


ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КАЧЕСТВО ПЛОДОВ

О.А. Ветрова , к.с.-х.н.

Т.А. Роева, к.с.-х.н.

ФГБНУ ВНИИ селекции плодовых культур, 302530, Россия, Орловская область, Орловский район, д. Жилина, ВНИИСПК, vetrova@vniispk.ru

Аннотация

В статье обобщены результаты отечественных и зарубежных исследований с 1978 по 2018 гг. по влиянию минерального питания на показатели качества плодов различных культур: яблони, вишни, черешни, сливы, абрикоса, инжира, киви, смородины красной и черной, жимолости синей, земляники садовой, голубики, черники. Освещены аспекты влияния корневых и фолиарных минеральных удобрений на биохимический состав плодов (содержание сахаров, органических кислот, витаминов, фенольных соединений, пектиновых веществ), их товарные качества и поражаемость физиологическими заболеваниями. Не установлено однозначного мнения о влиянии удобрений на показатели качества плодов. В научной литературе имеются сведения как о позитивном, так и отрицательном влиянии удобрений. Показано, что действие удобрений на биохимический состав плодов в значительной степени определяется сортом и погодными условиями. Освещены особенности влияния как однокомпонентных (азотных, калийных, фосфорных, кальциевых, борных), так и комплексных минеральных удобрений. Установлено, что эффективность удобрений зависит от доз и сроков их применения. Выявлено, что различные способы внесения удобрений могут оказывать влияние на биохимический состав плодов (традиционные и современные с применением капельного орошения). Из-за широкого ареала возделывания плодовых и ягодных культур в разнообразных почвенно-климатических условиях накопленные к настоящему времени сведения разрозненны и не могут дать целостного представления о влиянии минерального питания на качество плодов.

Ключевые слова: минеральное питание, удобрения, плодовые культуры, биохимический состав

THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON THE BIOCHEMICAL COMPOSITION AND QUALITY OF FRUITS

О.А. Vetrova , cand. agr. sci.

Т.А. Roeva, cand. agr. sci.

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, 302530, Russia, Orel region, Orel district, Zhilina, VNIISP, vetrova@vniispk.ru

Abstract

The results of Russian and foreign studies from 1978 to 2018 on the effect of mineral nutrition on the quality of fruits of different cultures: apple, sour and

sweet cherry, fig, kiwi, red and black currants, blue honeysuckle, Alpine bilberry and European blueberry are summarized in the article. Aspects of the influence of root and foliar fertilizers on the biochemical composition of fruits (content of sugars, organic acids, vitamins, phenolics and pectins), their commercial qualities and the incidence of physiological diseases are highlighted. An unambiguous opinion about the impact of fertilizers on the quality of fruits has not been established. Information on both positive and negative effects of fertilizers is available in the scientific literature. It is shown that the effect of fertilizers on the biochemical composition of fruits is largely determined by the cultivar and weather conditions. The features of the influence of both single-component (nitrogen, potassium, phosphorus, calcium and boron) and complex fertilizers are shown. It is established that the efficiency of fertilizers depends on doses and terms of their application. It is revealed that different methods of fertilizer application can affect the biochemical composition of the fruits (traditional and modern methods using drip irrigation). Due to the wide area of cultivation of fruit and berry crops in diverse soil and climatic conditions, the information accumulated to date is scattered and cannot give a holistic view of the impact of mineral nutrition on the quality of fruits.

Key words: mineral nutrition, fertilizers, fruit crops, biochemical composition of fruits

Одним из приоритетных направлений исследований Российской аграрной науки (Комплексная программа... утв. Председателем Правительства РФ 24.04.2012 №1853–ПВ), обозначенных в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, является создание технологий формирования заданных свойств сельскохозяйственного сырья в процессе выращивания.

Важнейшим фактором, определяющим вкусовые качества и химический состав плодов (в том числе содержание ценных биологически активных веществ), являются генотипические (сортовые) особенности. При этом в полной мере потенциальные возможности сорта реализуются только в благоприятных условиях окружающей среды, регулирование которых осуществляется, в том числе агротехническими способами. Важнейшими элементами современных систем выращивания плодовых культур являются орошение и управление минеральным питанием (Кузин 2012, 2013, 2017).

Большая роль в получении высокого качества плодов отводится обеспечению растений оптимальным минеральным питанием. Однако однозначного мнения о непосредственном влиянии удобрений на показатели качества плодов в научной литературе нет. Имеются сообщения как о позитивном (M. Fezaetal., 2010; DeAngeliset al., 2011; Jivan, 2012; Milosevic, 2013; Горохова и др., 2014; Kachwayaetal., 2015; Горбов и др., 2015; Головунин и др., 2016; Кузин, 2017 и др.), так и отрицательном (Георгиев, 1996; Рупасова, 2012; Гурьянова, 2013; Рябцева, 2016; Swartsatal., 2017; Ochmianetal., 2018) влиянии минеральных удобрений на качество плодов, а также об отсутствии влияния удобрений (Шорохов и др., 1978; Сергеева, 1995; Харламова, 2001; Трунов, 2013; Коновалов, 2013). Кроме того, многими авторами установлено, что влияние удобрений на биохимические показатели качества плодов в значительной степени зависит от сорта и погодных условий (Сергеева, 1995; Woldetal., 2007; Грезнев, 2008; Стукалов, 2011; Кузин, 2012; Кузин и др., 2013; DeFelipe

2013; Причко и др., 2014; Leitzkeetal., 2015; Головунин и др., 2017; Кузин, 2017; Трунов и др., 2017).

Влияние внесения однокомпонентных минеральных удобрений на качество плодов

Азотные удобрения занимают особое место в питании плодовых культур и являются самыми востребованными в сельском хозяйстве. Определение оптимальных доз азотных удобрений для разных плодовых культур имеет первостепенное значение, так как избыток азота оказывает не только отрицательное влияние на качество плодов, но и загрязняет окружающую среду. По данным научной литературы, наибольшее количество исследований по влиянию однокомпонентных удобрений на качество плодов, посвящено именно азотному питанию.

Так, в Чеченской Республике на коричневых почвах изучалось влияние различных доз азотных удобрений на качество плодов яблони сорта Чемпион. При внесении 270 и 360 кг д.в/га азота в плодах отмечено снижение сахаров и увеличение кислотности на 11%, по сравнению с контролем (Хамурзаев и др., 2016).

На Украине в интенсивных садах груши и яблони выявлено, что внесение азота способствует увеличению содержания общего сахара в плодах, существенно не влияет на уровень титрованной кислотности при некотором увеличении количества аскорбиновой кислоты (Малюк и др., 2012).

В условиях Республики Марий Эл В.П. Головуниным и Ю.А. Лапшиным (2016) показано повышение концентрации сахаров и аскорбиновой кислоты в плодах жимолости синей при внесении в почву рано весной аммиачной селитры в дозе 45 г/м².

В Японии установлено, что плоды яблони сорта Fuji, выращиваемой в условиях песчаной почве, при нитратном питании были крупнее, лучше окрашены, содержали больше сахаров и органических кислот, чем при аммонийном питании (Motosugi, 1995).

В условиях Бразилии, изучалось внесение в почву возрастающих доз сульфата аммония (5, 10, 15 и 20 г/растение) на антиоксидантную активность и содержание фенольных соединений в плодах черники сортов Misty и O'Neal. Установлена высокая линейная зависимость между дозами азотных удобрений и изучаемыми показателями, причем эта зависимость на разных сортах была противоположной: у сорта O'Neal наблюдалось повышение антиоксидантной активности и фенольных соединений при увеличении доз удобрений, а у сорта Misty – снижение (Leitzkeetal., 2015).

В Аргентине изучали влияние сроков внесения азотных удобрений (после уборки плодов и весной) на окраску и содержание антоцианинов в плодах яблони сорта RoyalGala. Установлено, что при внесении азотных удобрений после уборки плоды имели более темную окраску и содержали больше антоцианинов, чем при внесении весной (DeAngelisetal., 2011).

В результате исследований, проведенных в Германии, установлено увеличение доли плодов размером свыше 70 мм, концентрации сахаров и аскорбиновой кислоты в плодах яблони при внесении 200 кг/га азотных удобрений, по сравнению с контролем. Однако наряду с положительным влиянием азота, отмечено и отрицательное его влияние, выразившееся в увеличении доли плодов с побуревшей мякотью (Engel, 1985). Отрицательное влияние высоких доз азота на качество плодов отмечается и другими авторами. Так, в США ежегодное (в течение 8 лет) внесение в почву мочевины в дозах 113, 340 и 680 г/дерево под 16-летние растения груши приводило к увеличению содержания титруемой кислотности в плодах с повышением дозы азота и не оказывало влияния на плотность мякоти. При возрастании дозы азота плоды сильнее поражались горькой

ямчатостью, крапчатостью пробковой ткани и пятнистостью (Raeseetal., 1989). В условиях Болгарии при повышении нормы азотных удобрений отмечено снижение в плодах черешни сухих веществ, сахаров и кислот (Георгиев, 1996). На песчаной карбонатной почве при внесении азотных удобрений в плодах яблони наблюдалось уменьшение общего количества растворимых твердых веществ (El-Shazly, 1996). По данным N.D. Swartsc сотрудниками (2017) внесение высоких доз азота через систему капельного орошения способствовало уменьшению плотности плодов черешни при сборе и хранении.

Принято считать, что внесение азотных удобрений при фертигации должно быть прекращено за месяц до созревания плодов вишни из-за негативного влияния азота на качество плодов. С другой стороны, фертигация является незаменимым элементом интенсивного производства вишни, требует частого внесения удобрений, и нарушение режимов подачи питательных веществ может ограничивать рост и урожайность вишни. В связи с этим K.S. Koumanov с сотрудниками (2016) проводил сравнительное изучение непрерывного (до уборки плодов) внесения азотных удобрений при фертигации и прекращения их внесения за месяц до сбора плодов. Авторы пришли к заключению, что внесение азота при фертигации может проводиться непрерывно до уборки плодов, так как не происходит ухудшения качества плодов вишни (массы, размера, твердости, содержания сухих веществ, сахаров, кислот, витамина С, кислотности сока).

Данных по влиянию внесения других видов однокомпонентных удобрений на качество плодов практически нет. Так, в Пакистане изучалось влияние **калийных удобрений** на качество плодов инжира. Отмечено, что внесение калийных удобрений в расчёте 400 г на дерево увеличивает содержание сахаров в плодах (Solimanetal., 2018). S.M. El-Shazly (1996) показано, что при внесении **фосфорных и калийных** удобрений повышалась кислотность сока яблони. Венгерскими исследователями P.T. Nagy с сотрудниками (2014) не установлено влияния **борных** удобрений на содержание в плодах вишни сахаров, витамина С и органических кислот. В.Т. Cheng (1994) показано, что при увеличении дозы **молибдена** (от 1 до 4 кг/га) в плодах земляники возрастало количество аскорбиновой кислоты и сахаров.

Влияние внесения комплексных минеральных удобрений на качество плодов

Отечественными и зарубежными авторами доказано положительное влияние минеральных удобрений на качество плодов разных культур в различных почвенно-климатических условиях. Так, позитивное влияние комплексного минерального удобрения показано С.С. Курбановым и др. (2012) на лугово-карбонатных почвах предгорной зоны Чеченской Республики при изучении влияния доз $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{120}P_{120}K_{120}$ и $N_{180}P_{180}K_{180}$ на качество плодов трех сортов яблони. Установлена тенденция увеличения содержания сахаров, сухих веществ, аскорбиновой кислоты в плодах при внесении удобрений.

В условиях Румынии внесение NPK в дозах 120 и 240 кг д.в. значительно увеличивали размер плодов и их массу и способствовали повышению содержания сахаров и общей кислотности в плодах яблони (Jivan, 2012). В Якутии в условиях полевого опыта с органическими и минеральными макро- и микроудобрениями на фоне орошения на мерзлотной лугово-чернозёмной почве выявлено положительное влияние перегноя на фоне азотного удобрения на увеличение концентрации витаминов С и Р, сахаров в ягодах смородины красной (Горохова и др., 2014).

Показано, что различные способы внесения удобрений могут оказывать влияние на биохимический состав плодов. Так, в Индии (штат Химачал-Прадеш), проводилось изучение влияния различных доз NPK при разных способах их внесения в почву на качество плодов земляники: при традиционном внесении с заделкой в почву и с

применением современного способа – фертигации. В опыте использовались рекомендуемые дозы NPK (100, 120, 150 кг/га) и 1/2, 1/3 и 3/4 от рекомендуемых доз. Установлено значительное повышение, по сравнению с контролем, уровня растворимых сухих веществ, антоцианов и аскорбиновой кислоты в плодах, а также увеличение размера и массы плодов земляники при внесении полных рекомендуемых доз NPK с помощью фертигации (Kachwaya et al., 2015). Подобные исследования были проведены в индийском штате Кашмир на черешне. При применении 2/3 дозы NPK через капельное орошение плоды отличались максимальным содержанием растворимых сухих веществ, сахаров и минимальным растрескиванием (Feza et al., 2010). Показано, что внесение удобрений с поливной водой (фертигация) повышает содержание сахаров в плодах яблони (Кузин и др., 2013).

В результате исследований, проведенных в Китае, показано увеличение содержания сахаров (на 15,7 %) и витамина С в плодах киви при совместном внесении в почву NPK и органических удобрений (Zuoping, 2016).

В условиях Сербии внесение $N_{15}P_{15}K_{15}$ играло важную роль в увеличении общих сахаров, растворимых сухих веществ, титруемой кислотности в плодах абрикоса. При внесении известково-аммиачной селитры и природного цеолита типа Agrozol увеличивалась твердость мякоти у большинства сортов (Milosevic, 2013).

Украинскими исследователями на слабокислой песчаной почве показано положительное влияние систематического применения полного минерального удобрения на увеличение плодов яблони высшего и первого сорта (на 12%). Улучшение кальциевого питания при известковании почвы способствовало увеличению продолжительности периода хранения плодов (Середа, 2000).

В Тамбовской области внесение в почву комплексного удобрения в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$ под смородину черную весной в борозды (вдоль рядков на глубину 10 см) приводило к увеличению массы ягод на 8-25%, содержанию аскорбиновой кислоты в ягодах – на 5-16% по сравнению с контролем (Горбов и др., 2015).

В условиях Республики Марий Эл применение ранневесенних подкормок минеральными удобрениями «Кемира универсал-2» в дозе 60 г/м² и органоминеральным удобрением «Радуга» в дозе 100 мл/м² при возделывании четырех сортов жимолости синей обеспечивало существенное повышение качества ягодной продукции: достоверно увеличивалось накопление сухого вещества, сахаров и витамина С, а также выявлена тенденция повышения содержания органических кислот и пектиновых веществ. Авторы делают вывод, что применение ранневесенних подкормок удобрением «Кемира универсал-2» должно стать обязательным элементом технологии возделывания жимолости синей, поскольку обеспечивает существенное повышение урожайности и качества ягод (Головунин и др., 2016).

В Норвегии изучали влияние на качество плодов земляники предпосадочного удобрения и удобрительного полива в полевом опыте. Показано, что содержание в плодах растворимых сухих веществ, витамина С, титруемых кислот коррелировали с концентрацией минеральных веществ в сухой массе листьев. Содержание витамина С в плодах не зависело от удобрений (Wold, 2007).

В некоторых работах сообщается об отрицательном влиянии внесения комплексных удобрений. По результатам исследований, проведенных в республике Беларусь, показано, что внесение полного минерального удобрения, как отдельного, так и в сочетании с некорневыми подкормками микроудобрениями, оказывает в целом негативное влияние на питательную и витаминную ценность голубики (Рупасова и др., 2012). Польскими исследователями (Ochmian et al., 2018) отмечено снижение концентрации полифенолов в

плодах двух сортов голубики при внесении фосфата мочевины, содержащего 17,7% N и 44,6% P₂O₅, в дозе 60 кг/га.

В плодоносящем саду яблони на выщелоченном чернозёме в условиях Краснодарского края отмечено, что применение азотно-фосфорных минеральных удобрений в дозах N₁₀₅P₉₅ и жидких минеральных удобрений в разных дозах не оказывало влияния на концентрацию растворимых сухих веществ и сахаров в плодах, а содержание витаминов С и Р в большей степени зависело от сорта, чем от удобрений (Сергеева, 1995). В условиях Тамбовской области также не установлено достоверного влияния азотно-калийных и полного минеральных удобрений в дозах N₉₀K₉₀, N₁₈₀K₁₈₀ и N₁₈₀P₁₈₀K₉₀, N₁₈₀P₁₈₀K₁₈₀ на содержание сахаров и аскорбиновой кислоты в плодах яблони сортов Уэлси и Синап орловский (Трунов и др., 2013).

На дерново-подзолистых почвах Московской области изучалась эффективность минеральных, органических и бактериальных удобрений в интенсивном саду яблони. Применение полного минерального удобрения в различных дозах совместно с биоудобрениями «Экстрасол», «Биоплан» и биогумусом не оказало значительного влияния на содержание титруемых кислот, сахаров и витамина С в плодах яблони сортов Антоновка обыкновенная и Спартан (Коновалов, 2013а). В опытах с сортами колонновидной яблони Президент, Триумф, Останкино и Валюта изучалось влияние азотно-калийных удобрений в дозах N₉₀K₉₀ и N₁₈₀K₁₈₀ на двух фонах навоза 100 и 200 т/га на биохимический состав плодов. Отмечено некоторое снижение содержания в плодах суммы сахаров на вариантах с внесением двойных доз минеральных и органических удобрений, изменение титруемой кислотности в плодах яблони также было незначительным и зависело от сорта (Коновалов, 2013).

В Алма-Атинской области на каштановых тяжелосуглинистых почвах внесение перед посадкой 50 т/га навоза совместно с Zn, Fe и Co, не влияло на содержание уровня сахаров, кислотности, сухих веществ и витамина С (Харламова, 2001).

В Венгрии на кислых бурых лесных почвах изучалось влияние минеральной и органической систем удобрения на качество плодов яблони, в том числе и содержание сахаров (глюкозы, фруктозы, галактозы, сахарозы), яблочной и лимонной кислот и витамина С. Минеральная система удобрений включала внесение в марте NPK в дозах по 200 кг/га с дополнительным внесением в апреле нитрата аммония в дозе 40 кг/га. При органической системе вносилось 30 т/га навоза каждые 2 года. Установлено, что сорта сильнее влияли на содержание органических кислот в яблоках, чем системы удобрений. При внесении органических удобрений увеличивалось содержание витамина С в плодах, а концентрация сахаров не зависела от систем удобрений (Peteretall., 2013).

Е. Kafkas с сотрудниками (2009) в условиях средиземноморского климата (Турция) изучалось влияние различных интервалов удобрительных поливов (40 г N, 32 г P₂O₅ и K₂O – 80 г на дерево) на содержание сахаров в плодах яблони сорта Braeburn. Варианты опыта включали ежедневный полив с удобрениями и без удобрений, с интервалом 3 дня, с интервалом 7 дней. Авторы не установили статистически достоверных различий по вариантам опыта на накопление глюкозы, фруктозы, сахарозы в плодах.

Влияние некорневых подкормок на качество плодов

Одним из способов удовлетворения потребности растений в элементах минерального питания являются некорневые подкормки. В настоящее время они стали обязательным компонентом системы удобрений в насаждениях плодовых культур. Некорневое питание происходит путем поглощения листьями и другими органами питательных веществ в ионной форме, при этом элементы питания сразу включаются в метаболизм растений.

Современные требования интенсификации садоводства предполагают усовершенствование технологии минерального питания плодовых культур. В связи с этим в настоящее время большую популярность приобретают некорневые подкормки комплексными удобрениями, содержащими в своем составе основной набор макро- и микроэлементов (как правило, 6...10 компонентов). Соотношение элементов питания в этих препаратах может меняться в зависимости от требований культуры и технологии возделывания.

Изучению вопроса влияния комплексных минеральных некорневых удобрений на качество плодовой и ягодной продукции посвящен ряд работ, проведенных в Тамбовской области. Так, установлено положительное влияние препаратами «Акварин» и «Растворин» на увеличение содержания сахаров, сухих веществ и аскорбиновой кислоты в плодах яблони (Киселев и др., 2006; Грезнев, 2008) и смородины черной (Трунов и др., 2010, 2017; Стукалов и др., 2011; Гаврилова и др., 2017). Обработка деревьев яблони гуминовым удобрением «Эдагум» положительно влияла на соотношение сахара и кислоты в плодах, а при совместной обработке удобрениями «Акварин» и «Эдагум» увеличивалось содержание водорастворимого пектина (на 24%) (Трунов и др., 2012). В то же время Ю.В. Гурьяновой с сотрудниками (2013) показано ухудшение качества плодов яблони из-за существенного снижения содержания аскорбиновой кислоты, сахаров и увеличения кислотности при обработках удобрениями «Акварин» и «Плантафол». А.И. Кузиным (2017а) в интенсивных садах яблони изучалось влияние многократных (до 28 обработок) пофазных некорневых подкормок комплексными препаратами серии «Мастер» и «Фитоверт» (с полным набором основных элементов питания и микроэлементов в хелатной форме) на фоне орошения и фертигации. Установлено увеличение сахарокислотного индекса и аскорбиновой кислоты в плодах в большинстве удобренных вариантов опыта. Наибольший положительный эффект на эти показатели наблюдался при использовании системы «Фитоверт» на фоне орошения. Тем не менее, автор не смог установить однозначное влияние удобрений на качество плодов, так как их биохимический состав в значительной степени зависел от погодных условий. Показано, что применение обработок яблони комплексными препаратами серии «Лейли» на основе экстрактов из морских водорослей как на фоне $N_{60}P_{20}K_{75}$, так и на неудобренном фоне, оказывало негативный эффект на концентрацию сахаров в плодах (Кузин, 2017б).

В аридных условиях Прикаспийской зоны некорневое применение в насаждениях яблони макроудобрения нитроаммофоска, микроудобрения «Бороплюс», комплексных удобрений «Плантафол» и «Спидфол» и регулятора роста «Мегафол» способствовало формированию крупных одномерных плодов, отличающихся более яркой окраской. Товарность плодов сорта Ренет Симиренко во всех вариантах опыта в среднем составила 86,0...92,7%, что на 6,7...13,4% выше контроля. У сорта Старкримсон увеличение выхода товарных плодов отмечено при некорневой обработке препаратами «Мегафол» (88,0%) и «Спидфол» (95,5%), которая превышает контрольный вариант в среднем на 8,2...15,7%. Обработки этими удобрениями также оказали положительное влияние на содержание сухих веществ в плодах яблони и груши (Иваненко, Дроник, 2018).

На черноземных почвах Краснодарского края применение обработок комплексным хелатным удобрением с микроэлементами «Полимикс-Агро» способствовало улучшению вкусовых и потребительских качеств плодов сливы и земляники за счет повышения содержания сахаров, витамина С и антоцианов (Причко и др., 2014; Заремук и др., 2016). Установлено, что применение некорневых подкормок минеральным удобрением «ГУМИ 20К» и регуляторами роста «Мивал-агро», «Stimolante 66f», «AlgamixВМg» в насаждениях земляники способствовало увеличению массы ягод, по сравнению с контролем,

на 0,7...2,2 г, что улучшало товарные качества. Совместное использование биостимулятора «Мивал-агро» и минерального удобрения «ГУМИ 20К» приводило к увеличению содержания сухих веществ и сахаров на 7...10%, органических кислот на 10...15%, витамина С на 9...14%, Р-активных веществ на 3...12% в плодах (Причко и др., 2014). Наибольшее влияние на содержание витамина С в плодах земляники оказали обработки активатором роста «AlgamixVMg», что способствовало увеличению показателя на 41,1% (Причко и др., 2016). На аллювиально-луговых почвах Краснодарского края установлено положительное влияние двух- и трехкратной некорневой подкормки нитроаммофоской на накопление растворимых сухих веществ и сахаров и не установлено влияния на содержание титруемых кислот и витамина С в плодах яблони Гренни Смит (Митракова и др., 2009). Некорневые подкормки винограда удобрениями «Нутривант плюс виноград», «Келик калий-кремний», «Атланте плюс» и микроэлементами в хелатной форме «Келкат Бор», «Келкат Марганец» и «Келкат Цинк» обеспечили существенное увеличение содержания витамина С в соке ягод и некоторое снижение содержания титруемых кислот (Радчевский и др., 2016).

В Польше некорневые подкормки растений земляники кальциевой селитрой и удобрением «ActiSil» позволяли получать плоды наибольшего диаметра и с более плотной мякотью, но при этом в них отмечалось наименьшее содержание растворимых сухих веществ и кислот (Ochmianetal, 2007).

В условиях Беларуси шестикратные обработки яблони хелатными удобрениями «КомплеМет-Кальций» и «КомплеМет-Кальций-экстра» приводили к достоверному увеличению количества сахаров в плодах, содержание аскорбиновой кислоты увеличивалось на 1,29 мг/100 г (Шешко и др., 2018). В полевом опыте на выработанном участке торфяного месторождения были проведены исследования по влиянию некорневых обработок рострегулирующими препаратами, содержащими микроэлементы, «Волат-24», «КомплеМетСо» и «ЭлеГум-Комплекс» на биохимический состав плодов межвидового гибрида голубики Northblue. Отмечено, что обработки препаратом «Волат-24» увеличивали накопление в плодах антоцианов, аскорбиновой кислоты и органических кислот при снижении в них содержания сухих веществ и показателя сахарокислотного индекса и не оказывали влияния на содержание лейкоантоцианов и катехинов. Применение «КомплеМетСо» способствовало увеличению в плодах сухих веществ, сахарокислотного индекса и лейкоантоцианов, снижало содержание органических кислот, антоцианов, катехинов и не влияло на содержание аскорбиновой кислоты. Обработки препаратом «ЭлеГум-Комплекс» увеличивали в плодах содержание титруемых кислот и ингибировали биосинтез антоциановых пигментов и флавонолов при наибольшем в эксперименте снижении содержания Р-витаминов и не оказывали влияния на содержание катехинов (Рупасова и др., 2016). Применение четырехкратных обработок микроэлементным наноудобрением «Наноплант-Fe, Cu, Mn, Co» и хелатными удобрениями серии «КомплеМет» в интенсивных насаждениях вишни и черешни дало неоднозначные результаты. У вишни применение данных удобрений приводило к увеличению растворимых сухих веществ, сахаров, титруемой кислотности, пектиновых веществ и аскорбиновой кислоты в плодах. У черешни применение удобрения «КомплеМет» оказало негативный эффект на все изучаемые биохимические показатели, а удобрение «Наноплант-Fe, Cu, Mn, Co» оказало положительное влияние на увеличение массовой доли сухих веществ, фенольных соединений и аскорбиновой кислоты в плодах только в один год из двух лет исследований (Рябцева и др., 2016).

В Румынии в суперинтенсивных садах яблони проводили исследования по влиянию некорневых подкормок комплексными удобрениями «Ferticare 1», «Ferticare 2», «Ferticare 3»,

«FerticareStarter» и «Power» на качество плодов пяти сортов яблони. Плоды обработанных деревьев содержали больше глюкозы, фруктозы, пектиновых веществ, органических кислот (лимонной, яблочной, винной, щавелевой), увеличивалось содержание витамина С (Bochisetal., 2011).

В Швейцарии в 15-летнем яблоневом саду (сорт Джоноголд) установлено, что 6...9-кратные обработки биоудобрением «Algan», применяемые весной в концентрации 0,1% или осенью в концентрации 0,2% способствовали увеличению соотношения сахар/кислота в плодах, а применение обработок 0,5%-й мочевиной весной, наоборот, уменьшали данный показатель (Bertschinger., 1997).

Обработка деревьев яблони мочевиной и кальциевой селитрой положительно влияла на увеличение размера плодов яблони (Zimmer, 1996). Некорневые подкормки граната хлористым кальцием и мочевиной значительно увеличили содержание аскорбиновой кислоты и растворимых сухих веществ в плодах (Rameznianetal., 2009).

В Московской области при использовании некорневых обработок калийной селитрой и калийной селитрой совместно с 0,5% мочевиной содержание аскорбиновой кислоты в плодах вишни было на 3...4 мг/100 г. выше, чем у контроля, увеличивалось накопление сухих веществ и сахаров (Дебелова, 2011).

На супесчаных почвах Египта опрыскивания яблони смесью удобрений, включающей сульфат калия, хлорид кальция, борную и гуминовую кислоты существенно увеличивали концентрацию сахаров, растворимых твердых веществ и антоцианов в плодах (Mosaetal., 2015).

Учеными из разных стран сообщается о хороших результатах, полученных при использовании некорневых подкормок кальциевыми удобрениями с целью повышения качества плодов. Литовскими исследователями показано положительное влияние опрыскиваний кальциевыми удобрениями (хлорид кальция, кальциевая селитра, жидкое экспериментальное удобрение кальций Wuxal) на качество плодов яблони сорта Синап Орловский. Семикратные обработки кальциевыми удобрениями способствовали снижению поражаемости плодов горькой ямчатостью и не влияли на твердость мякоти и содержание растворимых твердых веществ (Lanauskas, 2006).

В Польше V.Z. Ochmian (2012) изучалось влияние некорневой подкормки кальцийсодержащими удобрениями (кальцинит, хлористый кальций, FrutonCa, FolaxCa29, LebosolCaForte, CaForte) на качество плодов высокорослой голубики сорта Duke. Некорневые подкормки приводили к увеличению размера плодов, повышалось содержание витамина С и полифенолов в плодах. Наибольшее влияние оказали FolaxCa29 и LebosolCaForte.

В Иране на супесчаной почве применение некорневых обработок яблони хелатом кальция значительно увеличило твердость плодов, общее содержание в них растворимых сухих веществ по сравнению с контрольными деревьями (Arablooetal., 2017). Опрыскивание деревьев яблони $CaCl_2$ и его сочетанием с калийными удобрениями значительно повышало концентрацию сахара и антоцианов в плодах в условиях Ирана (Solhjoetal., 2017).

Исследованиями, проведенными в Китае, в засушливой местности Вейбей, установлено увеличение плотности мякоти плодов яблони, содержания в них сахаров и витамина С (на 9,9, 31,8 и 47,8 % соответственно) при обработках кальциевой селитрой в фазу полного цветения. Снижалась поражаемость болезнями и порча плодов (Zeng-chaoetal., 2006). Некорневая подкормка кальциевыми удобрениями («Ca аминокислотный», «Ca-Cuikang», «Ca-Bao 2000» и «Ca-Jujin») в фазу полного формирования плодов увеличивала размер плодов, повышала содержание витаминов, сухих растворимых веществ и антоцианидинов,

снижала титруемую кислотность в плодах яблони сорта Фуджи. По снижению действия на эти показатели удобрения располагались в ряд: «Са-Jujin», «Са аминокислотный», «Са – Suikang», «Са-Bao 2000» (Yu-hongetal., 2005).

В Испании изучалось предуборочное применение кальциевых опрыскиваний на качество плодов яблони сорта GoldenSmoothie. Проводили 6...12 обработок, начиная через 60 дней после полного цветения. Кальциевые удобрения способствовали повышению твердости плодов мякоти при уборке, но этого оказалось недостаточно, чтобы поддержать ее в процессе хранения. Обработки кальцием ослабляли проявление горькой ямчатости, но полностью ее не устраняли (Caseroetal., 2010).

Некоторыми авторами сообщается о повышении качества плодов разных культур под влиянием обработок микроэлементами. Вьетнамскими исследователями изучалось влияние микроэлементов цинка, бора и молибдена на качество плодов цитрусовых. При некорневой подкормке микроудобрениями увеличивались размер и доля съедобной части плода, повышалось содержание сахаров и аскорбиновой кислоты и снижалось содержание лимонной кислоты в плодах (Keo, 1994). S. Davarpanah с сотрудниками (2016) показано положительное действие хелата цинка на увеличение содержания сахаров, антоцианов, аскорбиновой кислоты в плодах граната. В Китае опрыскивания деревьев яблони 0,5...1,0%-ным цинковым удобрением существенно усиливали скорость роста диаметра плодов, способствовали увеличению массы плодов на 24,7%, содержания в них растворимых твердых веществ – на 10,5...26,7%, сахаров – на 27,5%, содержания витамина С – на 20,4%, антоцианов на – 75% по сравнению с контролем (Ru-liangetal., 2007). При подкормке земляники марганцем достигалось повышенное содержание растворимых сухих веществ (20%) и наибольшее содержание витамина С (1,04%) в плодах (Ochmianetal., 2007). Применение системы некорневых подкормок, которая включала комплекс обработок цинком, бором, фосфором и кальцием, значительно повышало содержание сахаров по сравнению с контролем без обработок у сортов яблони Эльстар, Джонаголд и Голден Делишес (Štamparetal., 1999).

Таким образом, проведенный нами анализ результатов исследований по влиянию минерального питания на биохимические показатели и качество плодов продемонстрирован в большом количестве научных публикаций, при этом авторы для разных сортов и разных культур отмечают, как положительный, так и отрицательный эффект отдельных видов и способов внесения удобрений. Из-за широкого ареала возделывания плодовых и ягодных культур в разнообразных почвенно-климатических условиях накопленные к настоящему времени сведения разрозненны и не могут дать целостного представления о влиянии минерального питания на качество плодов. В связи с этим необходимо проведение дальнейших углубленных систематических исследований в этой области.

Литература

1. Гаврилова Т.И., Трунов Ю.В., Кузин А.И. Биохимический состав ягод смородины чёрной при некорневых подкормках «Акварином» // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 49. С. 66-69.
2. Георгиев С. Биологични прояви на плододаващи черешови дървета в зависимост от минералното торене // Растениевъдни науки. 1996. Vol. 33. № 6. С. 56-59.
3. Головунин В.П., Лапшин Ю.А. Влияние ранневесенних подкормок на урожайность и качество ягод жимолости синей // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2016. № 1. С. 31-36.

4. Горбов М.Е., Кузин А.И., Трунов Ю.В., Трунова Л.Б., Амплеева А.Ю. Оптимизация минерального питания в насаждениях смородины // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2015. С. 39-42.
5. Горохова О.Г., Чевычелов С.М., Сабарайкина С.М. Влияние агрофона на продуктивность и качество ягод смородины красной, произрастающей на мерзлотной почве // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2014. № 2. С. 27-32.
6. Грезнев О.А. Эффективность системы некорневого минерального питания яблони в условиях ЦЧР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Мичуринск, 2008. 23 с.
7. Гурьянова Ю.В., Рязанова В.В., Марченко Ю.О. Влияние некорневых подкормок на урожай и качество яблок // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2013. № 4. С. 19-20.
8. Дебелова Д.Д., Морозоустойчивость деревьев вишни в связи с применением некорневых подкормок минеральными удобрениями // Плодоводство и ягодоводство России. 2011. Т. 28, №1. С. 141-148.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
10. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.В., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. Л.: Агропромиздат, 1987. С. 5-194.
11. Заремук Р.Ш., Причко Т.Г., Богатырёва С.В., Смелик Т.Г. Эффективность применения комплексного удобрения полимикс-агро при возделывании сливы в Краснодарском крае // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 3. С. 36-38.
12. Иваненко Е.Н., Дроник А.А. Содержание сухих веществ в плодах яблони и груши под влиянием некорневого питания // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы III Международной научно-практической интернет-конференции. с. Солёное Займище. С. 318-323.
13. Ильина И.А., Причко Т.Г., Агеева Н.М., Горлов С.М. Актуализация приоритетов развития технологий хранения сельскохозяйственного сырья и производства пищевой продукции // Научные труды СКФНЦСВВ. 2018. Т. 20. С. 22-34. <https://doi.org/10.30679/2587-9847-2018-20-22-34>
14. Киселёв А.Д., Грезнев О.А. Влияние некорневых подкормок на урожайность и качество плодов яблони на карликовом подвое 62-396 // Материалы 58 Всероссийской научной студенческой конференции Мичуринского государственного аграрного университета. Мичуринск, 2006. С. 19-21.
15. Комплексная Программы развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 г. (утв. Председателем Правительства РФ 24.04.2012 № 1853-ПВ.). URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=130043&dst=429496729> (дата обращения 03.06.2019)
16. Коновалов С.Н., Петрова В.И. Эффективность биоудобрений в саду яблони // Научные труды ГНУ СКЗНИИСИВ. 2013. Т. 3. С. 71-78.
17. Кузин А.И. Влияние фертигации капельного орошения и некорневых подкормок на продуктивность яблони качество плодов и свойства почвы в интенсивном саду Центрального Черноземья // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 130. С. 1-17.
18. Кузин А.И., Пугачёв Г.Н., Трунов Ю.В. Влияние задержания междурядий на физические свойства почвы и содержание азота в условиях интенсивного яблоневых сада // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 7. С. 36-38.

19. Кузин А.И., Трунов Ю.В., Вязьмикина А.Н., Белоусов А.Н. Формирование некоторых компонентов продуктивности у яблони при использовании некорневых подкормок // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 88. С. 693-705.
20. Кузин А.И., Трунов Ю.В., Вязьмикина Н.С. Эффективность некорневых подкормок в орошаемом интенсивном саду в условиях Центрального черноземья // Плодоводство и ягодоводство России. 2012. Т. 30. С. 64-73.
21. Кузин А.И., Цуканова Е.М., Трунов Ю.В. Динамика активности каталазы в листьях яблони под влиянием некорневых подкормок // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 127. С. 940-955.
22. Кузин, А.И., Трунов Ю.В., Вязьмикина Н.С. Рост корней подвоев и саженцев яблони при внесении минеральных удобрений // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2012. № 4. С. 18-22.
23. Курбанов С.С., Батукаев С.М., Хамурзаев С.М. Продуктивность интенсивных насаждений яблони при регулировании минерального питания в условиях Чеченской Республики // Садоводство и виноградарство. 2012. № 5. С. 36-42.
24. Лобанов Г.А., Морозова Т.В., Овсянников А.С. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Мичуринск: ВНИИС, 1973. С. 49-60.
25. Макаркина М.А., Седов Е.Н., Серова З.М., Соколова С.Е. Р-активные вещества в плодах сортов и гибридов яблони // Селекция и сорторазведение садовых культур. Орёл: ВНИИСПК, 2007. С. 132-140.
26. Малюк Т.В., Пчёлкина Н.Г. Формирование качества плодов груши и яблони в зависимости от условий азотного питания растений // Перспективы развития технологий хранения и переработки плодов и ягод в современных экономических условиях: материалы Международной научной конференции. Самохваловичи, 2012. С. 55-60.
27. Петрова В.П. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений. Киев: Вища школа, 1986. 286 с.
28. Петровский К.С. Плоды и ягоды в профилактике атеросклероза // Биологические активные вещества плодов и ягод: мат. V Всесоюз. сем. по БАВ. М., 1976. С. 12-19.
29. Причко Т. Г., Хилько Л. А., Германова М. Г. Влияние некорневых подкормок на качество ягод земляники // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2016. №. 40. С. 129-136. URL: <http://journal.kubansad.ru/pdf/16/04/13.pdf>
30. Причко Т. Г., Хилько Л. А., Германова М. Г. Эффективность применения комплексного удобрения «полимикс-агро» на плодоносящей землянике // Научные труды ГНУ СКЗНИИСИВ. 2014. Т. 5. С. 139-144.
31. Причко Т.Г., Германова М.Г., Хилько Л.А. Некорневые подкормки, повышающие урожайность и качество ягод земляники (*Fragaria ananassa*) при погодных стрессах // Сельскохозяйственная биология. 2014. № 5. С. 120-126. DOI: <https://www.doi.org/10.15389/agrobiology.2014.5.120eng>
32. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В. Формирование многокомпонентных продуктов лечебно-профилактического питания из плодово-ягодного сырья, произрастающего в условиях юга России // Инновации и продовольственная безопасность. 2018. № 2. С. 73-78.
33. Радчевский П.П., Матузок Н.В., Базоян С.С., Таран Ю.В., Прах А.В. Влияние некорневой подкормки минеральными удобрениями нового поколения на агробиологические и технологические показатели винограда сорта Шардоне // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 40. С. 110-128.

34. Рупасова Ж.А., Лиштван И.И., Титок В.В., Яковлев А.П., Василевская Т.И., Криницкая Н.Б., Гончарова Л.В. Влияние рострегулирующих препаратов на биохимический состав плодов голубики на выработанном участке торфяного месторождения на севере Беларуси // Экологический вестник. 2016. №1. С. 40-45.
35. Рупасова Ж.А., Яковлев А.П., Лиштван И.И., Василевская Т.И., Варавина Н.П., Криницкая Н.Б. Влияние макро и микроудобрений на биохимический состав плодов *Vaccinium L.* на торфяной выработке в Беларуси // Бюллетень главного ботанического сада. 2012. №4. С. 53-57.
36. Рябцева Т.В., Капичникова Н.Г., Турбин П.А., Азизбеян С.Г. Влияние удобрений и росторегуляторов различной природы на рост и плодоношение черешни и вишни // Плодоводство. 2016. Т. 28. С. 117-129.
37. Седова З.А. Изучение товарных качеств плодов и ягод. // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орёл: ВНИИСПК, 1999. С. 155-168.
38. Седов Е.Н., Седова З.А., Стрельцина С.А. Селекция на продуктивность и качество продукции. // Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова. Орёл: ВНИИСПК, 1995. С. 48-58.
39. Седова З.А. Роль плодов и ягод в питании человека: справочник садоводам. Тула: Приокское кн. изд-во (изд-е 2-е), 1975. С. 10-28.
40. Седова З.А. Яблоки – высшим сортом. Тула: Приокское кн. изд-во, 1985. С. 3-89.
41. Сергеева Н.Н. Рост, урожайность и качество плодов яблони в связи с применением на выщелоченном чернозёме жидких минеральных удобрений: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Краснодар, 1995. 28 с.
42. Стукалов Н.В., Трунов Ю.В. Влияние некорневых подкормок на плодоношение смородины чёрной в ЦЧР // Научные основы минерального питания и применения удобрений в насаждениях плодовых культур. Материалы международной научно-практической конференции. Мичуринск: ВНИИС, 2011. С. 138-144.
43. Стукалов Н.В., Трунов Ю.В. Урожайность и витаминная ценность ягод смородины чёрной при использовании некорневых подкормок // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2011. № 1, Ч. 1. С. 38-41.
44. Трунов Ю.В., Вязьмикина Н.С., Трунова Л.Б., Амплеева А.Ю. Товарные и биохимические качества плодов при использовании минеральных удобрений // Физиологические основы формирования продуктивности, устойчивости и качества продукции в современном садоводстве: материалы международной научно-практической конференции. Мичуринск: ВНИИС, 2013. С. 129-132.
45. Трунов Ю.В., Гаврилова Т.И., Кузин А.И. Влияние некорневых подкормок на биохимический состав ягод смородины чёрной в условиях Тамбовской области // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2017. № 3. С. 78-80.
46. Трунов Ю.В., Стукалов Н.В. Влияние некорневых подкормок на урожайность и качество ягод смородины чёрной в ЦЧР // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 5. С. 40-41.
47. Трунов Ю.В., Цуканова Е.М., Ткачёв Е.Н., Грезнев О.А., Сергеева Н.Н., Ненько Н.И., Якуба Ю.Ф. Химический состав яблок при некорневых подкормках минеральными удобрениями и биостимулятором роста ЭДАГУМ // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 1. С. 93-97. DOI: <https://www.doi.org/10.15389/agrobiol.2012.1.93eng>
48. Упадышев М.Т. Роль фенольных соединений в процессах жизнедеятельности садовых растений. М.: ВСТИСП, 2008. 320 с.

49. Хамурзаев С.М., Борзаев Р.Б. Влияние различных доз азотных удобрений на морозоустойчивость, ростовые процессы и качество плодов яблони // Плодородие. 2016. № 6. С. 34-36.
50. Харламова Т.А., Андрианова Г.П. Влияние предпосадочного внесения удобрений на продуктивность и качество плодов вишни // Аграрная наука. 2001. № 2. С. 18-19.
51. Шешко П.С., Бруйло А.С. Влияние некорневого применения удобрений КомплеМет на урожайность и качество плодов яблони // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы международной научно-практической конференции. Гродно, 2017. С. 265-267.
52. Шорохов С.С., Руденко К.Н., Проскурина П.О. Итоги одиннадцатилетних исследований по удобрению молодых деревьев яблони // Труды Орловской плодово-ягодной опытной станции. Орёл, 1978. Т. 8, Ч. 2. С. 79-90.
53. Arabloo M., Taheri M., Yazdani H., Shahmoradi M. Effect of foliar application of amino acid and calcium chelate on some quality and quantity of Golden Delicious and Granny Smith apples // Trakia Journal of Sciences. 2017. Т. 15, № 1. P. 14-19. DOI: <https://www.doi.org/10.15547/tjs.2017.01.003>
54. Aria, S. Global view on functional foods: Asian perspectives // British Journal of Nutrition. 2002. Vol. 88, NS2. P.139-143. DOI: <https://doi.org/10.1079/BJN2002678>
55. Bertschinger L., Henauer U., Lemmenmeier L., Stadler W., Schumacher R. (1997). Effects of foliar fertilizers on abscission, fruit quality and tree growth in an integrated apple orchard. // Acta Horticulturae. 1997. N448. P. 43-50. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.448.3>
56. Bochis C., Ropan G. The influence of foliar fertilization upon the principal components morphological at five apple varieties form E.U. in superintensive culture // Buletin USAMV Horticulture. 2009. Vol. 66, № 1. P. 650. DOI: <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:4501>
57. Crosier H.E., Brownell L.E. Washing in porous media // Industrial & Engineering Chemistry. 1952. Vol. 44, № 3. P. 631-635. DOI: <https://doi.org/10.1021/ie50507a054>
58. Cheng B.T. Ameliorating *Fragaria ssp.* And *Rubusidaeus L.* productivity through boron and molybdenium addition// Agrochimica. 1994. Vol. 38, № 3. P. 177-185.
59. Kim D.O., Jeong S.W., Lee C.Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums // Food Chemistry. 2003. Vol. 81, N. 3. P. 321-326. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00423-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00423-5)
60. Yaseen T., Pu H., Sun D. W. Functionalization techniques for improving SERS substrates and their applications in food safety evaluation: a review of recent research trends // Trends in food science & technology. 2018. Vol. 72. P. 162-174. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.12.012>
61. Davarpanah S., Tehranifar A., Davarynejad G., Abadia J., Khorasani R. Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (*Punica granatum cv. Ardestani*) fruit yield and quality // Scientia horticulturae. 2016. Vol. 210. P. 57-64. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.07.003>
62. De Angelis V., Sanchez E., Tognetti J. Timing of nitrogen fertilization influences color and anthocyanin content of apple (*Malus domestica borkh. cv 'Royal Gala'*) fruits // International journal of fruit science. 2011. Vol. 11, № 4. P. 364-375. DOI: <https://doi.org/10.1080/15538362.2011.630298>
63. DeFelipe J. et al. New insights into the classification and nomenclature of cortical GABAergic interneurons // Nature Reviews Neuroscience. 2013. Vol. 14, № 3. P. 202. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrn3444>
64. Dimitrios B. Sources of natural phenolic antioxidants // Trends in Food Science & Technology. 2006. Vol. 17, № 9. P. 505-512. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.04.004>

65. El-Shazly S.M. Effect of npk fertilization treatments on anna apple trees // III International Symposium on Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Trees 448. 1996. P. 511-511. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.448.92>
66. Engel G. Einfluss von Bodenpflege und Stickstoffversorgung auf Fruchtqualitätsmerkmale bei Äpfeln // Erwerbs-Obstbau. 1985. Vol. 27. P. 246-248.
67. Jivan C., Florin S. The influence of mineral fertilization on apple quality // Bulletin UASVM Agriculture. 2012. Vol. 69, №. 1. P. 120-125. DOI: <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-agr:8666>
68. Kachwaya D.S., Chandel J.S. Effect of fertigation on growth, yield, fruit quality and leaf nutrients content of strawberry (*Fragaria × ananassa*) cv Chandler // Indian Journal of Agricultural Sciences. 2015. Vol. 85, N 10. P. 1319-1323.
69. Kafkas E., Afasay A., Sabir F.K., Akgul H., Ucgun K. Effects of different irrigation intervals and fertilizer applications on certain chemical contents of “Braeburn” apple cultivar // African Journal of Biotechnology. 2009. Vol. 9, №. 10. P. 2138-2142.
70. Keo, Vivon Ut Tha Chac, Effect of microelement Zn, B, Mo on growth, yield and quality of litrus fruits in Phu Qui area, Nghe An province // Agriculture and food industry. 1994. № 1. P. 23-25.
71. Koumanov K.S., Tsareva I.N., Komov G.D., Germanova D.R. Sweet cherry fruit quality under fertigation // Acta Horticulturae. 2016. 1139. P. 551-558. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1139.95>
72. Leitzke B.T., Hilt L.M., Pollak S.D. Maltreated youth display a blunted blood pressure response to an acute interpersonal stressor // Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology. 2015. Vol. 44, №. 2. P. 305-313. DOI: <https://doi.org/10.1080/15374416.2013.848774>
73. Leitzke L.N., Picoletto L., Pereira I.dosS., Vignolo G.K., Schmitz J.D., Vizzotto M., Antunes L.E.C. Nitrogen fertilizer affects the chemical composition of the substrate, the foliar nutrient content, the vegetative growth, the production and fruit quality of blueberry // Cientifica. 2015. Vol. 43, №. 4. P. 316-324. DOI: <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2015v43n4p316-324>
74. Ahmad M.F., Abhijit S., Abida J. Response of sweet cherry (*Prunus avium*) to fertigation of nitrogen, phosphorus and potassium under Kerawa land of Kashmir valley // Indian Journal of Agricultural Sciences. 2010. Vol. 80, N 6. P. 512-516.
75. Milosevic T., Milosevic N. Response of young apricot trees to natural zeolite, organic and inorganic fertilizers // Plant, Soil and Environment. 2013. Vol. 59, № 1. P. 44-49. DOI: <https://doi.org/10.17221/570/2012-PSE>
76. Motosugi N., Gao Y.P., Sugiura A. Rootstock effects on fruit quality of «Fugi» apples grown with ammonium or nitrate nitrogen in sand culture // Scientia Horticulturae. 1995. Vol. 61, № 3-4. P. 205-214. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(94\)00745-2](https://doi.org/10.1016/0304-4238(94)00745-2)
77. Mosa W.F.A.E., El-Megeed N.A.A., Paszt L.S. The Effect of the of the Foliar Application of Potassium, Calcium, Boron and Humic Acid on Vegetative Growth, Fruit Set, Leaf Mineral, Yield and Fruit Quality of “Anna” Apple // American Journal of Experimental Agriculture. 2015. Vol. 8, №. 4. P. 224-234. DOI: <https://doi.org/10.9734/AJEA/2015/16716>
78. Nagy P., Thurzo S., Szabo Z., Nyeki J., Silva A.P., Goncalve B. Influence of foliar fertilization on mineral composition, sugar and organic acid content of sweet cherry // Acta Horticulturae. 2014. N. 868. P. 353-358. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.868.47>
79. Ochmian I. The impact of foliar application of calcium fertilizers on the quality of highbush blueberry fruits belonging to the «Duke» cultivar // Notulae botanicae horti agrobotanici Cluj-Napoca. 2018. Vol. 40, № 2. P. 163-169. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha4028058>
80. Ochmian I., Grajkowski J., Popiel J., Skwarska-Wiszniewska I. The influence of the foliar application of fertilizers by microelements on the yielding and quality of “Senga Sengana”

- strawberries // Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis. Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica. 2007. №. 4. P. 141-146
81. Peter T.N., Tibor B.N., Zoltan S. Comparativ Study of Organic and Integrated Apple Growing: Differences in Frut Nutrition // Communications in Soil Science and Plant Analysis. 2013. Vol. 44, N 1-4. P. 678-687. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2013.748007>
82. Raese J.T., Staiff D.C. Effect of fertilizers, rootstocks, and season on fruit quality, fruit disorders, and mineral composition of d'Anjou pears // Acta Horticulturae. 1989. Vol. 256. P. 183-188. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1989.256.26>
83. Ramezani A., Rahemi M., Vazifehshenas MR. Effects of foliar application of calcium chloride and urea on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruits // Scientia Horticulturae. 2009. Vol. 121, № 2. P. 171-175. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.01.039>
84. Liu R.L., Tong Y.A., Fan H.Z., Zhao Y. Effect of spraying zinc fertilizer on apple growth and fruit quality in Weibei dry-land // Agricultural Research in the Arid Areas. 2007. Vol. 25, № 3. P. 62-65.
85. Alebidi A.I., Al-Obeed R.S., Al-Saif A.M., Soliman S.S. Effect of potassium fertilizer on fruit quality and mineral composition of fig (*Ficus carica* l. cv. *Brown turky*) // Pakistan Journal of Botany. 2018. Vol. 50. № 5. P. 1753-1758.
86. Schaafsma G., Korstanje R. The Functional Drinks Prophecy // World Food Ingredients. 2004. March. P. 44-48.
87. Rodrigues S., Silva L.C., Mulet A., Carcel J.A., Fernandes F.A. Development of dried probiotic apple cubes incorporated with *Lactobacillus casei* NRRL B-442. // Journal of functional foods. 2018. Vol. 41. P. 48-54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.12.042>
88. Swarts N.D., Mertes E., Close D.C. Role of nitrogen fertigation in sweet cherry fruit quality and consumer perception of quality: at- and postharvest. // Acta Horticulturae. 2017. Vol. 1161. P. 503-510. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1161.80>
89. Solhjo S., Gharaghani A., Fallahi E. Calcium and Potassium foliar sprays affect Fruit skin color, quality attributes, and mineral nutrient concentrations of «Red delicious» apples // International Journal of Fruit Science. 2017. Vol. 17, № 4. P. 358-373. DOI: <https://doi.org/10.1080/15538362.2017.1318734>
90. Verschuren P.M. Functional Foods: Scientific and Global Perspectives // British Journal of Nutrition. 2016. Vol.88, N 2. P. 125-130. DOI: <https://doi.org/10.1079/BJN2002675>
91. Wold A.B., Nina O. Fruit quality in strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch. Cv. Korona) at three times during the season and with two fertilizer strategies // Journal of Applied Botany and Food Quality. 2007. Vol. 81, N. 1. P. 36-40.
92. Che Y., Li B., Wang Y., Zhang L., Feng C. Effects of different calcium fertilizers on fruit quality and Ca^{2+} -ATPase activity of Red Fuji apple // Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica. 2005. Vol. 25, №. 4. P. 803-805.
93. Zimmer J., Handschack., Ludders P. Einfluss der Blutenausdünnung mit stickstoffhaltigen Düngemitteln auf Wachstum und Fruchtqualität beim Apfel // Erwerbs-Obstbau. 1996. Vol. 38, № 3. P. 81-85.
94. Geng Z.C., Fang R.Y., She D., Gu Q.Z., Liu L. Effects of calcium fertilizers on yield and quality of apple in Weibei dryland // Agricultural Research in the Arid Areas. 2006. Vol. 24, № 5. P. 73-76.
95. Zhao Z.P., Duan M., Yan S., Liu Z.F., Wang Q., Fu J., Tong Y. Effects of different fertilizations on fruit quality, yield and soil fertility in field-grown kiwifruit orchard // International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 2017. Vol. 10, №. 2. P. 162-171. DOI: <https://doi.org/10.3965/j.ijabe.20171002.2569>

References

1. Gavrilova, T.I., Trunov Y.V., &Kuzin A.I. (2017). Biochemical composition of black currant berries at Akvarin foliar top dressing of plants. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 49, 66-69. (In Russian, English abstract).
2. Georgiev, C. (1996). Biological manifestations of fruit-bearing cherry trees depending on mineral fertilizer. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 33(6), 56–59. (In Bulgarian, English abstract).
3. Golovunin, V.P., & Lapshin, U.A. (2016). Effect of early spring fertilizing on yield and quality blue honeysuckle berries. *Bulletin of the State Agrarian University of Northern Zauralye*,1, 31-36. (In Russian, English abstract).
4. Gorbov, M.E., Kuzin, A.I., Trunov, Y.V., Trunova, L.B., & Ampleeva, A.Y. (2015). Optimization of mineral nutrition in currant plantations. In *Breeding and variety cultivation of fruit and berry crops* (pp. 39–42). Orel: VNIISPK. (In Russian, English abstract).
5. Gorokhova, O.G., Chevichelov, C.M., & Sabaraikina, S.M. (2014). Influence of agro background on the productivity and quality of red currant berries growing on the freeze soil. *Arctic and Subarctic Natural Resources*, 2, 27-32. (In Russian, English abstract).
6. Greznev, O.A. (2008). *The effectiveness of the system of non-root mineral nutrition of apple trees in the conditions of the Central Black Earth Region (Agri. Sci. Cand. Thesis)*. Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia. (In Russian).
7. Guryanova, Y.V, Ryazanova, V.V., & Marchenko, Yu.O. (2013). Influence of the top dressing on the yield and quality of apples. *Bulletun of Michurinsk State Agrarian University*, 4, 19-20. (In Russian, English abstract).
8. Debelova, D.D. (2011). Frost resistance of cherry trees in connection with the use of foliar spraying with mineral fertilizers. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 28(1),141–148. (In Russian, English abstract).
9. Dospheov, B.A. (1985). *Methods of the Field Experiment (with statistic processing of investigation results)*. Moscow: Agropromizdat. (In Russian).
10. Ermakov, A.I., Arasimovich, V.V., Yarosh, N.P., Peruanskii, Yu.V., Lukovnikova, G.A. & Ikonnikova, M.I. (1987). *Methods of biochemical research of plants* (pp. 5-194). A.I. Ermakov (Ed.). Leningrad: Agropromizdat, (In Russian).
11. Zaremuk, R.Sh., Prichko, T.G., Bogatyryova, S.V., & Smelik, T.G. (2016). Efficiency of application of polymix-agro complex fertilizer at cultivation of plums in Krasnodar krai. *Achievements of Science and Technology of AICis*, 30(3), 36-38. (In Russian, English abstract).
12. Ivanenko, E.N., & Dronik, A.A. (2018). The content of dry substances in apple and pear fruits under the influence of foliar nutrition. In *Proc. Sci. Conf. Modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature management* (pp.318-323). SolyonoyeZaymische, (In Russian).
13. Ilyina, I.A., Prichko T.G., Ageeva N.M., & Gorlov, S.M. (2018). Updating the priorities of the development of storage technologies for agricultural raw materials and food production. *Scientific publications of NCRRIH&V*, 20, 22-34. (In Russian, English abstract). <https://doi.org/10.30679/2587-9847-2018-20-22-34>
14. Kiselev, A.D., & Greznev, O.A. (2006). The effect of foliar fertilizing on the fruit yield and quality of apple trees on the dwarf rootstock 62-396. In *Proceedings of the 58 All-Russian Science Student Conference of the Michurinsky State Agrarian University.*, (pp. 19-21). Michurinsk (In Russian).
15. State coordination program for the development of biotechnology in the Russian Federation until 2020 «BIO 2020» (approved. by the Chairman of the Government of the Russian Federation in April 24, 2012 No. 1853-PV). Retrieved from:

- <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=130043&dst=429496729>
(In Russian).
16. Konovalov, S.N., & Petrova, V.I. (2013). Efficiency of biological fertilizers in the apple-tree garden. *Scientific publications of FSBSO NCRRIH&V*, 3, 71-78. (In Russian, English abstract).
 17. Kuzin, A.I. (2017). Influence of the fertigation of drip irrigation and foliar nutrition on productivity of apple trees, fruit quality and soil properties in the intensive orchard of the Central Chernozem region. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*, 130, 1-17. (In Russian, English abstract).
 18. Kuzin, A.I., Pugachev, G.N., & Trunov, Y.V. (2017). Influence of Sodding of Row-Spacing on the Physical Properties of Soil and Nitrogen Content under Conditions of an Intensive Apple Orchard. *Achievements of Science and Technology of AICis*, 7, 36–38. (In Russian, English abstract).
 19. Kuzin, A.I., Trunov, Y.V., Vazmikina, N.C., & Belousov, A.N. (2013). Development of some apple productivity components with foliar nutrition. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*, 88, 693-705. (In Russian, English abstract).
 20. Kuzin, A.I., Trunov, Y.V., & Vazmikina, N.C. (2012). Efficiency of foliar dressings in the irrigated intensive orchard in the Central Black Earth Region. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 30, 64-73. (In Russian, English abstract).
 21. Kuzin, A.I., Tsukanova, E.M. & Trunov, Y.V. (2017). Dynamics of catalase activity in the leaves of apple trees under the influence of foliar fertilizing. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*, 127, 940-955. (In Russian, English abstract).
 22. Kuzin, A.I., Trunov, Y.V., & Vyazmikina, N.S. (2012). The growth of apple rootstocks and saplings roots while applying mineral fertilizers. *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, 4, 18-22. (In Russian, English abstract).
 23. Kurbanov, S.S., Batukayev, S.M., & Khamurzaev, S.M. (2012). The productivity of intensive apple plantations at the regulation of mineral nutrition in the Chechen Republic. *Horticulture and Viticulture*, 5, 36-42. (In Russian, English abstract).
 24. Lobanov, G.A., Morozova, T.V., & Ovsyannikov, A.S. (1973). Program and Methods for Sorting Fruit, Berry, and Nut Crops (pp. 49-60). Michurinsk: VNIIS. (In Russian).
 25. Makarkina, M.A., Sedov, E.N., Serova, Z.M., & Sokolova, S.E. (2007). P-active substances in apple variety and hybrid fruit. In *Breeding and variety cultivation of fruit and berry crops* (pp. 132-140). Orel: VNIISPK. (In Russian, English abstract).
 26. Malyuk, T.V., & Pcholkina, N.G. (2012). Pear and apple fruit quality forming depending on plant nitrogenous nutrition conditions. In *The development prospects of fruit and small fruit storage and processing technologies in modern economic conditions: Proc. Sci. Conf.* (pp. 55-60). (In Russian).
 27. Petrova, V.P. (1986). *Biochemistry of wild fruit-berry plants*. Kiev: Visha Shkola. (In Russian).
 28. Petrovsky, K.S. (1976). Fruits and berries in the prevention of atherosclerosis. In *Biological active substances of fruits and berries: Proc. Sci Conf.* (pp. 12-19). Moscow. (In Russian).
 29. Prichko, T.G., Khilko, L.A., & Germanova, M.G. (2016). Influence of foliar fertilization on quality of strawberry berries. *Fruit growing and viticulture of south Russia*, 40, 129-136. Retrieved from: <http://journalkubansad.ru/pdf/16/04/13.pdf> (In Russian, English abstract).
 30. Prichko, T.G., Khilko, L.A., & Germanova, M.G. (2014). Efficiency of application of polimiks-agro integrated fertilizer on fructifying strawberry. *Scientific publications of FSBSO NCRRIH&V*, 5, 139-144. (In Russian, English abstract).
 31. Prichko, T.G., Germanova, M.G., & Khilko, L.A. (2014). Foliar feeding to increase yield value and quality in strawberry (*Fragaria ananassa*) under meteorological stresses. *Agricultural Biology*, 5, 120-126. <https://www.doi.org/10.15389/agrobiology.2014.5.120eng> (In Russian, English abstract).

32. Prichko, T.G., & Droficheva, N.V. (2018). Formation of multicomponent products of medicinal and prophylactic foods from fruit and berry raw material growing in the conditions of the South of Russia. *Innovations and food safety*, 2, 73-78. (In Russian, English abstract).
33. Radchevsky, P.P., Matuzok, N.V., Bazoyan, S.S., Taran, Yu.V. & Prakh, A.V. (2016). Influence of fertilizers top-dressing of new generation on basic agrobiological and technological indexes of Chardonnay's grapes. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*, 40, 110-128. (In Russian, English abstract).
34. Rupasova, Zh.A., Lishtvan, I.I., Titok, V.V., Yakovlev, A.P., Vasilevskaya, T.I., Krinitskaya, N.B., & Goncharova, L.V. (2016). The influence growth regulating agents of the blueberries biochemical composition on the treated area of peat deposits in the north of Belarus. *Ekologicheskii Vestnik*, 1, 40-45. (In Russian, English abstract).
35. Rupasova, Z.A., Yakovlev, A.P., Lishtvan, I.I., Vasilevskaya, T.I., Varavina, N.P., & Krynitskaya, N.B. (2012). Effect of macro and micro fertilizers on the biochemical composition of *Vaccinium L.* fruits at peat in Belarus. *Bulletin of the main botanical garden*, 4, 53-57. (In Russian, English abstract).
36. Ryabtseva, T.V., Kapichnikova, N.G., Turbin, P.A., & Azizbekyan, S.G. (2016). Effect of fertilizers and growth-regulating chemicals on cherry growth and fruiting. *Fruit-growing*, 28, 117-129. (In Russian).
37. Sedova, Z.A. (1999). Study of commodity qualities of fruits and berries. In E.N. Sedov, T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 155-168). Orel: VNIISPK. (In Russian).
38. Sedov, E.N., Sedova, Z.A., & Streltsina, S.A. (1995). Breeding for productivity and product quality. In E.N. Sedov (Ed.), *Program and methods of selection fruit, berry and nut crops* (pp. 48-58). Orel: VNIISPK. (In Russian).
39. Sedova, Z.A. (1975). *The role of fruits and berries in human nutrition: a reference book for gardeners* (pp. 10-28). Tula: Priokskoe Publ. House. (In Russian).
40. Sedova, Z.A. (1985). *Apples of the highest grade* (pp. 3-89). Tula: Priokskoe Publ. House. (In Russian).
41. Sergeeva, N.N. (1995). *Growth, yield and quality of apple fruits in connection with the use of liquid mineral fertilizers on leached chernozem (Agri. Sci. Cand. Thesis)*. Krasnodar, Russia. (In Russian).
42. Stukalov, N.V., & Trunov, Yu.V. (2011). Effect of foliar nutrition of black current in central Chernozem Zone. In *Scientific bases of mineral nutrition and fertilizer application in plantations of fruit crops* (pp. 138-144): Proc. Sci Conf. Michurinsk: VNIIS. (In Russian, English abstract).
43. Stukalov, N.V., & Trunov, Yu.V. (2011). Effect of foliar fertilizers on yield and vitamin value of black current fruit. *Bulletin of Michurinsky State Agrarian University*, 1(1), 38-41. (In Russian, English abstract).
44. Trunov, Yu.V., Vyazmikina, N.S., Trunova, L.B., & Ampleeva, A.Yu. (2013). Commercial and biochemical qualities of apple fruits by mineral fertilizer using. In *Physiological basis of the formation of productivity, sustainability and product quality in modern gardening: Proc. Sci. Conf.* (pp. 129-132). Michurinsk: VNIIS. (In Russian, English abstract).
45. Trunov, Yu.V., Gavrilova, T.I. & Kuzin, A.I. (2017). Influence of foliar fertilization on the biochemical composition of black currant berries in the conditions of the Tambov region. *New and unconventional plants and prospects for their use*, 3, 78-80. (In Russian, English abstract).
46. Trunov, Yu.V., & Stukalov, N.V. (2010). The effect of foliar fertilizers on black currant yield and fruit quality in Central Chernozem region. *Achievements of Science and Technology of AICis*, 5, 40-41. (In Russian, English abstract).

47. Trunov, Yu.V., Tsukanova, E.M., Tkachev, E.N., Greznev, O.A., Sergeeva, N.N., Nenko, N.I., & Yakuba, Yu.F. (2012). Chemical composition of the apples during foliar nutrition by mineral fertilizers and growth biostimulator edagum. *Agricultural Biology*, 1, 93-97. <https://www.doi.org/10.15389/agrobiol.2012.1.93eng> (In Russian, English abstract).
48. Upadyshev, M.T. (2008). *The role of phenolic compounds in the life processes of garden plants*. Moscow: VSTISP. (In Russian).
49. Khamurzaev, S.M., & Borzayev, R.B. (2016). The effect of different doses of nitrogen fertilizers on the frost resistance, growth, and quality of apple fruits. *Plodorodie*, 6, 34-36. (In Russian, English abstract).
50. Kharlamova, T.A., & Andrianova, G.P. (2001). Influence of pre-planting fertilization on the productivity and quality of cherry fruit. *Agrarian science*, 2, 18-19. (In Russian, English abstract).
51. Sheshko, P.S., & Bruylo, A.S. (2018). Influence of foliar application of "KompleMet" fertilizers on the yield and quality of apple fruits. In *Modern agricultural technology: Proc. Sci. Conf* (pp. 265-267). Grodno. (In Russian).
52. Shorokhov, S.S., Rudenko, K.N., & Proskurina, P.O. (1978). Results of eleven years of research on fertilizing young apple trees. *Works of Orel fruit and berry experimental station*, 8(2), 79-90. (In Russian).
53. Arabloo, M., Taheri, M., Yazdani, H., & Shahmoradi, M. (2017). Effect of foliar application of amino acid and calcium chelate on some quality and quantity of Golden Delicious and Grunny Smith apples. *Trakia Journal of Sciences*, 15(1), 14-19. <https://www.doi.org/10.15547/tjs.2017.01.003>
54. Aria, S. (2002). Global view on functional foods: Asian perspectives. *British Journal of Nutrition*. 88(S2), 139-143. <https://doi.org/10.1079/BJN2002678>
55. Bertschinger, L., Henauer, U., Lemmenmeier, L., Stadler, W., & Schumacher, R. (1997). Effects of foliar fertilizers on abscission, fruit quality and tree growth in an integrated apple orchard. *Acta Horticulturae*, 448, 43-50. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.448.3>
56. Bochis, C., & Ropan, G. (2011). The influence of foliar fertilization upon the principal components morphological at five apple varieties from E.U. in superintensive culture. *Buletin USAMV Horticulture*, 66(1), 650. <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:4501>
57. Crosier, H.E., & Brownell, L.E. (1952). Washing in porous media. *Industrial & Engineering Chemistry*, 44(3), 631-635. <https://doi.org/10.1021/ie50507a054>
58. Cheng, B.T. (1994). Ameliorating *Fragaria* ssp. And *Rubusidæus* L. productivity through boron and molybdenium addition. *Agrochimica*, 38(3), 177-185.
59. Kim, D.O., Jeong, S.W., & Lee, C.Y. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food chemistry*. 81(3), 321-326. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00423-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00423-5)
60. Yaseen, T., Pu, H., & Sun, D. W. (2018). Functionalization techniques for improving SERS substrates and their applications in food safety evaluation: a review of recent research trends. *Trends in food science & technology*, 72, 162-174. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.12.012>
61. Davarpanah, S., Tehranifar, A., Davarynejad, G., Abadia, J., & Khorasani, R. (2016). Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality. *Scientia horticulturae*, 210, 57-64. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.07.003>
62. De Angelis, V., Sanchez, E., & Tognetti, J. (2011). Timing of nitrogen fertilization influences color and anthocyanin content of apple (*Malus domestica* borkh. cv 'Royal Gala') fruits. *International journal of fruit science*, 11(4), 364-375. <https://doi.org/10.1080/15538362.2011.630298>
63. DeFelipe, J., López-Cruz, P. L., Benavides-Piccione, R., Bielza, C., Larrañaga, P., Anderson, S., ... & Fishell, G. (2013). New insights into the classification and nomenclature of cortical GABAergic interneurons. *Nature Reviews Neuroscience*, 14(3), 202. <https://doi.org/10.1038/nrn3444>

64. Dimitrios, B. (2006). Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends in Food Science & Technology*, 17(9), 505-512. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.04.004>
65. El-Shazly, S.M. (1996). Effect of npk fertilization treatments on anna apple trees. In *III International Symposium on Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Trees 448*, 511-511. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.448.92>
66. Engel, G. (1985). Einfluss von Bodenpflege und Stickstoffversorgung auf Fruchtqualitätsmerkmale bei Äpfeln. *Erwerbs-Obstbau*, 27, 246-248.
67. Jivan, C., & Sala, F. (2012). The influence of mineral fertilization on apple quality. *Bulletin UASVM Agriculture*, 69(1), 120-125. <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-agr:8666>
68. Kachwaya, D.S., & Chandel, J.S. (2015). Effect of fertigation on growth, yield, fruit quality and leaf nutrients content of strawberry (*Fragaria × ananassa*) cv Chandler. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 85(10), 1319–23.
69. Kafkas, E., Afasay, A., Sabir, F.K., Akgul, H., & Ucgun, K. (2009). Effects of different irrigation intervals and fertilizer applications on certain chemical contents of “Braeburn” apple cultivar. *African Journal of Biotechnology*, 9(10), 2138-2142.
70. Keo, Vivon Ut Tha Chac. (1994). Effect of microelement Zn, B, Mo on growth, yield and quality of litrus fruits in Phu Qui area, Nghe An province. *Agriculture and food industry*, 1, 23-25. (In Vietnamese)
71. Koumanov, K.S., Tsareva, I.N., Komov, G.D., & Germanova, D.R. (2016). Sweet cherry fruit quality under fertigation. *Acta Horticulturae*, 1139, 551-558. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1139.95>
72. Leitzke, B.T., Hilt, L.M., & Pollak, S.D. (2015). Maltreated youth display a blunted blood pressure response to an acute interpersonal stressor. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 44(2), 305-313. <https://doi.org/10.1080/15374416.2013.848774>
73. Leitzke, L.N., Piccolotto, L., Pereira, I.dosS., Vignolo, G.K., Schmitz, J.D., Vizzotto, M., & Antunes, L.E.C. (2015). Nitrogen fertilizer affects the chemical composition of the substrate, the foliar nutrient content, the vegetative growth, the production and fruit quality of blueberry. *Cientifica*. 43(4), 316-324. <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2015v43n4p316-324>
74. Ahmad, M.F, Abhijit, S., & Abida, J. (2010). Response of sweet cherry (*Prunus avium*) to fertigation of nitrogen, phosphorus and potassium under Kerawa land of Kashmir valley. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 80 (6), 512-516.
75. Milosevic, T., & Milosevic, N. (2013). Response of young apricot trees to natural zeolite, organic and inorganic fertilizers. *Plant, Soil and Environment*. 59(1), 44-49. DOI: <https://doi.org/10.17221/570/2012-PSE>
76. Motosugi, N., Gao, Y.P., & Sugiura, A. Rootstock effects on fruit quality of «Fugi» apples grown with ammonium or nitrate nitrogen in sand culture. *Scientia Horticulturae*, 61(3,4), 205-214. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(94\)00745-2](https://doi.org/10.1016/0304-4238(94)00745-2)
77. Mosa, W.F.A.E., El-Megeed, N.A.A., & Paszt, L.S. (2015). The Effect of the of the Foliar Application of Potassium, Calcium, Boron and Humic Acid on Vegetative Growth, Fruit Set, Leaf Mineral, Yield and Fruit Quality of “Anna” Apple. *American Journal of Experimental Agriculture*, 8(4), 224-234. <https://doi.org/10.9734/AJEA/2015/16716>
78. Nagy, P., Thurzo S., Szabo Z., Nyeki J., Silva A.P., & Goncalve B. (2014). Influence of foliar fertilization on mineral composition, sugar and organic acid content of sweet cherry. *Acta Horticulturae*, 868, 353-358. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.868.47>
79. Ochmian, I. (2018). The impact of foliar application of calcium fertilizers on the quality of highbush blueberry fruits belonging to the «Duke» cultivar. *Notulae botanicae horti agrobotanici Cluj-Napoca*. 40(2), 163-169. <https://doi.org/10.15835/nbha4028058>
80. Ochmian, I., Grajkowski, J., Popiel, J., & Skwarska-Wiszniewska, I. (2007). The influence of the foliar application of fertilizers by microelements on the yielding and quality of “Senga

- Sengana” strawberries. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis. Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica*, 04, 141-146. (In Polish, English abstract).
81. Peter, T.N., Tibor, B.N., & Zoltan, S. (2013). Comparativ Study of Organic and Integrated Apple Growing: Differences in Frut Nutrition. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 44(1-4), 678-687. <https://doi.org/10.1080/00103624.2013.748007>
82. Raese, J.T., & Staiff, D.C. (1989). Effect of fertilizers, rootstocks, and season on fruit quality, fruit disorders, and mineral composition of d'Anjou pears. *Acta Horticulturae*, 256, 183-188. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1989.256.26>
83. Ramezani, A., Rahemi, M., & Vazifehshenas, M.R. (2009). Effects of foliar application of calcium chloride and urea on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruits. *Scientia Horticulturae*, 121(2), 171-175. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.01.039>
84. Liu, R.L., Tong, Y.A., Fan, H.Z., & Zhao, Y. (2007). Effect of spraying zinc fertilizer on apple growth and fruit quality in Weibei dry-land. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 25 (3), 62-65. (In Chinese, English abstract).
85. Alebidi, A.I., Al-Obeed, R.S., Al-Saif, A.M., & Soliman, S.S. (2018). Effect of potassium fertilizer on fruit quality and mineral composition of fig (*Ficus carica* l. cv. *Brown turkey*). *Pakistan Journal of Botany*, 50 (5), 1753-1758.
86. Schaafsma, G., & Korstanje, R. (2004). The Functional Drinks Prophecy. *World Food Ingredients*, 44-48.
87. Rodrigues, S., Silva, L.C., Mulet, A., Carcel, J.A., & Fernandes, F.A. (2018). Development of dried probiotic apple cubes incorporated with *Lactobacillus casei* NRRL B-442. *Journal of functional foods*, 41, 48-54. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.12.042>
88. Swarts, N.D., Mertes, E. & Close, D.C. (2017). Role of nitrogen fertigation in sweet cherry fruit quality and consumer perception of quality: at- and postharvest. *Acta Horticulturae*, 1161, 503-510. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1161.80>
89. Solhjo, S., Gharaghani, A., & Fallahi, E. (2017). Calcium and Potassium foliar sprays affect Fruit skin color, quality attributes, and mineral nutrient concentrations of «Red delicious» apples. *International Journal of Fruit Science*, 17(4), 358-373. <https://doi.org/10.1080/15538362.2017.1318734>
90. Verschuren, P.M. (2016). Functional Foods: Scientific and Global Perspectives. *British Journal of Nutrition*, 88(2), 125-130. <https://doi.org/10.1079/BJN2002675>
91. Wold, A.B., & Nina, O. (2007). Fruit quality in strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch. Cv. Korona) at three times during the season and with two fertilizer strategies. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 81(1), 36-40.
92. Che, Y., Li, B., Wang, Y., Zhang, L., & Feng, C. (2005). Effects of different calcium fertilizers on fruit quality and Ca²⁺-ATPase activity of Red Fuji apple. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 25(4), 803-805. (In Chinese, English abstract).
93. Zimmer, J., Handschack, P., & Ludders, P. (1996). Einfluss der Blutenausdünnung mit stickstoffhaltigen Düngemitteln auf Wachstum und Fruchtqualität beim Apfel. *Erwerbs-Obstbau*, 38(3), 81-85.
94. Geng, Z.C., Fang, R.Y., She, D., Gu, Q.Z., & Liu, L. (2006). Effects of calcium fertilizers on yield and quality of apple in Weibei dryland. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 24(5), 73-76. (In Chinese, English abstract).
95. Zhao, Z.P., Duan, M., Yan, S., Liu, Z.F., Wang, Q., Fu, J., & Tong, Y. (2017). Effects of different fertilizations on fruit quality, yield and soil fertility in field-grown kiwifruit orchard. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 10(2), 162–171. <https://doi.org/10.3965/j.ijabe.20171002.2569>