства, Субтропическое и декоративное садоводство. 2021; 46(1) : 45-54. [Pshenichny N.V., Belous O.G. Assessment of the adaptive potential of columnar apple varieties in the conditions of the Black Sea zone of the central gardening subzone, Subtropical and ornamental horticulture. 2021; 46(1) : 45-54. (In Rus)].
15. Седов Е.Н., Макаркина М.А., Левгерова Н.С. Биохимическая и технологическая характеристика плодов генофонда яблони. Орёл: ВНИИСПК, 2007, 312 с. [Sedov E.N., Makarkina M.A., Levgerova N.S. Biochemical and technological characteristics of the fruits of the apple tree gene pool. Orel: VNIISPK, 2007, 312 p. (In Rus)].
16. Тринеева О.В., Рудая М.А. Комплексное исследование профиля свободных органических кислот плодов облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.) различных сортов, Химия растительного сырья. 2021; 4 : 231-240. [Trineeva O.V., Rudaya M.A. Comprehensive study of the profile of free organic acids of buckthorn buckthorn (Hippophae rhamnoides L.) fruits of various varieties, Chemistry of plant raw material. 2021; 4 : 231-240. (In Rus)]. DOI: 10.14258/jcprm.2021049215.
17. Шлявас А.В., Трифонова А.А., Дедова Л.В. и др. Генетическое разнообразие местных и стародавних сортов яблони (*Malus* × *domestica* Borkh.) из коллекции ВИР по данным AFLP-анализа, Генетика. 2019; 55(11) : 1288-1297. [Shlyavas A.V., Trifonova A.A., Dedova L.V., et al. Genetic diversity of local and ancient apple tree varieties (*Malus* × *domestica* Borkh.) from the VIR collection according to AFLP analysis, Genetics. 2019; 55(11) : 1288-1297. (In Rus)]. DOI: 10.1134/S0016675819110146.
18. Ayba L., Kunina V., Platonova N., et al. Biochemical composition of apple fruits when treated with growth-stimulating agrochemicals, E3S Web of Conferences. 2023; 392 : 01007. DOI: 10.1051/e3sconf/202339201007.
19. Bazba E., Belous O. Comparative analysis of apple fruits with a high content of basic chemical substances for the selection of promising assortment, Annual Congress on Plant Science & Biosecurity (ACPB-2018). 2018; 45-46.
20. Belous O., Bazba E., Kochurina A. Biochemical composition of Abkhazian fruit apple: Food Hygiene and Technology – 46th Lenfeld´s and Hökl´s Days: sbornik prednasek a posteru of conference, Brno, 2016, pp. 2-7.
21. Belous O.G., Pantiya G., Mikhailova Y.V., et al. Influence of plant immunity inducers on the quality of apple fruit in Abkhazia, BIO Web of Conferences. 2020; 21 : 00026. DOI: 10.1051/bioconf/20202100026.
22. FitAudit URL: https://fitaudit.ru/categories/fvs/fructose. Ссылка активна на 25.03.2023.
23. Garcia-Plazaola J., Becerril J.M. Seasonal changes in photosynthetic pigments and antioxidants in beech (*Fagus sylvatica*) in a Mediterranean climate: implications for tree decline diagnosis, Aust. J. Plant Physiol. 2001; 28 : 225. DOI: 10.1071/PP00119.
24. Komal Sindhi, Jaymit Pandya, Sudhir Vegad, Quality evaluation of apple fruit: A Survey, International Journal of Computer Applications. 2016; 136(1) : 32-36. DOI: 10.5120/ijca2016908340.
25. Malus Mill. https://www.worldfloraonline.org/. The link is active on 04.04.2023.
26. Maslova T.G., Mamushina N.S., Zubkova E.K., et al. Specific Features of Plastid Pigment Apparatus and Photosynthesis in the Leaves of Ephemeroid and Summer Plants as Related to Photoinhibition, Russian Journal of Plant Physiology. 2003; 50 : 52-56. DOI: 10.1023/A:1021984301214.
27. Masoud Ahmadi-Afzadi. Genetic and biochemical properties of apples that affect storability and nutritional value. Balsgård: Swedish University of Agricultural Sciences, 2021, 40 p.

28. Prichko T., Ulyanovskaya E., Droficheva N. Evaluation of biochemical indicators of apple fruits quality for the complex selection of the valuable source material for breeding, BIO Web Conf. 2020; 25 : 02019. DOI: 10.1051/bioconf/20202502019.
29. Sha S., Li J., Wu J., et al. Characteristics of organic acids in the fruit of different pear species, African Journal of Agricultural Research. 2011; 6(10) : 2403-2410. DOI: 10.5897/AJAR11.316.
30. Tahir I. Control of pre- and postharvest factors to improve apple quality and storability. Ph.D. thesis, Sweden, 2006.

APPLE TREE DEVELOPMENT WITHIN STIMULATING AGROCHEMICALS TREATMENT

Pantiya G.G., Belous O.G., Kunina V.A., Platonova N.B.

Federal Research Centre
the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,
Sochi, Russia, e-mail: oksana191962@mail.ru; kunina.v@internet.ru

The objects of research were the fruits of the Golden Reinder apple cultivar (M 9 rootstock), grown on the basis of experimental plantations of the State Scientific Institution Institute of Agriculture of the Academy of Sciences of Abkhazia (Sukhumi district, Republic of Abkhazia). The complex organic fertilizers Chelate 'Antistress' and Chelate 'Naliv' were selected as agrochemicals. It was shown that agrochemical treatments affected the accumulation of mono- and disaccharides in apple fruits: there was a significant increase in the fructose content in fruits to 7.52 g/100 g during treatments (6.63 g/100 g in the control); glucose accumulates on average only 1.1–1.2 g/100 g, depending on the variant; sucrose in fruits is 2.4–2.6 times more than glucose. When treated with agrochemicals, there is a significant increase in malic, citric and tartaric acid, while the content of lactic, succinic, oxalic and acetic acid decreases. There was an insignificant decrease in the vitamin C content in fruits, which is associated with high temperature against the background of high humidity and prolonged absence of precipitation. The most active growth of shoots has been established, the total growth of shoots per tree is 1.2–1.4 times higher than the control. In addition, the introduction of agrochemicals led to the development of a more powerful leaf blade (on average 16.1 cm^2 with 13.3 cm^2 in the control). During the Chelate 'Antistress' treatments, an increase in the amount of photosynthetic pigments was already recorded in the summer. Treatments with agrochemicals resulted in a significantly higher yield of the garden, averaging 33.55 t/ha, which is 14.5 t/ha higher than the control option. The research is aimed at finding new, highly effective and environmentally friendly agrochemicals, and also determines the development of technology for their use in soil and climatic conditions of the Republic of Abkhazia.

Key words: apple tree, foliar application, leaf, fruits, pigments, sugars, organic acids.