

УДК 634.8:632.4

UDC 634.8:632.4

DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-176-187

DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-176-187

**ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЯ
С ВОДОРАСТВОРИМЫМ
ЖЕЛЕЗОМ
НА ХОЗЯЙСТВЕННО
ЦЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ВИНОГРАДА**

**EFFECT
OF MICRO-FERTILIZERS
WITH WATER-SOLUBLE
FERRUM ON ECONOMICALLY
VALUABLE INDICATORS
OF GRAPEVINE**

Арестова Наталья Олеговна
канд. с.-х. наук, доцент
ведущий научный сотрудник
группы защиты растений
e-mail: zash.arestova@yandex.ru

Arestova Natalya Olegovna
Cand. Agr. Sci., Docent
Leading Research Associate
of Plant Protection Group
e-mail: zash.arestova@yandex.ru

Рябчун Ирина Олеговна
канд. с.-х. наук
зам. директора по научной работе
e-mail: ruswiner@mail.ru

Ryabchun Irina Olegovna
Cand. Agr. Sci.
Deputy Chief for Science
e-mail: ruswiner@mail.ru

*Всероссийский научно-исследовательский
институт виноградарства и виноделия
им. Я.И. Потанина – филиал
Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
Федеральный Ростовский
аграрный научный центр,
Новочеркасск, Россия*

*All-Russian Research
Ya.I. Potapenko Institute
for Viticulture and Winemaking –
branch of the Federal State
Budget Scientific Institution
«Federal Rostov
Agricultural Research Center»,
Novocherkassk, Russia*

Приводятся результаты исследований о влиянии микроудобрения с водорастворимым железом на биологические и хозяйственные показатели винограда. Некорневая подкормка микроудобрением растений винограда сорта Кунлеань была проведена в следующие фазы вегетации: до цветения; следующие две подкормки – через 15 дней после предыдущей. Некорневая подкормка микроудобрением водорастворимым железом показала свою биологическую эффективность, оказав положительное влияние на формировании ягод в грозди, способствуя увеличению их массы, а также количеству. Существенно более высокие показатели массы грозди, по сравнению с контролем, доказаны для вариантов с нормами подкормки 0,6 кг/га и 0,8 кг/га, что в результате привело к существенному увеличению урожайности

The paper summarizes the results of studies on the effect of micro-fertilizer with water-soluble ferrum on the biological and economic indicators of grapevine. Foliar dressing with micro-fertilizer of Kunlean grapevine variety plants was carried out in the following vegetative stages: before flowering; the next two top-dressings – 15 days after the previous one. Foliar dressing with micro-fertilizer with water-soluble ferrum has shown its biological effectiveness, having a positive effect on the formation of berries in bunches, contributing to an increase in their mass and quantity. Significantly higher bunch weight, compared with the control, have been proven for variants with fertilizing rates of 0.6 kg/ha and 0.8 kg/ha, which resulted in a significant

насаждений до 18 %. Положительное влияние агрохимиката с водорастворимым железом сказалось также на качестве урожая, что проявилось в существенном увеличении массовой концентрации сахаров (22,4-22,8 г/100 см³) у вариантов с различными нормами подкормки по сравнению с контрольным вариантом. Эти показатели у растений сорта Кунлеань соответствовали стандартным сортовым кондициям. Тесную линейную связь между нормой расхода микроудобрения и величиной урожайности демонстрирует аппроксимация полученных экспериментальных данных, подтверждающая, что с увеличением нормы расхода микроудобрения прибавка урожая увеличивается. Положительное влияние микроудобрения с нормами расхода 0,6 и 0,8 кг/га на увеличение сахаристости сока ягод подтверждается тесной полиномиальной зависимостью между этими величинами. Применение микроудобрения не оказало существенную роль на показатели кислотности сока ягод. Рекомендуемая норма применения микроудобрения с водорастворимым железом для получения прибавки урожая с улучшенными качественными свойствами составляет 0,6 кг/га.

Ключевые слова: ВИНОГРАД, АГРОХИМИКАТ С ВОДОРАСТВОРИМЫМ ЖЕЛЕЗОМ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО УРОЖАЯ

increase in plantation yield capacity up to 18 %. The positive effect of the agrochemical with water-soluble ferrum also affected the quality of the harvest. The mass concentration of sugars increased (22.4-22.8 g/100 cm³) in variants with different fertilizer application rates compared to the control variant. These indicators in plants of Kunlean variety were standard for varietal conditions. A close linear relationship between the micro-fertilizer consumption rate and the yield capacity value is demonstrated by the approximation of the obtained experimental data, which confirms that with an increase in the micro-fertilizer consumption rate, the yield also increases. The positive effect of micro-fertilizers with consumption rates of 0.6 and 0.8 kg/ha on the increase of sugar content in berry juice is confirmed by a close polynomial relationship between these values. The use of micro-fertilizers did not have a significant role in the acidity of berry juice. The recommended rate of application of micro-fertilizer with water-soluble ferrum to obtain an increase in yield with improved quality properties is 0.6 kg/ha.

Key words: GRAPEVINE, AGROCHEMICAL WITH WATER-SOLUBLE FERRUM, BIOLOGICAL EFFICIENCY, YIELD CAPACITY, HARVEST QUALITY

Введение. Одним из важных факторов, влияющих на рост, развитие и продуктивность виноградных насаждений, является оптимизация минерального питания растений. Неблагоприятные почвенные условия как при дефиците, так и при избытке макро- и микроэлементов могут вызвать стресс у растений, что негативно скажется на росте, развитии и урожайности. Кроме того, отмечено, что минеральное питание растений является важным компонентом борьбы с болезнями [1, 2]. Минеральные питательные вещества в

растительных тканях повышают сопротивляемость к болезням за счет стимуляции роста растений. Растения при оптимальном минеральном питательном режиме имеют наибольшую устойчивость к болезням, при снижении оптимума восприимчивость увеличивается.

Помимо основных минеральных элементов питания (азот, фосфор и калий), некоторые другие элементы (магний, железо, цинк, бор и др.) также важны для растений, так как они являются активаторами многих метаболических процессов [3, 4]. Многие авторы отмечают, что дефицит питательных микроэлементов может привести к снижению продуктивности растений винограда [5-10].

Важным элементом питания является железо. Дефицит железа встречается примерно на одной трети пахотных земель мира и является серьезной проблемой виноградарства, которая напрямую влияет как на урожайность, так и на качество винограда. В частности отмечается, что недостаток железа в фазе образования и дифференциации соцветий при закладке зимующих почек отрицательно сказывается на формировании урожая в следующем году [11, 12]. Дефицит железа у винограда проявляется межжилковым хлорозом листьев на коронках побегов, при котором жилки листьев остаются зелеными, а затем появляются краевые некрозы и опадение листьев [13, 14]

Доступность питательных микроэлементов в ризосфере контролируется свойствами почвы и растений, а также взаимодействием корней, микроорганизмов и почвы [15]. Из общего количества железа в почве лишь часть доступна растению, биодоступность металла определяется не только концентрацией питательных веществ, но и многими другими факторами. Важнейшим обстоятельством, контролирующим доступность железа и других микроэлементов в почве, является pH среды. В карбонатных почвах происходит интенсивное образование малорастворимых соединений, таких как $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$, $\text{Fe}(\text{OH})_3^-$ и $\text{Fe}(\text{OH})_4^-$, что является основной причиной низкой обеспеченности железом [16, 17].

Исследователями установлено, что применение хелатных удобрений с железом при корневой подкормке является достаточно эффективным на поливных виноградниках. При возделывании на богаре целесообразно использовать некорневой способ внесения удобрений [18].

Цель исследований – установить эффективность влияния агрохимиката с водорастворимым железом на количественные показатели урожая и его качественные характеристики.

Объекты и методы исследования. Исследования осуществлялись на плодоносящих насаждениях сорта Кунлеань (*V. vinifera* × *V. amurensis*) × Карабурну) средне-позднего периода созревания. В условиях Ростовской области растения сорта Кунлеань возделываются при полукрытой и неукрытой привитой культуре, подвой – Кобер 5ББ. Форма кустов – двухсторонний кордон. Нагрузка побегами 36-40 штук на куст. Схема посадки 3х1,5 м².

Район, где проводились исследования, характеризуется недостаточным увлажнением со средней величиной гидротермического коэффициента (ГТК) в период вегетации 0,7...0,8. Почвенный покров в месте проведения исследований – черноземы обыкновенные мицеллярно-карбонатные (североприазовские). Почвы среднегумусированные, мощность гумусированного горизонта составляет до 100 см, обеспеченность почвы подвижными формами калия и азота низкая, фосфора – средняя.

Минеральное удобрение содержит водорастворимое железо в концентрации 5,7-6,0 % с рН раствора (1 %) – 7-9.

При проведении исследований использовались общепринятые в виноградарстве методы: обследование виноградных насаждений с учетом их агробиологических характеристик [19-21]; оценка продуктивности виноградных растений – по методикам и ГОСТам; статистическая обработка результатов исследований – по методике Б.А. Доспехова [22].

Метеорологические условия анализировались на основании данных, полученных сотрудниками метеопоста ВНИИВиВ – филиала ФГБНУ ФРАНЦ.

В соответствии с программой испытаний первая подкормка микроудобрением осуществлялась в фазу вегетации «до цветения», последующие 2 подкормки – через 15 дней после предыдущей. Сбор урожая и проведение соответствующих исследований по количественным и качественным характеристикам урожая осуществлялись в фазу «технической зрелости». Некорневая подкормка проводилась с помощью опрыскивания растений ручным опрыскивателем марки ОЭ-10л-Н с соблюдением следующего режима работы: до 9 часов утра или после 16 часов, при отсутствии осадков. Рабочий раствор удобрения готовили непосредственно перед выполнением подкормок в соответствии со схемой, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Нормы и сроки подкормки виноградных растений сорта Кунлеань микроудобрением с водорастворимым железом

Срок подкормки	Норма подкормки		
	0,4 кг/га	0,6 кг/га	0,8 кг/га
перед цветением	0,4 кг/га	0,6 кг/га	0,8 кг/га
через 15 дней после 1-й подкормки	0,4 кг/га	0,6 кг/га	0,8 кг/га
через 15 дней после 2-й подкормки	0,4 кг/га	0,6 кг/га	0,8 кг/га
контроль	без подкормки		

Научные исследования осуществлялись с соблюдением комплекса всех агротехнических мероприятий, способствующих максимальной продуктивности растений, включая подвязку (сухую и зеленую), обрезку, обломку, пасынкование, защитные мероприятия от болезней и вредителей, чеканку, своевременную обработку почвы и т.д.

Обсуждение результатов. Условия перезимовки были благоприятны для виноградных растений, что подтверждают агробиологические учеты: показатели развившихся глазков – до 75-80 %, коэффициенты плодоношения растений – 1,1-1,2 и плодоносности – 1,4-1,5.

Проведенные исследования показали, что подкормка растений микроудобрением с растворимым железом способствовала увеличению средней массы одной грозди в вариантах с нормами подкормки 0,6 и 0,8 кг/га, по сравнению с контрольным вариантом. Между контролем и вариантом с нормой подкормки 0,4 кг/га, а также между вариантами с нормами подкормки 0,6 и 0,8 кг/га различия по массе одной грозди незначительны (табл. 2).

Масса одной грозди в вариантах с нормами подкормки 0,6 и 0,8 кг/га значительно выше, чем в варианте 0,4 кг/га.

Таблица 2 – Влияние микроудобрения с водорастворимым железом на среднюю массу гроздей растений сорта Кунлеань

Вариант – норма расхода	Число гроздей, шт./ куст	Масса гроздей	
		кг /куст	одной грозди, г
1 – Контроль	37,5	7,7	205,3
2 – 0,4 кг/га	38,2	8,4	219,9
3 – 0,6 кг/га	37,6	9,0	239,4
4 – 0,8 кг/га	38,0	9,2	242,1
НСР ₀₅	1,4	0,8	19,3

Из результатов исследований следует, что подкормка растений микроудобрением с водорастворимым железом оказала положительное влияние на формирование ягод в грозди, способствуя увеличению их массы и количества. Существенность различий по массе ягод в грозди, по сравнению с контролем, доказана для варианта 3 с нормой подкормки 0,6 кг/га и варианта 4 (0,8 кг/га). Разница по массе ягод незначительна для контроля и варианта 2 (0,4 кг/га), а также нет значимого различия между вариантами 3 (0,6кг/га) и 4 (0,8 кг/га).

Число ягод в грозди, по сравнению с контролем, существенно выше в варианте с нормой расхода 0,8 кг/га. Различия по числу ягод в грозди между

контролем и вариантами 2 (0,4 кг/га) и 3 (0,6 кг/га), а также между вариантами 3 (0,6 кг/га) и 4 (0,8 кг/га) не доказаны.

Средняя масса одной ягоды, по сравнению с контролем, существенно выше в вариантах 2 (0,4 кг/га) и 3 (0,6 кг/га). Различия по массе ягоды не доказаны для вариантов 2 (0,4 кг/га) и 3 (0,6 кг/га), а также для вариантов 3 (0,6 кг/га) и 4 (0,8 кг/га) (табл. 3).

Таблица 3 – Формирование ягод у растений сорта Кунлеань в зависимости от подкормки микроудобрением с водорастворимым железом

Вариант/ норма расхода препарата	Число ягод в грозди, шт.	Средняя масса ягод	
		в грозди, г	одной ягоды, г
1 – Контроль	120,2	198,3	1,65
2 – 0,4 кг/га	116,3	215,5	1,85
3 – 0,6 кг/га	129,6	234,6	1,81
4 – 0,8 кг/га	138,4	237,5	1,72
НСР ₀₅	10,2	18,8	0,13

Таким образом, действие микроудобрения с водорастворимым железом положительно сказалось на процессах формирования ягод и гроздей, что привело к увеличению их массы. Вследствие этого урожайность растений с нормами подкормки 0,6 кг/га и 0,8 кг/га была существенно выше, чем в контрольном варианте (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние микроудобрения с водорастворимым железом на величину урожайности растений сорта Кунлеань

Вариант/ норма расхода препарата	Расчетная урожайность, т/га	Прибавка к контролю,	
		т/га	%
1 – Контроль (естественный фон)	15,2	-	-
2 – 0,4 кг/га	16,8	1,6	9,5
3 – 0,6 кг/га	18,0	2,8	15,6
4 – 0,8 кг/га	18,5	3,3	17,8
НСР ₀₅	1,7		

Как видно из приведенных показателей, наиболее существенное повышение урожайности (на 17,8 % по сравнению с контролем) достигается при подкормке микроудобрением с водорастворимым железом при норме расхода препарата 0,8 кг/га. Между вариантами с нормами подкормки 0,6 и 0,8 кг/га, а также между контролем и вариантом 2 (0,4 кг/га) различия по урожайности незначительны.

Исследуемое микроудобрение с водорастворимым железом способствовало накоплению растворимых сахаров в соке ягод, о чем свидетельствует существенность различий по массовой концентрации сахаров между контролем и вариантами с подкормкой. Между опытными вариантами с нормами подкормки 0,4; 0,6; 0,8 кг/га различия по сахаристости ягод не существенны (рис 1).

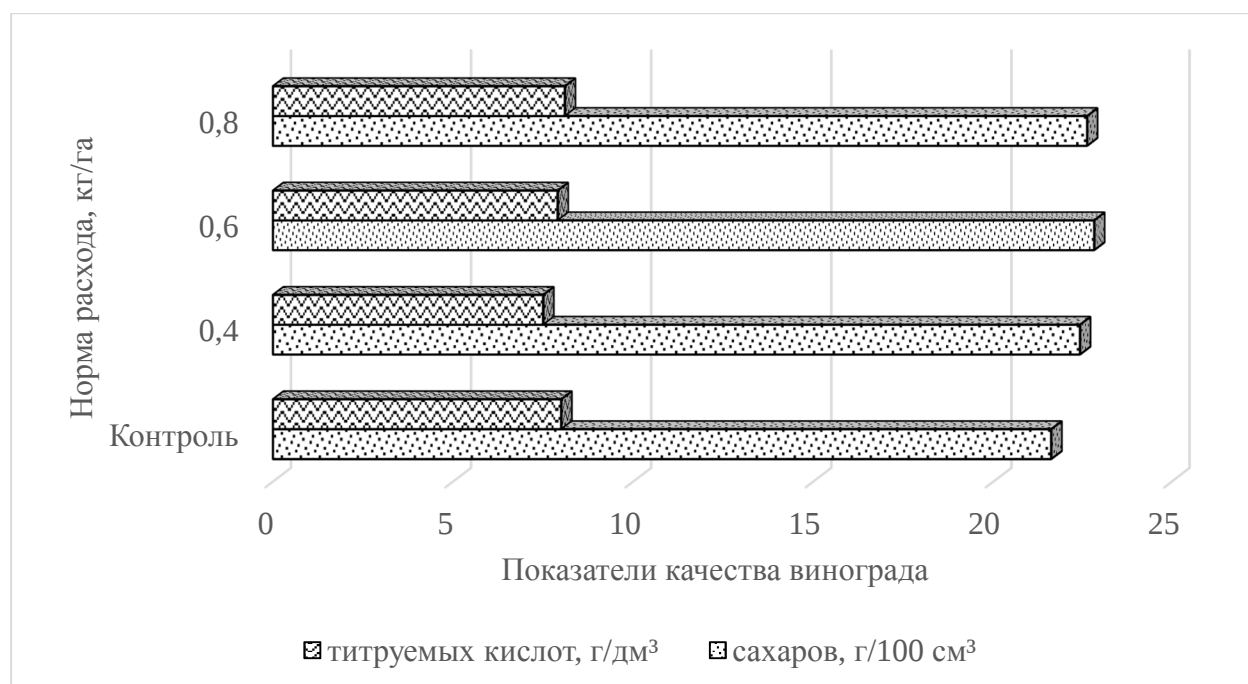


Рис. 1. Влияние некорневой подкормки микроудобрения с водорастворимым железом на качественные показатели урожая у растений винограда сорта Кунлеань

По массовой концентрации титруемых кислот нет существенной разницы между контролем и вариантами при всех нормах расхода (0,4; 0,6 и 0,8 кг/га). Существенность различий по кислотности сока ягод выявлена

только при сравнении вариантов с нормами расхода 0,4 и 0,8 кг/га. Показатели массовой концентрации сахаров и кислот как в контрольном варианте, так и при нормах подкормки 0,4; 0,6 и 0,8 кг/га соответствовали стандартным для сорта кондициям.

Аппроксимация полученных экспериментальных данных показывает тесную линейную связь между нормой расхода микроудобрения и величиной урожайности, то есть с увеличением нормы расхода микроудобрения отмечалась прибавка урожая (рис. 2).

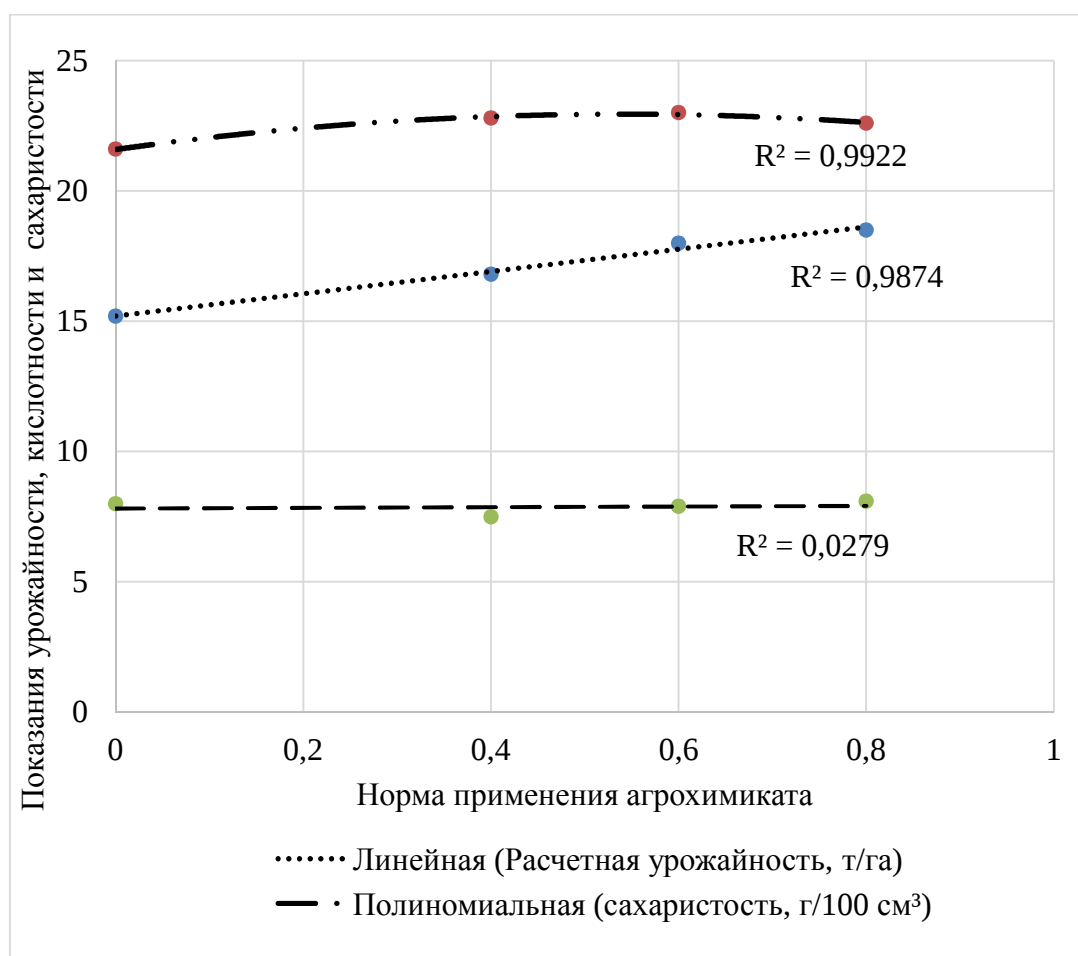


Рис. 2. Влияние агрохимиката с водорастворимым железом на урожайность винограда и его качество

Анализ влияния удобрения на сахаристость сока ягод показал тесную полиномиальную зависимость между этими величинами. Наибольший эффект отмечен при норме расхода 0,6 кг/га. Применение микроудобрения не оказало существенного влияния на показатели кислотности сока ягод.

Выводы. Приведенные экспериментальные данные показывают, что применение микроудобрения с водорастворимым железом способствовало улучшению формирования ягод, гроздей и, соответственно, урожая растений винограда сорта Кунлеань. Это проявилось в доказанном увеличении, по сравнению с контролем, следующих показателей: средней массы одной грозди в вариантах с нормами подкормки 0,6; 0,8 кг/га на 14-15 %; числа ягод в грозди на 7-13 %; массовой концентрации сахаров в ягодах на 4-5 %. Совокупность этих факторов способствовала увеличению расчетной урожайности на 2,8-3,3 т/га, что составило от 15,6 до 17,8 %.

Показатели массовой концентрации сахаров (22,4-22,8 г/100 см³) у растений сорта Кунлеань с различными нормами подкормки были выше, чем в контрольном варианте и соответствовали стандартным кондициям, характерным для сорта Кунлеань.

Для получения прибавки урожая с улучшенными качественными свойствами рекомендуемая норма применения подкормки составляет 0,6 кг/га.

Литература

1. Huber D., Volker R., Weinmann M. Relationship between Nutrition, Plant Diseases and Pests // Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (Third Edition), Academic Press, 2012, P. 283-298.
2. Zebec, V.; Lisjak, M.; Jović, J.; Kujundžić, T.; Rastija, D.; Lončarić, Z. Vineyard Fertilization Management for Iron Deficiency and Chlorosis Prevention on Carbonate Soil. *Horticulturae* 2021, 7, 285. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7090285>.
3. Bratasevec, K.; Sivilotti, P.; Vodopivec, B.M. Soil and foliar fertilization affects mineral contents in *Vitis vinifera* L. cv. Rebula leaves. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 2013, 13, 650–663.
4. Bravo S., Amoros, J., Pérez-de-los-Reyes C., Navarro F. Influence of the soil pH in the uptake and bioaccumulation of heavy metals (Fe, Zn, Cu, Pb and Mn) and other elements (Ca, K, Al, Sr and Ba) in vine leaves, Castilla-La Mancha (Spain) // *Journal of Geochemical Exploration*. 2015. 12. doi: 174. 10.1016/j.gexplo.2015.12.012.
5. Amoros J., Bravo, S., Pérez-de-los-Reyes C., Navarro F., Campos J. A. Iron uptake in vineyard soils and relationships with other elements (Zn, Mn and Ca). The case of Castilla-La Mancha, Central Spain // *Applied Geochemistry*. 2017. 88. DOI: 10.1016/j.apgeochem.2017.02.009.
6. Серпуховитина К.А., Худавердов Э.Н., Красильников А.А., Руссо Д.Э. Микроудобрения в виноградарстве. Краснодар, 2010. 193 с.
7. Чулков В.В., Привалов Д.В. Эффективность некорневой подкормки технических сортов винограда // *Виноделие и виноградарство*. 2010. № 3. С. 34-35.

8. Чаусов В.М., Скобельцын Ю.А., Скобельцын А.Ю., Чаусов А.В. Влияние поливов и минеральных удобрений на плодоносность почек винограда и число ягод в его гроздях // Виноград и вино России, 2000. № 1. С. 5-6
9. Серпуховитина К.А., Кондратьев П.Н. Микроудобрения для повышения продуктивности столового винограда. // Виноделие и виноградарство, 2009. № 4. С. 33-35
10. Перова Л.И. Лукьянов А.А., Денисова Т.А. Научно-обоснованная система применения удобрений виноградников на карбонатных черноземах Анапского района // Обеспечение устойчивого производства виноградовинодельческой отрасли на основе современных достижений науки. Анапа: ГНУ Анапская ЗОСВиВ СКЗНИИСиВ, 2010. С. 172-178.
11. Mori, S. Iron acquisition by plants. Curr. Opin. Plant Biol. 1999, 2, 250–253.
12. Li, H.; Lian, C.; Zhang, Z. Agro-biofortification of iron and zinc in edible portion of crops for the global south. Adv. Plants Agric. Res. 2017, 6, 52–54.
13. Zuo, Y.; Zhang, F. Soil and crop management strategies to prevent iron deficiency in crops. Plant Soil 2011, 339, 83–95.
14. Colombo, C.; Palumbo, G.; He, J.Z.; Pinton, R.; Cesco, S. Review on iron availability in soil: Interaction of Fe minerals, plants, and microbes. J. Soils Sediments 2014, 14, 538–548.
15. Tagliavini, M., Rombolà, A. Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems. European Journal of Agronomy. 2001. 15. 71-92. doi: 10.1016/S1161-0301(01)00125-3.
16. Ivezić, V.; Lončarić, Z.; Engler, M.; Kerovec, D.; Singh, B.R. Comparison of different extraction methods representing available and total concentrations of Cd, Cu, Fe, Mn and Zn in soil. Poljoprivreda 2013, 19, 53-58.
17. Drenjancevic, M. Grapevine Fe-chlorosis on Podunavlje vinegrowing area. Poljoprivreda 2012, 18, 67-68.
18. Yunta F., Martín I., Lucena J. J., Gárate A. Iron Chelates Supplied Foliarly Improve the Iron Translocation Rate in Tempranillo Grapevine, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2013. 44. 794-804, DOI: 10.1080/00103624.2013.748862.
19. Агротехнические исследования по созданию интенсивных виноградных насаждений на промышленной основе. Новочеркасск, 1978. 173 с.
20. Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда. Ростов-на-Дону, 1963. 151 с.
21. Методическое и аналитическое обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда / под ред. К.А. Серпуховитиной. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010. 182 с.
22. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Huber D., Volker R., Weinmann M. Relationship between Nutrition, Plant Diseases and Pests // Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (Third Edition), Academic Press, 2012, P. 283-298.
2. Zebec, V.; Lisjak, M.; Jović, J.; Kujundžić, T.; Rastija, D.; Lončarić, Z. Vineyard Fertilization Management for Iron Deficiency and Chlorosis Prevention on Carbonate Soil. Horticulturae 2021, 7, 285. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7090285>.
3. Bratasevec, K.; Sivilotti, P.; Vodopivec, B.M. Soil and foliar fertilization affects mineral contents in *Vitis vinifera* L. cv. Rebula leaves. J. Soil Sci. Plant Nutr. 2013, 13, 650-663.
4. Bravo S., Amoros, J., Pérez-de-los-Reyes C., Navarro F. Influence of the soil pH in the uptake and bioaccumulation of heavy metals (Fe, Zn, Cu, Pb and Mn) and other elements (Ca, K, Al, Sr and Ba) in vine leaves, Castilla-La Mancha (Spain) // Journal of Geochemical Exploration. 2015. 12. doi: 174. 10.1016/j.gexplo.2015.12.012.

5. Amoros J., Bravo, S., Pérez-de-los-Reyes C., Navarro F., Campos J. A. Iron uptake in vineyard soils and relationships with other elements (Zn, Mn and Ca). The case of Castilla-La Mancha, Central Spain // *Applied Geochemistry*. 2017. 88. DOI: 10.1016/j.apgeochem.2017.02.009.
6. Serpuhovitina K.A., Hudaverdov E.N., Krasil'nikov A.A., Russo D.E. Mikroutdobreniya v vinogradarstve. Krasnodar, 2010. 193 s.
7. Chulkov V. V., Privalov D. V. Effektivnost' nekornevoj podkormki tekhnicheskikh sortov vinograda // *Vinodelie i vinogradarstvo*. 2010. № 3. S. 34-35.
8. Chausov V.M., Skobel'cyn Yu.A., Skobel'cyn A.Yu., Chausov A.B. Vliyanie polivov i mineral'nyh udobrenij na plodonosnost' pochetk vinograda i chislo yagod v ego grozdnyah // *Vinograd i vino Rossii*, 2000. № 1. S. 5-6.
9. Serpuhovitina K.A., Kondrat'ev P.N. Mikroutdobreniya dlya povysheniya produktivnosti stolovogo vinograda. // *Vinodelie i vinogradarstvo*, 2009. № 4. S. 33-35.
10. Perova L.I. Luk'yanov A.A., Denisova T.A. Nauchno-obosnovannaya sistema primeneniya udobrenij vinogradnikov na karbonatnyh chernozemah Anapskogo rajona // *Obespechenie ustojchivogo proizvodstva vinogradovinodel'cheskoj otrasli na osnove sovremennyh dostizhenij nauki*. Anapa: GNU Anapskaya ZOSViV SKZNIISiV, 2010. S. 172-178.
11. Mori, S. Iron acquisition by plants. *Curr. Opin. Plant Biol.* 1999, 2, 250–253.
12. Li, H.; Lian, C.; Zhang, Z. Agro-biofortification of iron and zinc in edible portion of crops for the global south. *Adv. Plants Agric. Res.* 2017, 6, 52-54.
13. Zuo, Y.; Zhang, F. Soil and crop management strategies to prevent iron deficiency in crops. *Plant Soil* 2011, 339, 83-95.
14. Colombo, C.; Palumbo, G.; He, J.Z.; Pinton, R.; Cesco, S. Review on iron availability in soil: Interaction of Fe minerals, plants, and microbes. *J. Soils Sediments* 2014, 14, 538-548.
15. Tagliavini, M., Rombolà, A. Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems. *European Journal of Agronomy*. 2001. 15. 71-92. doi: 10.1016/S1161-0301(01)00125-3.
16. Ivezis, V.; Lončarić, Z.; Engler, M.; Kerovec, D.; Singh, B.R. Comparison of different extraction methods representing available and total concentrations of Cd, Cu, Fe, Mn and Zn in soil. *Poljoprivreda* 2013, 19, 53-58.
17. Drenjansevis, M. Grapevine Fe-chlorosis on Podunavlje vinegrowing area. *Poljoprivreda* 2012, 18, 67-68.
18. Yunta F., Martín I., Lucena J. J., Gárate A. Iron Chelates Supplied Foliarly Improve the Iron Translocation Rate in Tempranillo Grapevine, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2013. 44. 794-804, DOI: 10.1080/00103624.2013.748862.
19. Agrotekhnicheskie issledovaniya po sozdaniyu intensivnyh vinogradnyh nasazhdenij na promyshlennoj osnove. Novocherkassk, 1978. 173 s.
20. Lazarevskij M.A. Izuchenie sortov vinograda. Rostov-na-Donu, 1963. 151 s.
21. Metodicheskoe i analiticheskoe obespechenie organizacii i provedeniya issledovaniy po tekhnologii proizvodstva vinograda / pod red. K.A. Serpuhovitinoj. Krasnodar: GNU SKZNIISiV, 2010. 182 s.
22. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.