

## МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ КАК ФАКТОР ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ПЛОДОВ ВИШНИ, ЧЕРЕШНИ

Т.А. Роева , к.с.-х.н.

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

### Аннотация

Обобщены результаты исследований отечественных и зарубежных авторов по минеральному питанию вишни и черешни за период 1962...2018 гг. Показаны требования культур к почвенным условиям. Отражена потребность деревьев в элементах питания и факторы, влияющие на поступление минеральных элементов в растения. Представлены сведения об оптимальной концентрации основных макро- и микроэлементов в листьях вишни и черешни. Освещены особенности влияния однокомпонентных удобрений (азотных, калийных, фосфорных, кальциевых, борных), полного минерального и органических удобрений на рост, урожайность и качество плодов. Показано, что эффективность удобрений при выращивании вишни и черешни зависит от доз, сроков и способов их внесения, уровня обеспеченности почвы подвижными элементами питания, генотипа и возраста растений. Наибольшее значение для продуктивности вишни и черешни имеют калийные и азотные удобрения, фосфорные удобрения эффективны только на кислых почвах. Наиболее эффективные дозы полного минерального удобрения составляют N90...180 кг, P, K по 45...120 кг д.в./га. Установлена высокая эффективность некорневых подкормок комплексными минеральными удобрениями в высокоплотных насаждениях вишни и черешни. В средней полосе России вопросы применения минеральных удобрений в садах интенсивного типа разработаны слабо. Имеющиеся в настоящее время экспериментальные данные разрозненны и пока недостаточны для разработки целостной системы удобрений.

**Ключевые слова:** вишня, черешня, минеральное питание, удобрения

## MINERAL NUTRITION AS A FACTOR OF PRODUCTIVITY AND QUALITY OF SOUR AND SWEET CHERRY FRUIT

T.A. Roeva , cand. agr. sci.

*Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, 302530, Russia, Orel region, Orel district, Zhilina, VNIISPК, agro@vniispk.ru*

### Abstract

The results of studying home and foreign authors on mineral nutrition of sour and sweet cherries have been generalized for the period of 1962–2018. The requirements of the crops to soil conditions are shown. The need of trees for nutrients and the factors affecting the flow of mineral elements into plants are reflected. Information about the optimal concentration of the main macro- and

microelements in the leaves of sour cherry and sweet cherry are presented. Features of the effect of single-component fertilizers (nitrogen, potassium, phosphorus, calcium and boron), complete mineral and organic fertilizers on growth, yield and quality of fruit are shown. The effectiveness of fertilizers in the cultivation of sour cherries and sweet cherries depends on the doses, timing and methods of their application, the level of provision of soil with mobile nutrients, genotype and age of plants. Potash and nitrogen fertilizers are the most important for productivity of sour cherries and sweet cherries. Phosphorus fertilizers are effective only on acidic soils. The most effective doses of complete fertilizer are N90–180 kg, and P, K 45–120 kg DW/ha. High efficiency of non-root fertilizing with complex mineral fertilizers in high-density cherry plantations is established. In the middle zone of Russia the issues of application of mineral fertilizers in intensive orchards are poorly developed. The experimental data currently available are scattered and are not yet sufficient to develop an integrated fertilizer system.

**Key words:** sour cherry, sweet cherry, mineral nutrition, fertilizers

Вишня и черешня занимают первое место среди косточковых культур в Нечерноземной зоне России и пользуются заслуженным спросом у населения. Скороплодность, урожайность, неповторимый вкус плодов, которые содержат комплекс незаменимых биологически активных веществ, делают эти культуры ценными как для промышленного, так и приусадебного садоводства. Однако в 80-е годы XX века в нашей стране произошло резкое снижение производства плодов косточковых культур и, соответственно, площадей под их насаждениями. Причинами этого являются как недостаточный адаптивный потенциал районированных сортов, связанный с низкой зимостойкостью и слабой устойчивостью к грибным болезням, так и нестабильное плодоношение при выращивании по традиционным технологиям.

Одним из путей интенсификации производства вишни и черешни является создание высокоплотных насаждений. Уплотненные сады характеризуются высокой урожайностью, быстрым вступлением в плодоношение и высоким уровнем рентабельности. При этом площадь питания отдельных деревьев уменьшается, но их потребности в элементах минерального питания должны полностью удовлетворяться. Поэтому представляет интерес разработка специальных систем удобрения, учитывающих особенности роста и плодоношения сортов в интенсивных насаждениях.

#### **Требования культур к почвам и рельефу**

Черешня и вишня – одни из наиболее требовательных культур к почвенным условиям. Для успешного произрастания вишневых и черешневых садов необходимо выбирать участки с рыхлой почвой, легкого механического состава, умеренно увлажненные, хорошо прогреваемые и проветриваемые. Деревья черешни и вишни хорошо растут и плодоносят на супесчаных и легких дерново-подзолистых почвах [1, 12, 17]. Почвы тяжелого механического состава, но обладающие рыхлостью и структурностью, также благоприятны для хорошего роста и урожайности. Для полной реализации возможной биологической продуктивности черешни необходима мощность рыхлого слоя не менее 110 см, лучшая

плотность для нее 1,25...1,35 г/см<sup>3</sup> [1]. Увеличение плотности более 1,40 г/см<sup>3</sup> не препятствует росту и развитию растений вишни, мощности рыхлого слоя 100 см достаточно для удовлетворительного развития деревьев [26].

Черешня и вишня не переносят почв с близким залеганием грунтовых вод, допустимый уровень их не выше 1,5...2,0 м от поверхности почвы для вишни [17] и не выше 2,5...3,0 м для черешни [1].

Существенное значение при выращивании этих культур имеет кислотность почвы [1, 12, 26, 57, 69]. Благоприятный рН<sub>KCl</sub> для черешни находится в пределах 5,5...6,5 [88]. Вишня устойчивее черешни к кислотности почвы [37], она выносит сильнокислую реакцию, но при этом деревья рано стареют, быстро прекращают рост [12]. Снижение урожайности вишни происходит при значениях рН<sub>KCl</sub> меньше 4 [50]. На нейтральных и слабокислых почвах корневая система вишни глубоко уходит вниз, деревья мощные, с хорошими приростами и регулярным плодоношением [12].

Вишня лучше всего произрастает на ровных участках с хорошим дренажем. Из различных направлений склонов для нее более благоприятны юго-западные, южные, юго-восточные [12, 16, 17], средняя урожайность и регулярность товарного плодоношения на них значительно выше, чем на северных и северо-восточных склонах [16]. Лучшие условия для роста вишни находятся в средней части склона. Размещение вишневых насаждений в нижней части склоновых участков северной и северо-восточной экспозиций приводит к крайне нерегулярному плодоношению деревьев [16].

#### Потребность в элементах минерального питания и её диагностика

Ежегодное поглощение элементов питания 8...10-летними вишневыми деревьями составляет (на 1 га): N – 61,9 кг, K – 27,9 кг, P – 3,6 кг, Ca – 21,6 кг, Mg – 2 кг, Fe – 684 г, Mn – 249 г, Cu – 16 г и Zn – 74 г [30].

В большинстве полевых опытов с косточковыми культурами выявлена положительная связь между запасами доступных форм питательных элементов в почве и урожайностью, а также между химическим составом листьев и урожайностью, поэтому для оценки степени обеспеченности плодовых деревьев (в том числе вишни и черешни) питательными элементами широко применяется листовая диагностика [22]. Основной задачей листовой диагностики является установление оптимальных концентраций элементов питания, при которых возможно получение высоких урожаев. Показано значительное снижение урожайности черешни при уменьшении концентрации азота и калия в листьях ниже стандартных значений [18].

Рекомендуется проводить листовую диагностику вишни и черешни в период с середины июля до середины августа [22, 69]. Среднее оптимальное содержание питательных веществ и микроэлементов в листьях вишни и черешни по данным разных авторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Оптимальное содержание элементов питания в листьях вишни, черешни

Страна	Культура	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	Cu	B
		% сухой массы							мг/кг		
Германия [47]	Вишня	2,8...3,2	0,2...0,35	1,6...2,0	0,3...0,5	1,6..2,5	-	25..50	35...100	5..12	30..60
	Черешня	2,6...2,8	0,18...0,3	1,6...2,0	0,3...0,5	1,2..2,0	-	25..50	35...100	5..12	30..60
Болгария [3]	Черешня	2,6...3,2	0,4..0,6	1,5...2,2	-	1,8..2,4	105..135	20..30	35...60	9..13	-
Россия [14]	Вишня	2,9	0,5	2,0	0,75	2,4	290	35	110	15	40
	Черешня	2,7	0,5	2,6	0,70	2,5	125	30	60	10	40

Поскольку степень обеспеченности растения одним элементом влияет на потребность в других, при использовании данных химического анализа растений для диагностики условий питания необходимо учитывать не только содержание разных элементов питания, но и их соотношение. Оптимальные соотношения между некоторыми элементами в листьях черешни составляют: N/P = 13...16; N/K = 1,9...2,6; K/Ca = 0,4...0,7; K/Mg = 1,1...2,6 [3].

В работе Семенюка Г.М. [22] предложена более разработанная оценка содержания основных элементов питания, включающая возраст деревьев, выделены не только оптимальные, но и недостаточные и высокие уровни (таблица 2).

Таблица 2 – Уровни содержания азота, фосфора и калия (% сухой массы) в листьях черешни и вишни

Культура	Степень обеспеченности	Молодые деревья			Плодоносящие деревья		
		N	P	K	N	P	K
Черешня	Недостаточная	1,8...2,4	0,20...0,40	1,0...1,4	1,8...2,3	0,20...0,35	0,8...1,2
	Оптимальная	2,5...3,0	0,41...0,55	1,5...2,0	2,4...2,8	0,36...0,50	1,3...2,0
	Высокая	3,1...3,7	0,56...0,70	2,1...2,8	2,9...3,5	0,51...0,60	2,1...2,5
Вишня	Недостаточная	1,8...2,3	0,20...0,34	0,6...1,4	1,6...2,1	0,20...0,30	0,5...1,0
	Оптимальная	2,4...2,8	0,35...0,50	1,5...1,8	2,2...2,6	0,31...0,45	1,1...1,8
	Высокая	2,9...3,5	0,51...0,60	1,9...2,6	2,7...3,2	0,46...0,55	1,9...2,4

Для определения степени обеспеченности растений элементами питания необходимо учитывать накопление их в разных органах растений, а также потребность в отдельных элементах в течение периода вегетации. М. Baghdadi и А. Sadowski [31] изучали содержание минеральных элементов весной в различных органах 8...10-летних вишневых деревьев. Высокие концентрации питательных элементов отмечались в генеративных органах и связанных с ними частях, таких как семена, цветы, обертки. В листьях наблюдалось высокое содержание N, K, Ca, Mg и Fe, в почках – N, P, Mg и Zn, в тонких корнях – N, Mg, Fe и Al.

У черешни (как и у других плодовых культур) с мая по август концентрация N, P и K в листьях уменьшалась, в то время как количество Ca и Mg увеличивалось [56, 69]. В сезонной динамике микроэлементов отмечено увеличение концентрации Fe, Mn и B, при определенной стабильности Cu и уменьшении Zn. Линейная корреляция выявила наиболее тесную взаимосвязь в листьях между P–K, P–Mg, K–Mg, Mg–Mn [69].

Rutkowski et al. [65] установлены достоверные корреляции между содержанием элементов питания в почве и листьях вишни: положительные между K–N, K–Ca, Mg–P, Mg–K, Mg–Ca и отрицательные между P–K и Mg–N. По данным Szücs [75] содержание K в почве положительно коррелировало с содержанием K в листьях вишни и отрицательно – с содержанием Mg.

На химический состав растений, кроме содержания элементов питания в почве, влияют и другие факторы. По результатам многолетних исследований выявлена большая изменчивость минерального состава листьев вишни и черешни в зависимости от возраста деревьев [59, 65, 67], генотипа [10, 53, 64, 81, 83], подвоя [33, 38, 44, 49, 64, 71, 72, 73, 79, 83, 89], плотности посадки [4, 9, 83], метеоусловий [44, 64, 65], нагрузки деревьев урожаем [44, 45], обрезки деревьев [40, 65].

Установлена положительная зависимость между количеством осадков в течение периода вегетации и содержанием K и P в листьях вишни и отрицательная – с содержанием Ca и Mg. Низкие температуры в период с апреля по сентябрь негативно влияли на содержание K и P в листьях. Концентрация N не зависела от количества осадков и температуры в течение периода вегетации [65].

Интенсивная обрезка деревьев вишни существенно увеличивала содержание N в листьях, в то время как содержание Ca и Mg снижалось, а содержание P не зависело от обрезки [65]. В листьях черешни под влиянием обрезки увеличивалась концентрация N, P, K и Cu, а в плодах – N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn [40].

К настоящему времени накоплено значительное количество данных о влиянии однокомпонентных удобрений (содержащих один элемент питания) на рост, развитие, урожайность и качество плодов вишни и черешни.

### **Азотные удобрения**

Уровень азотного питания определяет интенсивность синтеза белка и других азотистых органических соединений в растениях и, следовательно, интенсивность ростовых процессов. Значительное падение урожайности вишневых деревьев происходит из-за недостаточного обеспечения почвы доступными формами азота [50, 67].

Установлено, что влияние азотных удобрений на рост и урожайность вишни и черешни зависит от уровня содержания минерального азота в почве, генотипа и возраста растений. Показана неэффективность азотных удобрений в молодом саду вишни на плодородных почвах с высоким уровнем органического вещества [46]. Азотные удобрения в дозе 60 кг/га не оказали влияния на содержание азота в листьях 1...4-летних деревьев. Сделан вывод о нецелесообразности внесения азотных удобрений на таких почвах и важной роли генетических факторов и особенно корневой системы в питании вишни азотом [46]. Незначительное влияние минеральных азотных удобрений на концентрацию азота в листьях в первые годы после посадки вишневых деревьев [34, 46, 67, 68, 75] связывают также с более низкой потребностью молодых деревьев в азоте при высоком уровне его доступных форм в почве [34, 67]. При увеличении возраста деревьев эффективность азотных удобрений повышается [67]. В длительном 15-летнем эксперименте на высокоплодородной суглинистой почве установлено значительное повышение урожайности деревьев черешни при внесении 116 кг/га азотных удобрений [88]. В пятилетнем вишневом саду дозы азота меньше 120 кг д.в./га были неэффективны [23].

В лизиметрических опытах, на аллювиально-луговой и бурой лесной почвах с применением капельного орошения, изучалось влияние возрастающих доз азотных удобрений на интенсивность фотосинтеза, водный потенциал и рост растений черешни [6]. Показано, что в первый год после посадки можно ограничиться дозой N<sub>20</sub>, при условии внесения в запас фосфора и калия в дозах по 150 кг/га [6]. Алехиной и др. [1] на черноземах Краснодарского края предлагается вносить азотные удобрения на 2...3 год после посадки черешни в дозах 30...45 кг/га, в последующем увеличивая их до 45...60 кг/га.

Рекомендуется использовать разные сроки внесения азотных удобрений для деревьев вишни в зависимости от возраста. Для взрослых деревьев, отличающихся более высокой потребностью в элементах питания, показано дробное внесение, а для молодых – однократное внесение всей дозы весной [23].

В условиях Болгарии внесение азотных удобрений в дозах 100, 200 и 400 кг/га на коричневых лесных почвах с низкой обеспеченностью азотом, увеличивало концентрацию азота в листьях черешни и в почве [2, 4], наибольшая урожайность черешни была при внесении дозы 100 кг/га [5].

Установлено, что с повышением дозы азотного удобрения увеличивалась концентрация N в листьях черешни и вишни, тогда как концентрация P, K, Ca, Mg снижалась [3, 40, 59], в плодах черешни возрастала концентрация N, Mn, Zn, Na и Sr [40].

В Чили, Artacho et al. [28] методом ризотрона установили, что азот является почвенным фактором, влияющим на развитие и количество корней черешневых деревьев. При



внесении азотного удобрения в дозе 60 кг/га распределение молодых корней по профилю почвы было более равномерным, по сравнению с вариантом без удобрений, где более 80% их количества было сосредоточено на глубине до 50 см. Азотное удобрение приводило к устойчивому росту корней в течение всего вегетационного периода.

Румынскими исследователями Tarita et al. [76] изучалась возможность использования показателя интенсивности фотосинтеза для диагностики азотного питания вишни и черешни. При внесении N120 показатель интенсивности фотосинтеза увеличивался на 45%, по сравнению с контролем, в то время как при внесении полного минерального удобрения в дозе N120P120K120 он возрастал на 25%. Pole et al. [61] установлена высокая корреляция между содержанием хлорофилла и азотом в листьях вишни.

В ряде работ показана важная роль азотного питания для пополнения запасов белковых азотистых соединений в резервных органах черешни и их реутилизации [29, 70, 77]. В полевых опытах с изотопом N<sup>15</sup>, изучалось поглощение и распределение азота в различных органах растений в зависимости от сроков внесения некорневых и корневых удобрений [29, 70, 77]. Применение послеуборочных некорневых обработок черешни мочевиной способствовало увеличению концентрации азота в почках и коре и его использованию молодыми органами растений следующей весной [77]. Установлено, что при внесении азотных удобрений в почву, поглощение азота растениями весной значительно выше, чем летом и осенью [29, 70].

В условиях Румынии показано, что осенняя и весенняя обработки четырех сортов черешни мочевиной увеличивали среднюю длину побегов (на 33%), площадь листьев (на 38%), площадь поперечного сечения ствола (на 23%), массу плодов (на 7%) и урожайность деревьев (на 45%) [52].

Наряду с положительным действием азотных удобрений, при повышении их нормы отмечено снижение в плодах черешни сухих веществ, сахаров и кислот [5]. Внесение высоких доз азота через систему капельного орошения способствовало замедлению созревания плодов черешни [40], уменьшению их твердости при сборе и хранении [74]. С другой стороны, Koumanov et al. [48] пришли к заключению, что при фертигации внесение азотных удобрений может применяться непрерывно до уборки плодов черешни без ухудшения их качества.

### **Фосфорные удобрения**

Фосфор играет исключительно важную роль в процессах обмена энергии в растительных организмах. Имеются данные о том, что вишня незначительно реагирует на фосфорное питание [50, 66, 75]. Даже при низком содержании подвижных форм фосфора в почве не наблюдалось снижения урожайности и его концентрации в листьях [50, 58, 82]. Предполагается, что вишневые деревья обладают способностью сохранять достаточные запасы этого элемента в своих тканях в течение длительного времени после снижения его доступных форм в почве. Sadowski et al. [66] по результатам многолетних полевых исследований пришли к выводу, что при содержании в верхнем слое почвы более 20 мкг/100г доступных соединений фосфора, фосфорные удобрения не эффективны в вишневом саду. Внесение суперфосфата не повлияло на рост и урожайность деревьев и не приводило к существенному увеличению концентрации фосфора в почве и листьях, которая оставалась стабильной и в оптимальном диапазоне.

В то же время, имеются сведения о положительном влиянии фосфорных удобрений на кислых почвах [57, 66, 90]. В Норвегии, в результате 13-летнего эксперимента установлено, что при выращивании черешни на целинной кислой почве, бедной элементами питания, ежегодное внесение фосфорных удобрений в дозе 20 кг/га существенно увеличивало

окружность штамба, размер плодов и урожайность. Удовлетворение потребностей растений в фосфоре обеспечивало содержание его доступных форм в почве 4 мг/100 г, а в листьях – 0,2...0,3% [90].

### **Калийные удобрения**

Калий имеет большое физиологическое значение в жизни растений, хотя и не входит в состав органических веществ. Он положительно влияет на интенсивность фотосинтеза, углеводный, азотный и водный обмен растений. Недостаток калия у плодовых деревьев вызывает слабое утолщение штамба, ветвей и побегов, а острое калийное голодание – засыхание листьев [23].

Обеспеченность почвы доступными формами калия имеет наибольшее значение для формирования урожайности вишни и черешни, по сравнению с другими элементами питания [50, 75, 90]. Показано, что нормальный рост растений и плодоношение вишни обеспечивал уровень обменного калия в почве не менее 8 мг/100 г и содержание его в листьях – не ниже 1% сухой массы [50]. Для наибольшей урожайности вишни необходима концентрация калия в листьях 1,5...2,0% [35, 36].

Исследователи отмечают значительное увеличение концентрации калия в листьях под влиянием калийных удобрений при низком содержании его доступных форм в почве [35, 36, 44, 45, 82] и об отсутствии этого эффекта на почвах с высокой обеспеченностью калием [88].

Установлено, что действие калийных удобрений зависит от доз и сроков их внесения. В Польше, на аллювиальных илистых почвах, ежегодное внесение 160 кг/га хлористого калия в молодом вишневом саду, приводило к стабильному улучшению обеспеченности деревьев калием, а внесение более высоких доз (332 и 664 кг/га) через трехлетние промежутки давало аналогичные результаты в более поздние сроки [44]. Применение K200 ежегодно и K400 раз в четыре года способствовало наибольшему увеличению концентрации калия в листьях вишни. Доза 800 кг/га в запас на 4 года давала отрицательный результат. Эффективность калийных удобрений увеличивалась при высокой нагрузке урожаем [45].

В США, в опытах с применением капельного орошения, в молодом вишневом саду с низкой обеспеченностью растений калием, установлена эффективность подкормок хлоридом и сульфатом калия в дозе 0,3 кг/дереву, которые начинали проводить через две недели после цветения и продолжали с последующим двухнедельным интервалом в течение периода вегетации. При этом наблюдалось повышение уровня калия в листьях с 0,8 до 1,3...2,0% и урожайности деревьев. Увеличение доз калия до 0,6 и 1,2 кг/дереву было нецелесообразным, так как нарушалось поступление в растения Ca и Mg [35].

### **Кальциевые удобрения**

Кальций играет важную роль в передвижении углеводов, в превращении азотистых веществ, ускоряя распад запасных белков, имеет существенное значение в построении клеточных оболочек, способствует физиологической уравновешенности растворов [23]. Сообщается об уменьшении растрескиваемости плодов черешни (на 50...65%) и повышении их твердости (на 12%) под влиянием предуборочных обработок кальциевыми удобрениями [39].

На кислых песчаных почвах Норвегии для обеспечения достаточного запаса обменного кальция в почве и создания благоприятного для черешни уровня кислотности необходимо внесение 2500 кг/га известняка каждый пятый год. Увеличение дозы удобрения до 5000 кг/га значительно уменьшает размер плодов [88].

### **Борные удобрения**

Бор оказывает большое влияние на углеводный, белковый и нуклеиновый обмен, ряд других биохимических процессов в растениях. При его недостатке нарушаются синтез и, особенно, передвижение углеводов, формирование репродуктивных органов, оплодотворение и плодоношение. Показано, что эффективность борных удобрений в насаждениях вишни и черешни в значительной степени зависит от сорта [10, 53, 81]. Выявлена различная эффективность борных обработок в зависимости от расположения деревьев черешни на склоне. Положительное влияние борных удобрений на количество плодов наблюдалось только у деревьев, растущих в верхней части склона [81].

В литературных источниках приводятся данные, в основном, об эффективности осенних некорневых подкормок бором на почвах с низким его содержанием. Авторами отмечается увеличение завязываемости плодов и урожайности вишни и черешни под влиянием борных удобрений [10, 32, 41, 42, 43, 87]. В опытах с меченым бором установлено, что при осенних обработках деревьев вишни и черешни борными удобрениями, бор перемещается из листьев и значительное его количество накапливается в спящих цветковых почках, что способствует увеличению продуктивности растений на следующий год [41, 42, 43]. Обработка бором в начале сентября способствовала ускорению роста пыльцевых трубок в пестиках следующей весной [32]. Дорошенко и др. [10], в условиях выщелоченных черноземов южного региона РФ, показано повышение урожайности 15-летних деревьев черешни (на 14...17%) под влиянием осенних и весенних обработок борной кислотой за счет более эффективного протекания процесса дифференциации цветковых почек.

Исследователями показано увеличение концентрации бора в листьях и цветках вишни и черешни под влиянием борных удобрений [42, 43, 53, 81, 85, 86, 87]. Несмотря на увеличение концентрации бора в листьях и цветках, не выявлено положительного влияния почвенного и некорневого бора на увеличение урожайности и средней массы плодов вишни. Сделано заключение, что высокую урожайность вишни можно получать на почвах с низким содержанием водорастворимого бора [85].

Обработки растений вишни борными удобрениями не всегда оказывали значимое влияние на концентрацию бора в листьях, при этом увеличение урожайности и завязываемости плодов, по сравнению с необработанными деревьями, наблюдались при концентрации элемента в листьях 19...25 мг/кг, а при более высоких значениях показателя положительный эффект был слабее [42].

Применение корневых и некорневых борных удобрений оказывало существенное влияние на ряд биохимических показателей черешни. Венгерскими исследователями Thurzó et al. [78] выявлено неоднозначное влияние бора на уровень фотосинтетических пигментов в листьях черешни: его повышение при однократной обработке во время цветения и противоположный эффект при двукратных обработках (в период цветения и через 35 дней). При борных обработках снижалось содержание в плодах фенольных соединений, антоцианов и флаваноидов [78]. В Польше, Wojcik et al. [86], напротив, установили положительное влияние корневых и некорневых борных удобрений на содержание растворимых сухих веществ и антоцианов в плодах черешни. Содержание в плодах вишни сахаров, витамина С и органических кислот не зависело от борных удобрений [53].

### **Предпосадочное и основное удобрение**

Изучение эффективности различных доз полного минерального удобрения в вишнёвых и черешневых садах показало, что в условиях черноземных почв Белгородской, Ростовской, Харьковской областей, серых лесных почв Молдавии и лугово-коричневых



почв Азербайджана наиболее эффективными были дозы 90...180 кг д.в./га азота и по 45...120 кг д.в./га калия и фосфора. При их внесении наблюдалась прибавка урожайности деревьев вишни и черешни в пределах 10...33% [8, 11, 19, 25, 27].

При выращивании вишни на чернозёмных почвах Белгородской области внесение удобрений в количестве N60P60K60 было неэффективным, тогда как дозы N120P120K120 приводили к увеличению диаметра штамба, длины побегов, средней массы плода, урожайности (на 22...33%) вишни двух сортов [11]. В орошаемых садах Ростовской области при внесении дозы N90P80K45 был получен урожай вишни 8,5 т/га (на контроле 5,5 т/га), а увеличение дозы N120P100K45 оказалось нецелесообразным [19]. В условиях Молдавии, на серой лесной супесчаной почве, бедной или в средней степени обеспеченной подвижными элементами, внесение N90P60K75 в сочетании с опрыскиваниями Zn, Mn и B увеличивало урожайность вишни на 23% [25]. Для северо-восточной лесостепи Украины наиболее эффективным было внесение N90P45K60, при этом урожайность вишни повышалась на 32%, черешни – на 22% [27]. Для черешни, в условиях Азербайджана хорошие результаты получены при внесении N180P90K60: увеличивалась урожайность (на 10%), возрастало содержание элементов минерального питания в почве и в листьях [8].

Для вишни и черешни показана важная роль предпосадочного внесения минеральных и органических удобрений. На аллювиальных, кислых, песчано-глинистых почвах Румынии рекомендуют перед посадкой и впоследствии ежегодно вносить 240 кг/га фосфорных и 120 кг/га калийных удобрений с заделкой их на глубину 18...20 см, что обеспечивало урожайность черешни 10,5 т/га [60]. Наибольшую урожайность вишни (15т/га) на типичных черноземах Тамбовской области обеспечивало однократное внесение перед посадкой N180P180K180 одновременно с плантажной вспашкой на глубину 60...70 см [13].

При выращивании вишни на супесчаных почвах Болгарии, внесение в посадочные ямы 15 кг навоза, 300 г суперфосфата и 200 г сульфата калия приводило к повышению урожайности вишни на 23...60% [62]. В Румынии показано положительное влияние предпосадочного внесения 40 т/га навоза и P60K100 на рост и урожайность черешни [63]. При выращивании черешни на черноземных почвах Краснодарского края рекомендуется перед посадкой вносить 40...50 т/га навоза и P600K300 [1]. В равнинно-степной части Алма-атинской области, на каштановых тяжелосуглинистых почвах с низким содержанием микроэлементов, внесение перед посадкой 50 т/га навоза совместно с Zn, Fe и Co, достоверно увеличивало рост и урожайность вишни, по сравнению контролем, концентрацию в плодах азота, калия и бора и не влияло на биохимический состав плодов [24].

### **Некорневые подкормки**

Одним из способов удовлетворения потребности растений в элементах минерального питания являются некорневые подкормки. В настоящее время они стали неотъемлемым компонентом системы удобрений в насаждениях косточковых культур.

В Московской области, на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве высоко- и среднеобеспеченной элементами минерального питания, выявлено положительное влияние некорневых обработок калийной селитрой и калийной селитрой совместно с 0,5% мочевиной на увеличение интенсивности фотосинтеза, процента полезной завязи, окружности штамба (на 6...7 см), роста побегов и урожайности вишни (на 20-25%). Содержание аскорбиновой кислоты в плодах было выше на 3...4 мг%, чем на контроле, увеличивалось накопление сухих веществ и сахаров. [7]. В Венгрии, Nagy et al. [54] на известковой черноземной почве установлено значительное увеличение концентрации калия в листьях и плодах черешни в вариантах с двукратной обработкой калийной

селитрой, по сравнению с контролем. Однократная и трехкратная обработки кальциевой селитрой снижали содержание кальция в плодах и не влияли на его содержание в листьях, кроме того наблюдалось значимое положительное влияние обработок на поступление в листья и плоды калия из почвы [54]. Обработки кальциевой селитрой способствовали повышению уровня фотосинтетических пигментов в листьях черешни [78]. При комбинированных обработках бором и цинком отмечена тенденция увеличения завязываемости плодов и урожайности деревьев черешни [80].

Современные требования интенсификации садоводства предполагают усовершенствование технологии минерального питания растений. 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. В интенсивных садах вишни и черешни показано положительное влияние некорневых подкормок подобными комплексными препаратами на продуктивность и качество плодов вишни и черешни [15, 20, 21, 47, 51, 55, 84].

Лукин и др. [15] предлагает использовать весенне-летние обработки минеральным удобрением «Растворин» в сочетании с осенней некорневой подкормкой 3% мочевиной и раствором азотных (0,3%) и калийных (0,5%) удобрений на фоне омолаживающей обрезки деревьев. Это способствовало улучшению структурных компонентов плодоношения и повышению урожайности на 16%, а также продлению срока эксплуатации интенсивных насаждений вишни.

В Польше, на серо-коричневых подзолистых почвах Сандомирской возвышенности, проводилось изучение влияния комплексного препарата «Флоровит» на рост и урожайность 9...11 летних деревьев вишни. По результатам исследований, рекомендуется в годы обильного плодоношения вишни, после цветения проводить трехкратную некорневую подкормку вишни препаратом «Флоровит» совместно с мочевиной в концентрациях 0,5%. При этом урожайность вишни увеличивалась на 14% по сравнению с контролем без удобрений [84].

В Республике Беларусь, в интенсивных садах черешни и вишни, проводились испытания по изучению эффективности некорневых подкормок четырехкомпонентным микроудобрением «Наноплант Fe,Cu,Mn,Co» и хелатным комплексным удобрением «КомплеМет». Четырехкратные подкормки «Наноплант Fe,Cu,Mn,Co» и «КомплеМет» способствовали увеличению диаметра штамба у черешни (на 12,3 и 13,5 % соответственно), урожайности (на 36,7 и 64,9% соответственно), повышению устойчивости плодов черешни к растрескиванию в период роста и созревания и увеличению продолжительности их хранения. Обработки удобрением «КомплеМет» увеличивали диаметр штамба и урожайность вишни (на 43%), а обработки «Наноплант Fe, Cu, Mn, Co» – повышали активность важнейшего антиоксидантного фермента глутатионпероксидазы и уровня макро- и микроэлементов в плодах (P, Ca, Mg, B, Fe, Mn, Zn) [21].

В Германии, для сортов черешни, склонных к растрескиванию плодов, при дефиците питательных веществ рекомендуется проводить некорневые подкормки 0,1...0,3%-ным раствором препарата «Басфолиар Комби-стипп», содержащем в своем составе 10% N, 1% MgO, 15% CaO, 0,2% B, 0,4% Mn, 0,01% Zn. Оптимальный период их проведения – от окончания цветения до созревания плодов. При этом уменьшалось количество треснувших (в 1,2...2,1 раза) и пораженных гнилью плодов (на 8%) после 40 дней хранения [47].

Румынскими исследователями Mitre et al. [51], показано положительное влияние

четырёхкратных обработок комплексным удобрением на основе кальция «Campfo-Ca 000» на уменьшение растрескиваемости плодов (в 2,5 раза) в годы с обильными осадками и увеличение урожайности взрослых деревьев черешни.

В Венгрии, обработки деревьев черешни комплексным препаратом «Damisol Kondi» существенно повышали концентрацию азота, калия и фосфора в листьях, массу плодов, плотность мякоти, ускоряли созревание плодов и снижали их растрескиваемость [55].

В Краснодарском крае, по результатам производственных испытаний, установлена высокая эффективность некорневых подкормок комплексным удобрением с микроэлементами в хелатной форме «Полимикс-Агро» для улучшения товарных качеств плодов и повышения урожайности семечковых и косточковых культур (в том числе черешни), особенно в годы с неблагоприятными погодными условиями [20].

Таким образом, проведенный нами анализ результатов исследований по применению минеральных удобрений в насаждениях вишни и черешни показал, что минеральное питание является весьма значимым для этих культур элементом агротехники. В то же время благодаря широкому ареалу возделывания этих культур и, соответственно, разнообразию почвенно-климатических условий, имеющиеся в настоящий момент экспериментальные данные разрозненны и не могут служить достаточной базой для разработки целостной системы удобрений. Сведения о минеральном питании вишни и черешни относятся, в основном, к зарубежным источникам. В средней полосе России вопросы применения минеральных удобрений в садах интенсивного типа разработаны недостаточно. Практически отсутствуют сведения о влиянии почвенного и некорневого питания на основные компоненты продуктивности и качество плодов, нет оценки сезонной динамики основных элементов питания в почве и растениях, мало данных о дозах полного минерального удобрения, не изучена эффективность однокомпонентных минеральных удобрений, отсутствуют сведения о влиянии минерального питания на физиологические показатели устойчивости растений. В связи с этим необходимо проведение дальнейших комплексных исследований в этой области.

### **Литература**

1. Алехина Е.М., Алферов В.А., Причко Т.Г. Современные технологии возделывания черешни в условиях Краснодарского края: методические рекомендации. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013. 52 с.
2. Георгиев С. Изменения в агрохимическите свойства на излужена канелена горска почва в зависимост от количеството на внесения азот в младо черешово насаждение // Растениевъд. Науки. 1992. Vol. 29, № 9/10. С. 61-68.
3. Георгиев С. Съдържание на хранителни елементи в листата на млади черешови дървета в зависимост от минералното торене // Растениевъд. Науки. 1992. Vol. 29, № 9/10. С. 77–83.
4. Георгиев С. Влияние на минералното торене, хранителната площ и сорта върху съдържанието на хранителни елементи в листата на черешата // Растениевъд. Науки. 1992. Vol. 29. № 1/2. С. 79–84.
5. Георгиев С. Биологични прояви на плододаващи черешови дървета в зависимост от минералното торене // Растениевъд. Науки. 1996. Vol. 33, № 6. С.56–59.
6. Господинова М., Дочев Д., Джувинов В., Колев К., Керин В., Златев З., Вичев Н., Киркова Й., Стоименов Г. Влияние на азотното торене върху някои биологични и физиологични прояви на черешата присадена на слабораствяща клонова подложка GM [9] // Растениевъд. Науки. 2004. Vol. 41, № 1. С. 18–21.

7. 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.
8. Джалилова Г.А. Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на плодородие почвы, рост и урожайность черешни // Вестник с.-х. науки. 1989. № 3. С.73–77.
9. Доника И.Н. Основные показатели минерального питания деревьев вишни в интенсивных садах // Новое в агротехнике возделывания плодовых культур: материалы научно-практической конференции. Кишинев, 1989. С. 53–67.
10. Дорошенко Т. Н., Рязанова Л. Г., Захарчук Н. В., Максимцов Д. В. Влияние сроков применения борной кислоты на генеративную деятельность косточковых культур // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2016. № 41(5). С. 122–131. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/16/05/12.pdf>. (дата обращения: 03.05.2018).
11. Ильинский Н.В. Повышение урожайности вишни в условиях юго-западной лесостепи Центрально-Черноземного региона: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Самохваловичи, 1990. 22 с.
12. Козлов Н.С. Изучение сравнительной пригодности почвогрунтов для вишни: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Горки, 1970. 24 с.
13. Кондаков А.К. Повышение эффективности удобрения плодовых и ягодных культур в Центрально-Черноземных областях: автореф. дис. ... д-ра. с.-х. наук. Ленинград-Пушкин, 1991. 40 с.
14. Кондаков А.К. Удобрение плодовых деревьев, ягодников, питомников и цветочных культур. 2-е изд. Мичуринск: ООО «БИС», 2007. 328 с.
15. Лукин Е.С., Новотворцев А.А., Попов М.А. Устойчивость и продуктивность вишни в связи с применением регуляторов роста и некорневых подкормок макро- и микроэлементами // Достижения науки и техники АПК. 2009. №2. С.36–38.
16. Лукин Е.С., Трунов Ю.В. Зимостойкость и плодоношение вишни на склоновых участках разной экспозиции в условиях ЦЧР // Достижения науки и техники АПК. 2010. №3. С. 30–32.
17. Ноздрачева Р.Г. Вишня. Морфология, биология, сорта, размножение, закладка сада, технология возделывания. Изд. Дом «Социум», 2011. 70 с.
18. Опанасенко Н.Е. Химический состав листьев плодовых культур на скелетных почвах Крыма // Труды Никитского ботанического сада. 2008. Т. 130. С. 153–159.
19. Панкарикова А.А. Режимы орошения и дозы минеральных удобрений вишни в условиях Ростовской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Новочеркасск, 2008. 24 с.
20. Причко Т.Г., Попова В.П., Заремук Р.Ш., Фоменко Т.Г., Алехина Е.М. Богатырева С.В., Кузнецова А.П., Ефимова Е.Л., Хилько Л.А. Результаты производственных испытаний эффективности препарата Полимикс-Агро в плодовых и ягодных насаждениях: Рекомендации. Краснодар: ФГБНУ СКЗНИИСИВ, 2015. 91 с.
21. Рябцева Т.В., Капичникова Н.Г., Турбин П.А., Азизбекян С.Г. Влияние удобрений и росторегуляторов различной природы на рост и плодоношение черешни и вишни // Плодоводство: научные труды РУП «Институт плодоводства». Самохваловичи, 2016. Т. 28. С. 117–129.
22. Семенюк Г.М. Диагностика минерального питания плодовых культур косточковых пород с применением информационно-поисковых систем: автореф. дис. ... д. б. н. Киев, 1980. 37 с.
23. Спиваковский Н.Д. Удобрение плодовых и ягодных культур. М.: Сельхозиздат, 1962. 400 с.

24. Харламова Т.А., Андрианова Г.П. Влияние предпосадочного внесения удобрений на продуктивность и качество плодов вишни // Аграрная наука. 2001. №2. С.18–19.
25. Чекан А.С., Ведина О.Т., Корня Е.И. Реакция деревьев вишни на элементы минерального питания и хлорхолоинхлорид (ТУР) в условиях интенсивного сада // Регулирование адаптивных реакций и продуктивности растений элементами минерального питания: материалы научно-практической конференции. Кишинев, 1987. С. 130–139.
26. Черников Е.А., Попова В.П., Пестова Н.Г. Оценка пригодности черноземов южных для создания продуктивных плодовых агроэкосистем [На примере вишни и черешни] // Научные труды Государственного научного учреждения Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства Российской академии сельскохозяйственных наук. 2015. Т.7. С.73–77.
27. Юрченко Б.Г. Диагностика питания вишни и черешни. Интенсивные технологии возделывания плодовых и овощных культур: материалы научно-практической конференции. Харьков, 1989. С. 30
28. Artacho P., Bonomelli C. Effects of nitrogen availability on root dynamics in Bing on Gisela 6 sweet cherry trees // Acta Hortic. 2017. N 1161. P. 137–142. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1161.23
29. Azarenko A. N., Chozinski A., Brucher L. Nitrogen uptake efficiency and partitioning in sweet cherry is influenced by time of application // Acta Hortic. 2008. N 795. P.717–722. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.795.115
30. Baghdadi M., Sadowski A. Estimation of nutrient requirements of sour cherry // Acta Hortic. 1998. N 468. P. 515–522 DOI: 10.17660/ActaHortic.1998.468.64
31. Baghdadi M., Sadowski A. Concentration of mineral elements in different parts of Schattenmorelle cherry trees on Prunus avium seedling stock // Acta Hortic. 1998. N 468. P. 523–530 DOI: 10.17660/ActaHortic.1998.468.65
32. Beppu K., Fujimoto K., Kataoka I. The influence of autumn spraying of leaves with boron on the development and laying of flowers and fruits next spring in sweet cherries / Techn. Bull. Fac. Agr. Katava Univ. 2007. Vol. 59, № 122. P. 55–58.
33. Betran J.A., Val J., Montanes Millan L., Monge E., Montanes L., Moreno M.A. Influence of rootstock on the mineral concentrations of flowers and leaves from sweet cherry // Acta Hortic. 1997. N 448, P.163–168. DOI:10.17660/ActaHortic.1997.448.24
34. Bonomelli C., Artacho P. Nitrogen application in a two-year-old cherry orchard on Gisela 6: Effects on biomass accumulation, nitrogen uptake and partitioning // Acta Hortic. 2014. N 1020. P. 315–322. DOI: 10.17660/ActaHortic.2014.1020.44
35. Callan N.W., Westcott M.P. Application of potassium to tart cherries through drip irrigation // Better Crops with Plant Food. 1991. Vol. 75, № 2. P. 20–22.
36. Callan N.W., Westcott M.P. Drip irrigation for application of potassium to tart cherry // J. Plant Nutr. 1996. Vol. 19, № 1. P. 163–172. DOI: 10.1080/01904169609365114
37. Chiriac A., Tiganas L., Soare M. Cerceatri preliminare privind starea de nutritie a ciresului si visinului, apreciata prin diagnoza follara si compozitia mineral a fructelor // An. Inst. cerc. pedol. si agrochim. 1989. Vol. 49. P. 237–247.
38. Dencker I., Toldam-Andersen T.B. Effect of rootstock, winter temperature and potassium fertilization on yield components of young sour cherries // Acta Hortic. 2005. N 667. P. 409–414. DOI:10.17660/ActaHortic.2005.667.59
39. Eroglu D. Effect of preharvest calcium treatments on sweet cherry fruit quality // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 2014. Vol. 42, № 1. P. 150–153. DOI:10.15835/nbha4219369



40. Fallahi E., Righetti T.L., Proebsting E.L. Pruning and nitrogen effects on elemental partitioning and fruit maturity in Bing sweet cherry // *J. Plant. Nutr.* 1993. Vol. 16, N 5. P. 755–763. DOI: 10.1080/01904169309364572
41. Gokoglan B., Nikpeyma Y., Caglar S. Effects of late fall foliar boron sprays on the fruit set of sweet cherry trees cv. 0900 Ziraat // *International Journal of Science and Research.* 2017. Vol.6. N 5. P. 2406–2408. DOI:10.21275/ART20173801
42. Hanson E. Sour cherry trees respond to foliar boron application // *HortScience.* 1991. Vol. 26, № 9. P.1142–1145.
43. Hanson E. Movement of boron out of tree fruit leaves. *HortScience.* 1991. Vol. 26, № 3. P.271–273.
44. Jadczyk E. Some factors affecting potassium nutrition of sour cherry trees // *Optimization of Plant Nutrition.* 1993. Vol. 53. P. 127–132. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-2496-8\\_21](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-2496-8_21)
45. Jadczyk E. Wplyw podkladki, odmiany i nawozenia potasem na pozion odzywienia, wzrost i owocowanie wisni. Warszawa: Wyd SGGW, 1994. 76 p.
46. Jadczyk E., Sadowski A., Stepniewska, M. Nutrient status of Schattenmorelle cherry trees in relation to the width of herbicide strips, N fertilisation and root type // *Acta Hortic.* 1995. N 383. P. 89–96. DOI: 10.17660/ActaHortic.1995.383.10
47. Jurgens G. Qualitat durch Blattdungung bei Kirschen // *Erwerbsobstbau.* 1990, Vol. 32, № 5. P. 147–149.
48. Koumanov K.S., Tsareva I.N., Kornov G.D., Germanova D. R. Sweet cherry fruit quality under fertigation // *Acta Hortic.* 2016. N 1139. P. 551–558. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1139.95
49. Krishkov E. Impact of preplanting fertilization on the leaf nutrient content of young sour cherry trees // *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.* 2007. Vol. 35, N 2. P.76–81. DOI:10.15835/nbha352228
50. Mercik S., Slowik K., Wasowski T. Effect of 65-year static soil fertilization on the growth, fruiting and leaf nutrient status of a tart cherry trees // *Acta Hortic.* 1990. N 274. P. 331–338. DOI: 10.17660/ActaHortic.1990.274.41
51. Mitre I., Mitre V., Roman I., Pop A. Campfo-Ca 000 – leaf fertilizer effective in preventing cracking in the sweetcherry // *Cluj-Napoca Hort.* 2008. Vol.65, № 1. P. 273–277. DOI: <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:542>
52. Mitre I., Mitre V., Sestras A.F., Sestras R.E. Effects of fall applications of urea in order to improve fruit sizes, weight and buds cold hardiness in sweet cherry // *Bull. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med., Cluj-Napoca Hort.* 2012. Vol.69, № 1. P. 248–253. DOI: <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:8475>
53. Nagy P.T., Persely S., Szabo Z., Nyeki J. Impact of foliar boron fertilization on nutrient uptake and fruit quality of tart cherry on an acidic sandy soil in Eastern Hungary // *Acta Hortic.* 2014. N 1020. P. 347–351. DOI: 10.17660/ActaHortic.2014.1020.48
54. Nagy P.T., 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 Hortic.* 2010. N 868. P. 353–358. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.868.47
55. Nagy P.T., Thurzo S., Sandor Z., Dren G., Szabo Z., Nyeki J. Study of effect a complex fertilizer and a biostimulator on macronutrient content of leaf and fruit quality on sweet cherry (*Prunus avium*) // *Bul. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med., Cluj-Napoca. Agr.* 2007. Vol. 63–64. P. 339. <http://journals.usamvcluj.ro/index.php/agriculture/article/view/1390/1363>
56. Nagy P.T., Turso S., Vago I., Holb I. Effect of foliar application of K and Ca on leaf and fruit contents in a sweet cherry orchard // *Cereal Research Communication.* 2007. N 35(2). P. 817–820. DOI:10.1556/CRC.35.2007.2.163

57. Neilsen G.H., Neilsen D., Atkinson D. Top and root growth and nutrient absorption of *Prunus avium* L. at two soil pH and P level // *Plant Soil*, 1990. Vol. 121, № 1. P. 137–144.
58. Obuhov V. Response of sour cherry to pruning and mineral fertilization // *Proceedings of the symposium «Sweet and sour cherry»*, 11–15 June, 1973, Kiev, 1973. P. 182–186.
59. Pacholak E., Zydlik Z., Rutkowski K. Effect of cherry nitrogen fertilization on the content of minerals in the leaves and soil // *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*. 2011. N 10 (1), P.105–112. [http://wydawnictwo.up.lublin.pl/acta/hortorum\\_cultus/2011/acta\\_hort\\_10\(1\)\\_art\\_12.pdf](http://wydawnictwo.up.lublin.pl/acta/hortorum_cultus/2011/acta_hort_10(1)_art_12.pdf)
60. Parnia C., Negoita M. Influenta diferitelor nivele de aprovizionare a solului in fosfor si potasiu, asupra proceselor de crestere si fructificare a ciresului // *Lucr. Sti. Inst. Cers. Product. Pomic. Pitesti. Bucuresti*. 1987. Vol. 12. P. 205–224.
61. Pole V., Feldmane D., Ruisa S. Estimation of chlorophyll and nitrogen status in sour cherries grown with woodchip mulch and drip irrigation // *Acta Hortic*. 2017. N 1161. P. 432–442. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1161.70
62. Radomska I., Sotirov D., Krishkov E., Blagov A., Laiging S. Effect of preplanting fertilization of productivity and fruit quality of sour cherry // *The 144 Forum of Chinese Academy of Engineering and The 4 International Apple Symposium*, 2012. At: China, Yantai. P.130–135.
63. Roman G. The effectiveness of the fertilizers applied in the plum and cherry orchards at the fruit research // *Bul. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med., Cluj-Napoca Hort*. 2011. Vol. 68, N 1. P. 515.
64. Roversi A., Ughini V., Monteforte A. Influence of genotype, year and soil composition on sweet cherry leaf mineral composition // *Acta Hortic*. 2008. N 795. P. 739–746. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.795.119
65. Rutkowski K., Zydlik Z., Stachowiak A. Effect of tree pruning intensity on the content of mineral components in the sour cherry leaves of Lutowka // *Folia Horticulturae*. 2018. N 30(1). P. 47–55. DOI: 10.2478/fhort-2018-0005
66. Sadowski A., Jadczyk E., Jurczak B. Effects of pre-planting P fertilization in sour cherry orchards. // *Acta Hortic*. 1995. N 383. P. 239–246. DOI:10.17660/ActaHortic.1995.383.24
67. Sadowski A., Jadczyk E. Effect of nitrogen fertilization in a sour cherry orchard // *Acta Hortic*. 1997. N 448, 475–480. DOI: 10.17660/ActaHortic.1997.448.85
68. Sadowski A., Jadczyk E. Results of 11-year N-fertiliser trial in a sour cherry orchard // *Acta Hortic*. 2001. N 564. P.279–284. DOI: 10.17660/ActaHortic.2001.564.32
69. Sanchez-Alonso F., Lachica M. Seasonal trends in the elemental content of sweet cherry leaves // *Communic. in Soil Sc. Plant Analysis*. 1987. Vol. 18, № 1. P. 17–29. DOI:10.1080/00103628709367800
70. San-Martino L., O. Cozzi G., San-Martino S., S. Lavado R. Isotopically-labelled nitrogen uptake and partitioning in sweet cherry as influenced by timing of fertilizer application // *Scientia Horticulture*. 2010. N 126. P. 42–49. DOI:10.1016/j.scienta.2010.06.011
71. Seker M., Yucel Z., Ozcan H., Ertop S. (2008). Sweet cherry orchard soil mineral composition and GIS mapping in the Canakkale production region, Turkey // *Acta Hortic*, 2008. N 795. P.723–727. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.795.116
72. Sitarek M., Grzyb Z.C., Olszewski T. The mineral elements concentration in leaves of two sweet cherry cultivars grafted on different rootstocks // *Acta Hortic*. 1998. N 468. P. 373–376. DOI: 10.17660/ActaHortic.1998.468.46
73. Stochl M., Krska B., Pilarova P. Micronutrient status in sweet cherry leaves as affected by rootstock and crown shape // *Acta Agriculture Serbica*. 2008. № 8 (26). P.11–16. <http://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0354-9542/2008/0354-95420826011S.pdf>

74. 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 Hortic.* 2017. N 1161. P. 503–510. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1161.80
75. Szucs E. Effect of nutrient supply on frost hardiness and fruit set of sour cherry flowers and on yield // *Acta Hortic.* 1996. N 410. 551–554. DOI: 10.17660/ActaHortic.1996.410.90
76. Tarita G., Paul-Badescu A., Parnia C., Cotorobai M. Clorofila in frunzele pomilor si modificarile sub influenta factorilor agrotehnici // *Bul. inform. Acad. Sti. Agr. Silvice. Bucuresti.* 1986. Vol. 15. P. 93–98.
77. Thielemann M., Toro R., Ayala M. Distribution and recycling of canopy nitrogen storage reserves in sweet cherry (*Prunus Avium L.*) fruiting branches following 15N-urea foliar application after harvest // *Acta Hortic.* 2014. N 1020. P. 353–361. DOI: 10.17660/ActaHortic.2014.1020.49
78. Thurzo S., Szabo Z., Nyeki J., Nagy P.T., Silva A.P., Goncalves B. Effect of boron and calcium sprays on photosynthetic pigments, total phenols and flavonoid content of sweet cherry (*Prunus avium L.*) // *Acta Hortic.* 2010. N 868. P. 457–462. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.868.64
79. Ugorik M., Holubowicz T. The influence of rootstock and cultivar on the leaf content of nutrient elements, growth and yield of three sour cherry cultivars // *Acta Hort.* 1990. N 274. P. 491–500. DOI: 10.17660/ActaHortic.1990.274.63
80. Usenik V., Stampar F. Effect of foliar application of zinc plus boron on sweet cherry fruit set and yield // *Acta Hortic.* 2002. N 594. P. 245–249. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.594.28
81. Usenik V., Stampar F. Effect of late season boron spray on boron accumulation and fruit set of Summit and Hedelfinger sweet cherry (*Prunus avium L.*) // *Acta agriculturae Slovenica.* 2007. Vol. 89 (1). P. 51–58. <http://dx.doi.org/10.2478/v10014-007-0006-x>
82. Vang-Peterson O. Goodskning med K vaelsof og kalium til surkirsebær (*Prunus cerasus L.*) // *Tidsskrift for Planteavl.* 1984. Vol.88, N 1. P. 81–90.
83. Vedder H-M. N ahrstoffaufnahme, N ahrstoffvertrilung und N ahrstoffbedarf bei Saurchen // *Hohen Landwirt. Fak. Rhein. Fridrich-Wilhelms Univ. Bonn,* 1989. 213 p.
84. Wocior S., Wojcik I., Palonka S. The effect of foliar fertilization on growth and yield of sour cherry (*Prunus cerasus L.*) cv. Lutowka // *Acta Agrobotanica.* 2011. Vol. 64 (2). P. 63–68. <https://doi.org/10.5586/aa.2011.018>
85. Wojcik P. «Schattenmorelle» tart cherry response to boron fertilization // *Journal of Plant Nutrition,* 2006. Vol. 29, N 9. P. 1709–1718. <https://doi.org/10.1080/01904160600853813>
86. Wojcik P., Wojcik M. Effect of Boron Fertilization on Sweet Cherry Tree Yield and Fruit Quality // *Journal of Plant Nutrition.* 2006. Vol. 29, N 10. P. 1755–1766. DOI:10.1080/01904160600897471
87. Wojcik P., Wojcik M. Response of Burlat sweet cherry trees to postharvest sprays of nitrogen, boron and zinc // *Journal of Plant Nutrition.* 2013. Vol. 36, N 3. P. 503–514. DOI:10.1080/01904167.2012.748071
88. Ystaas J. Nutritional requirement of sweet cherries // *Acta Hortic.* 1990. N 274. P. 521–526. DOI: 10.17660/ActaHortic.1990.274.68
89. Ystaas J., Froynes O. The influence of eleven cherry rootstock on the mineral leaf content of major nutrients in «Stella» and «Ulster» sweet cherries // *Acta Hortic.* 1990. N 468. P. 367–372. DOI: 10.17660/ActaHortic.1998.468.45
90. Ystaas J., Froyness O. Sweet cherry nutrition: Effects of phosphorus and other major elements on vigour, productivity, fruit size and fruit quality of Kristin sweet cherries grown on a virgin, acid soil // *Norw. J. Agr. Sci.* 1995. Vol. 9. P. 105–114.

## References

1. Alekhina, E.M., Alferov, V.A., & Prichko, T.G. (2013). *Modern technologies of sweet cherry cultivation in Krasnodar territory: methodical recommendations*. Krasnodar: NCRRIH&V. (In Russian).
2. Georgiev, C. (1992). Influence of nitrogen fertilizer application rates on physico-chemical properties of leached brown forest soil under young sweet cherry plantations. *Plant science*, 29 (9/10), 61–68. (In Bulgarian, English abstract).
3. Georgiev, C. (1992). Influence of nitrogen fertilizer application rates on various backgrounds of pre-fertilization with phosphorus and potassium on the content of minerals in the leaves of young sweet cherry trees. *Plant science*, 29 (9/10), 77–83. (In Bulgarian, English abstract).
4. Georgiev, C. (1992). Effect of nitrogen fertilizer, nutrition area and a variety on the content of nutrients in the leaves of sweet cherries. *Plant science*, 29 (1/2), 79–84. (In Bulgarian, English abstract).
5. Georgiev, C. (1996). Biological manifestations of fruit-bearing cherry trees depending on mineral fertilizer. *Plant science*, 33(6), 56–59. (In Bulgarian, English abstract).
6. Gospodinova, M., Dochev, D., Djuvinov, V., Kolev, K., Kerin V., Zlatev Z., Vichev, N., Kirkova, I., & Stoimenov, G. (2004). Influence of nitrogen fertilizer on biological and physiological features of sweet cherries on dwarf clone rootstock GM [9]. *Plant science*, 41(1), 18–21. (In Bulgarian, English abstract).
7. Debelova, D.D. (2011). Frost resistance of cherry trees in connection with the use of non-root fertilizing with mineral fertilizers. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 28 (1), 141–148. (In Russian, English abstract).
8. Jalilova, G.A. (1989). Mineral fertilizer application in sweet cherry orchard. *Vestnik of the agricultural science*, 3, 73–77. (In Russian).
9. Donika, I.N. (1989). Basic indices of mineral nutrition of cherry trees in intensive orchards. *New in agronomical practice of fruit crop cultivation: Proc. Sci. Conf.* (pp. 53–67). Kishinev. (In Russian).
10. Doroshenko, T., Ryazanova, L., Zakharchyk, N., & Maksimtsov, D. (2016). Influence of terms of boric acid use on generative activity of stone fruit crops. *Fruit growing and viticulture of South Russia*, 41(05), 122–131. Retrieved from <http://journal.kubansad.ru/pdf/16/05/12.pdf>. (In Russian, English abstract).
11. Ilinsky, N.V. (1990). *Cherry yield increase in conditions of the south-west forest-steppe of the Central-Chernozem region*. (Agri. Sci. Cand. Thesis). Belarus Research Institute of Potato, Fruit and Vegetable Growing, Samokhvalovichy, Belarus. (In Russian).
12. Kozlov, N.S. (1970). *Studies of comparative suitability of soils for cherry*. (Agri. Sci. Cand. Thesis). Belarus Agricultural Academy, Gorky, Belarus. (In Russian).
13. Kondakov, A.K. (1991). *Improving the efficiency of fertilizing fruit and berry crops in the Central-Chernozem regions*. (Agri. Sci. Doct. Thesis). Leningrad State Agrarian University, Leningrad - Pushkin, Russia. (In Russian).
14. Kondakov, A.K. (2007). *Fertilization of fruit trees, berries, nurseries and flower crops*. Michurinsk. (In Russian).
15. Lukin, E.S., Novotortsev, A.A., & Popov, M.A. (2009). Effect of growth regulators, foliar applications of macro- and micronutrients on sour cherry sustainability and productivity. *Achievements of Science and Technology of AICis*, 2, 36–38. (In Russian).
16. Lukin, Ye. S., & Trunov, Yu.V. (2010). Winter hardiness and cropping of sour cherry trees growing on the with different exposition in the Central Chernozem region in Russia. *Achievements of Science and Technology of AICis*, 3, 30–32. (In Russian).



17. Nozdracheva, R.G. (2011). *Cherries. Morphology, biology, cultivars, propagation, orchard planting, cultivation technology*. Publ. house «Socium». (In Russian).
18. Opanasenko, N.E. (2008). The chemical composition in leaves of fruit crops on the skeleton soils of the Crimea. *Scientific publications of Nicita botanical gardens*, 130, 153–159. (In Russian).
19. Pankarikova, A.A. (2008). *Irrigation regimes and doses of mineral fertilizers of cherries in conditions of Rostov region*. (Agri. Sci. Cand. Thesis). Novocherkassk State Meliorative Academy, Novocherkassk, Russia. (In Russian).
20. Prichko, T.G., Popova, V.P., Zaremuk, R.Sh., Fomenko, T.G., Alekhina, E.M., Bogatyreva, S.V., Kuznetzova, A.P., Tfimova, E.L., & Khilko, L.A. (2015). *Results of production testing of the effectiveness of Polymix-Agro drug in fruit and berry plantations: recommendations*. Krasnodar : NCRRIH&V. (In Russian).
21. Ryabtseva, T.V., Kapichnicova, H.G., Turbin, P.A., & Azizbekyan, S.G. (2016). Effect of fertilizers and growth-regulating chemicals on cherry growth and fruting. *Fruit Growing: Scientific publications of the RUE «Institute for Fruit Growing»*, Samokhvalovichy, 28, 117–129. (In Russian, English abstract).
22. Semenuk, G.M. (1980). *Diagnostics of mineral nutrition of stone fruit crops with the use of information retrieval systems*. (Biol. Sci. Doct. Thesis). Institute of Plant Physiology, Kiev, Ukraine. (In Russian).
23. Spivakovskiy, N.D. (1962). *Fertilization of fruit and berry crops*. Moscow: Selkhozizdat. (In Russian).
24. Kharlamova, T.A., & Andrianova, G.P. (2001). Influence of pre-fertilization on the productivity and quality of cherry fruit. *Agrarian science*, 2, 18–19. (In Russian).
25. Chekan A.S., Vedina O.T., & Kornya E.I. (1987). Cherry tree response on the elements of mineral nutrition and chlorocholinechloride (TUR) in the intensive orchard. *Regulation of adaptive reactions and productivity of plants by elements of mineral nutrition: Proc. Sci. Conf.* (pp. 130–139). Kishinev. (In Russian).
26. Chernikov, E.A., Popova, V.P., & Pestova, N.G. (2015). Assessment of the suitability of southern black soils for the creation of productive fruit agroecosystems [on the example of sour and sweet cherries]. *Scientific publications of FSBSO NCRRIH&V*, 7, 73–77. (In Russian, English abstract).
27. Yurchenko, B.G. (1989). Diagnostics of sour and sweet cherry nutrition. *Intensive technologies of fruit and vegetable cultivation: Proc. Sci. Conf.* (p. 30). Kharkov. (In Russian).
28. Artacho, P., & Bonomelli, C. (2017). Effects of nitrogen availability on root dynamics in Bing on Gisela 6 sweet cherry trees. *Acta Hort.*, 1161, 137–142. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1161.23
29. Azarenko, A. N., Chozinski, A., & Brutcher, L. (2008). Nitrogen uptake efficiency and partitioning in sweet cherry is influenced by time of application. *Acta Hort.*, 795, 717–722. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.795.115
30. Baghdadi, M., & Sadowski, A. (1998). Estimation of nutrient requirements of sour cherry. *Acta Hort.*, 468, 515–522. DOI: 10.17660/ActaHortic.1998.468.64
31. Baghdadi, M., & Sadowski, A. (1998). Concentration of mineral elements in different parts of Schattenmorelle cherry trees on Prunus avium seedling stock. *Acta Hort.*, 468, 523–530. DOI: 10.17660/ActaHortic.1998.468.65
32. Beppu, K., Fujimoto, K., & Kataoka, I. (2007). The influence of autumn spraying of leaves with boron on the development and laying of flowers and fruits next spring in sweet cherries. *Techn. Bull. Fac. Agr. Katava Univ.*, 59 (122), 55–58.



33. Betran, J.A., Val, J., Montanes, Millan L., Monge, E., Montanes, L., & Moreno, M.A. (1997). Influence of rootstock on the mineral concentrations of flowers and leaves from sweet cherry. *Acta Hort.*, 448, 163–168. DOI:10.17660/ActaHortic.1997.448.24
34. Bonomelli, C., & Artacho, P. (2014). Nitrogen application in a two-year-old cherry orchard on Gisela 6: Effects on biomass accumulation, nitrogen uptake and partitioning. *Acta Hort.*, 1020, 315–322. DOI: 10.17660/ActaHortic.2014.1020.44
35. Callan, N.W., & Westcott, M.P. (1991). Application of potassium to tart cherries through drip irrigation. *Better Crops with Plant Food*, 75 (2), 20–22.
36. Callan, N.W., & Westcott, M.P. (1996). Drip irrigation for application of potassium to tart cherry. *J. Plant Nutr.*, 19 (1), 163–172. DOI: 10.1080/01904169609365114
37. Chiriac, A., Tiganas, L., & Soare, M. (1989). Cercetri preliminare privind starea de nutritie a ciresului si visinului, apreciata prin diagnoza follara si compozitia mineral a fructelor. *An. Inst. cerc. pedol. si agrochim.*, 49, 237–247.
38. Dencker, I., & Toldam-Andersen, T.B. (2005). Effect of rootstock, winter temperature and potassium fertilization on yield components of young sour cherries. *Acta Hort.*, 667, 409–414. DOI:10.17660/ActaHortic.2005.667.59
39. Eroglu, D. (2014). Effect of preharvest calcium treatments on sweet cherry fruit quality. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42 (1), 150–153. DOI:10.15835/nbha4219369
40. Fallahi, E., Righetti, T.L., & Proebsting, E.L. (1993). Pruning and nitrogen effects on elemental partitioning and fruit maturity in Bing sweet cherry. *J. Plant. Nutr.*, 16 (5), 755–763. DOI: 10.1080/01904169309364572
41. Gokoglan, B., Nikpeyma, Y., & Caglar, S. (2017). Effects of late fall foliar boron sprays on the fruit set of sweet cherry Trees cv. 0900 Ziraat. *International Journal of Science and Research*, 6 (5), 2406–2408. DOI:10.21275/ART20173801
42. Hanson, E. (1991). Sour cherry trees respond to foliar boron application. *HortScience*, 26 (9), 1142–1145.
43. Hanson, E. (1991). Movement of boron out of tree fruit leaves. *HortScience*, 26 (3), 271–273.
44. Jadczyk, E. (1993). Some factors affecting potassium nutrition of sour cherry trees. *Optimization of Plant Nutrition*, 53, 127–132. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-2496-8\\_21](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-2496-8_21)
45. Jadczyk, E. (1994). *Wplyw podkladki, odmiany i nawozenia potasem na pozion odzywienia, wzrost i owocowanie wisni*. Warszawa: Wyd SGGW.
46. Jadczyk, E., Sadowski A., Stepniewska M. (1995). Nutrient status of Schattenmorelle cherry trees in relation to the width of herbicide strips, N fertilisation and root type. *Acta Hort.*, 383, 89–96. DOI: 10.17660/ActaHortic.1995.383.10
47. Jurgens, G. (1990). Qualitat durch Blattdunger bei Kirschen. *Erwerbsobstbau*, 32 (5), 147–149.
48. Koumanov, K.S., Tsareva, I.N., Kornov, G.D., & Germanova, D. R. (2016). Sweet cherry fruit quality under fertigation. *Acta Hort.*, 1139, 551–558. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1139.95
49. Krishkov, E. (2007). Impact of preplanting fertilization on the leaf nutrient content of young sour cherry trees. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj*, 35 (2), P.76–81. DOI:10.15835/nbha352228
50. Mercik, S., Slowik, K., & Wasowski, T. (1990). Effect of 65-year static soil fertilization on the growth, fruiting and leaf nutrient status of a tart cherry trees. *Acta Hort.*, 274, 331–338. DOI: 10.17660/ActaHortic.1990.274.41
51. Mitre, I., Mitre, V., Roman, I., & Pop, A. (2008). Campfo-Ca 000 -leaf fertilizer effective in preventing cracking in the sweetcherry. *Cluj-Napoca Hort.*, 65 (1), 273–277. DOI: <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:542>

52. Mitre, I., Mitre, V., Sestras, A.F., & Sestras, R.E. (2012). Effects of fall applications of urea in order to improve fruit sizes, weight and buds cold hardiness in sweet cherry. *Bull. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med., Cluj-Napoca Hort.*, 69 (1), 248–253. DOI: <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:8475>
53. Nagy, P.T., Persely, S., Szabo, Z., & Nyeki, J. (2014). Impact of foliar boron fertilization on nutrient uptake and fruit quality of tart cherry on an acidic sandy soil in Eastern Hungary. *Acta Hortic.*, 1020, 347–351. DOI: 10.17660/ActaHortic.1020.48
54. Nagy, P.T., Thurzo, S., Szabo, Z., Nyeki, J., Silva, A.P., & Goncalve, B. (2010). Influence of foliar fertilization on mineral composition, sugar and organic acid content of sweet cherry. *Acta Hortic.*, 868, 353–358. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.868.47
55. Nagy, P.T., Thurzo, S., Sandor, Z., Dren, G., Szabo, Z., & Nyeki, J. (2007). Study of effect a complex fertilizer and a biostimulator on macronutrient content of leaf and fruit quality on sweet cherry (*Prunus avium*). *Bul. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med., Cluj-Napoca Agr.*, 63–64, 339. <http://journals.usamvcluj.ro/index.php/agriculture/article/view/1390/1363>
56. Nagy, P.T., Turso, S., Vago, I., & Holb, I. (2007). Effect of foliar application of K and Ca on leaf and fruit contents in a sweet cherry orchard. *Cereal Research Communication*, 35(2), 817–820. DOI:10.1556/CRC.35.2007.2.163
57. Neilsen, G.H. Neilsen, D., & Atkinson, D. (1990). Top and root growth and nutrient absorption of *Prunus avium* L. at two soil pH and P level. *Plant Soil.*, 121 (1), 137–144.
58. Obuhov, V. (1973). Response of sour cherry to pruning and mineral fertilization. *Proceedings of the symposium «Sweet and sour cherry»*, Kiev, 182–186.
59. Pacholak, E., Zydlik, Z., & Rutkowski, K. (2011). Effect of cherry nitrogen fertilization on the content of minerals in the leaves and soil. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 10(1), 105–112. [http://wydawnictwo.up.lublin.pl/acta/hortorum\\_cultus/2011/acta\\_hort\\_10\(1\)\\_art\\_12.pdf](http://wydawnictwo.up.lublin.pl/acta/hortorum_cultus/2011/acta_hort_10(1)_art_12.pdf)
60. Parnia, C., & Negoita, M. (1987). Influenta diferitelor nivele de aprovizionare a solului in fosfor si potasiu, asupra proceselor de crestere si fructificare a ciresului. *Lucr. Sti. Inst. Cers. Product. Pomic. Pitesti*. Bucuresti, (12), 205–224.
61. Pole, V., Feldmane, D., & Ruisa, S. (2017). Estimation of chlorophyll and nitrogen status in sour cherries grown with woodchip mulch and drip irrigation. *Acta Hortic.*, 1161, 432–442. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1161.70
62. Radomska, I., Sotirov, D., Krishkov, E., Blagov, A., & Laiging, S. (2012). Effect of preplanting fertilization of productivity and fruit quality of sour cherry. *The 144<sup>th</sup> Forum of Chinese Academy of Engineering and The 4<sup>th</sup> International Apple Symposium*. At: China, Yantai. . P.130–135.
63. Roman, G. (2011). The effectiveness of the fertilizers applied in the plum and cherry orchards at the fruit research. *Bul. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med., Cluj-Napoca Hort.*, 68 (1), 515.
64. Roversi, A., Ughini, V., & Monteforte, A. (2008). Influence of genotype, year and soil composition on sweet cherry leaf mineral composition. *Acta Hortic.*, 795, 739–746. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.795.119
65. Rutkowski, K., Zydlik, Z., & Stachowiak, A. (2018). Effect of tree pruning intensity on the content of mineral components in the sour cherry leaves of Lutowka. *Folia Horticulturae*, 30(1), 47–55. DOI: 10.2478/fhort-2018-0005
66. Sadowski, A., Jadczyk, E., & Jurczak, B. (1995). Effects of pre-planting P fertilization in sour cherry orchards. *Acta Hortic.*, 383, 239–246. DOI:10.17660/ActaHortic.1995.383.24
67. Sadowski, A., & Jadczyk, E. (1997). Effect of nitrogen fertilization in a sour cherry orchard. *Acta Hortic.*, 448, 475–480. DOI: 10.17660/ActaHortic.1997.448.85
68. Sadowski, A., & Jadczyk, E. (2001). Results of 11-year N-fertiliser trial in a sour cherry orchard. *Acta Hortic.*, 564, 279–284. DOI: 10.17660/ActaHortic.2001.564.32

69. Sanchez-Alonso, F., & Lachica, M. (1987). Seasonal trends in the elemental content of sweet cherry leaves. *Communic. in Soil Sc. Plant Analysis*, 18 (1), 17–29. DOI:10.1080/00103628709367800
70. San-Martino, L., O.Cozzi, G., San-Martino, S., & S. Lavado, R. (2010). Isotopically-labelled nitrogen uptake and partitioning in sweet cherry as influenced by timing of fertilizer application. *Scientia Horticulture*, 126, 42–49. DOI:10.1016/j.scienta.2010.06.011
71. Seker, M., Yucel, Z., Ozcan, H., & Ertop, S. (2008). Sweet cherry orchard soil mineral composition and GIS mapping in the Canakkale production region, Turkey. *Acta Hort.*, 795, 723–727. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.795.116
72. Sitarek, M., Grzyb, Z.C., & Olszewski, T. (1998). The mineral elements concentration in leaves of two sweet cherry cultivars grafted on different rootstocks. *Acta Hort.*, 468, 373–376. DOI: 10.17660/ActaHortic.1998.468.46
73. Stochl, M., Krska, B., & Pilarova, P. (2008). Micronutrient status in sweet cherry leaves as affected by rootstock and crown shape. *Acta Agriculture Serbica*, 8 (26), 11–16. <http://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0354-9542/2008/0354-95420826011S.pdf>
74. 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 Hort.*, 1161, 503–510. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1161.80
75. Szucs, E. (1996). Effect of nutrient supply on frost hardiness and fruit set of sour cherry flowers and on yield. *Acta Hort.*, 410, 551–554. DOI: 10.17660/ActaHortic.1996.410.90
76. Tarita, G. Paul-Badescu, A. Parnia, C. & Cotorobai, M. (1986). Clorofila in frunzele pomilor si modificarile sub influenta factorilor agrotehnici. *Bul. inform. Acad. Sti. Agr. Silvice. Bucuresti*, 15, 93–98.
77. Thielemann, M., Toro, R., & Ayala, M. (2014). Distribution and recycling of canopy nitrogen storage reserves in sweet cherry (*Prunus Avium L.*) fruiting branches following 15N-urea foliar application after harvest. *Acta Hort.*, 1020, 353–361. DOI: 10.17660/ActaHortic.2014.1020.49
78. Thurzo, S., Szabo, Z., Nyeki, J., Nagy, P.T., Silva, A.P., & Goncalves, B. (2010). Effect of boron and calcium sprays on photosynthetic pigments, total phenols and flavonoid content of sweet cherry (*Prunus avium L.*). *Acta Hort.*, 868, 457–462. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.868.64
79. Ugorik, M., & Holubowicz, T. (1990). The influence of rootstock and cultivar on the leaf content of nutrient elements, growth and yield of three sour cherry cultivars. *Acta Hort.*, 274, 491–500. DOI: 10.17660/ActaHortic.1990.274.63
80. Usenik, V., & Stampar, F. (2002). Effect of foliar application of zinc plus boron on sweet cherry fruit set and yield. *Acta Hort.*, 594, 245–249. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.594.28
81. Usenik, V., & Stampar, F. (2007). Effect of late season boron spray on boron accumulation and fruit set of Summit and Hedelfinger sweet cherry (*Prunus avium L.*). *Acta agriculturae Slovenica*, 89 (1), 51–58. <http://dx.doi.org/10.2478/v10014-007-0006-x>
82. Vang-Peterson, O. (1984). Goodskning med K vaelsof og kalium til surkirsebaer (*Prunus cerasus L.*). *Tidsskrift for Planteavl*, 88 (1), 81–90.
83. Vedder, H-M. (1989). *N ahrstoffaufnahme, N ahrstoffvertrilung und N ahrstoffbedarf bei Saurschen / Hohen Landwirt. Fak. Rhein. Fridrich-Wilhelms Univ. Bonn.*
84. Wocior, S., Wojcik, I., & Palonka, S. (2011). The effect of foliar fertilization on growth and yield of sour cherry (*Prunus cerasus L.*) cv. Łutówka. *Acta Agrobotanica*, 64 (2), 63–68. <https://doi.org/10.5586/aa.2011.018>
85. Wojcik, P. (2006). «Schattenmorelle» tart cherry response to boron fertilization. *Journal of Plant Nutrition*, 29 (9), 1709–1718. <https://doi.org/10.1080/01904160600853813>

86. Wojcik, P., & Wojcik, M. (2006). Effect of Boron Fertilization on Sweet Cherry Tree Yield and Fruit Quality. *Journal of Plant Nutrition*, 29 (10), 1755–1766. DOI:10.1080/01904160600897471
87. Wojcik, P., & Wojcik, M. (2013). Response of Burlat sweet cherry trees to postharvest sprays of nitrogen, boron and zinc. *Journal of Plant Nutrition*, 36 (3), 503–514. DOI:10.1080/01904167.2012.748071
88. Ystaas, J. (1990). Nutritional requirement of sweet cherries. *Acta Hortic.*, 274, 521–526. DOI: 10.17660/ActaHortic.1990.274.68
89. Ystaas, J., & Froynes, O. (1998). The influence of eleven cherry rootstock on the mineral leaf content of major nutrients in «Stella» and «Ulster» sweet cherries. *Acta Hortic.*, 468, 367–372. DOI: 10.17660/ActaHortic.1998.468.45
90. Ystaas, J., & Froyness, O. (1995). Sweet cherry nutrition: Effects of phosphorus and other major elements on vigour, productivity, fruit size and fruit quality of «Kristin» sweet cherries grown on a virgin, acid soil. *Norw. J. Agr. Sci.*, 1995. 9, 105–114.