



УДК 634.84
DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-431–440

Геохимические особенности транслокации элементов в системе «почва-растение» по результатам изучения географических районов виноградарства Крыма

Лопина Е.М., Зеленская Е.Я.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: zelenskaya@bsu.edu.ru

Аннотация. По своим почвенно-климатическим условиям Крымский полуостров является уникальной географической зоной для выращивания винограда и производства определенных типов крымских вин, которые по вкусовым качествам заметно отличаются от других известных брендов. Важную роль в формировании вкусовых параметров вин играет содержание макро- и микроэлементов, которые путем транслокации могут накапливаться в виноградном растении, включая ягоды. Научной проблемой исследования является защита винной продукции от фальсификации. Установление связи между геохимическими свойствами почвы и вкусовыми качествами вина помогут выявить критерии идентификации географических районов. Целью данного исследования является обоснование предпосылок формирования специфических вкусовых качеств вин в зависимости от геохимии мест произрастания виноградной лозы. Оценка ампелопедологических условий Крымского полуострова показала, что благоприятным биогеохимическим потенциалом обладают территории Юго-Западного и Предгорного Крыма. В результате исследования впервые были получены критерии, по которым можно идентифицировать географические районы виноградарства Крымского полуострова. Для Восточного Крыма характерно повышенное содержание в почве и золе винограда Ni, а Северо-Западный Крым накапливает больше Fe и Pb. Эти критерии могут выступать индикаторами, которые характерны только для определенного географического района виноградарства Крыма.

Ключевые слова: виноградные почвы, геохимия, зола винограда, миграция элементов, Крымский полуостров.

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-35-90081.

Для цитирования: Лопина Е.М., Зеленская Е.Я. 2021. Геохимические особенности транслокации элементов в системе «почва-растение» по результатам изучения географических районов виноградарства Крыма. Региональные геосистемы, 45(3): 431–440. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-431–440

Geochemical features of the translocation of elements in the "soil-plant" system based on the results of studying the geographical regions of Crimean viticulture

Elena M. Lopina, Evgeniya Ya. Zelenskaya
Belgorod National Research University,
85 Pobedy St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: zelenskaya@bsu.edu.ru

Abstract. In terms of its soil and climatic conditions, the Crimean Peninsula is a unique geographical area for growing grapes and producing certain types of Crimean wines, which are noticeably different in



taste from other well-known brands. An important role in the formation of the taste parameters of wines is played by the content of macro- and microelements, which, by translocation, can accumulate in a grape plant, including berries. The scientific problem of the research is the protection of wine products from counterfeiting. Establishing the relationship between the geochemical properties of the soil and the taste of wine will help to identify criteria for identifying geographic areas. The purpose of this study is to substantiate the prerequisites for the formation of specific taste qualities of wines, depending on the geochemistry of the vine growing areas. An assessment of the ampelopedological conditions of the Crimean Peninsula showed that the territories of the Southwestern and Foothill Crimea have a favorable biogeochemical potential. As a result of the study, for the first time, criteria were obtained by which it is possible to identify the geographical areas of viticulture of the Crimean peninsula. The Eastern Crimea is characterized by an increased content of Ni in the soil and grape ash, and the North-Western Crimea accumulates more Fe and Pb. These criteria provide a protected geographical indication of wine products produced in Crimea.

Keywords: grape soils, geochemistry, grape ash, migration of elements, Crimean peninsula.

Acknowledgements: The reported study was funded by RFBR, project No. 19-35-90081.

For citation: Lopina E.M., Zelenskaya E.Ya. 2021. Geochemical features of the translocation of elements in the "soil-plant" system based on the results of studying the geographical regions of Crimean viticulture. *Regional Geosystems*, 45 (3): 431–440 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-431–440

Введение

Одним из главных направлений в экономике Крымского полуострова является развитие виноградской отрасли [Иванченко и др., 2014; Рыбалко, Баранова, 2018]. Государственная политика направлена на повышение качества и конкурентоспособности продукции виноградарства, а также на улучшение экологической безопасности готовой продукции [Воробьева, Павлюкова, 2017; Лисецкий и др., 2017; Мацкул, Короткова, 2019]. На качество винного материала оказывают влияние многие факторы, в том числе геоморфологические и микроклиматические особенности местности, но больше всего почвенно-экологические характеристики [Негруль, Крылатов, 1964]. Научная проблематика, основанная на установлении связи между геохимическими свойствами почвы и вкусовыми качествами вина, активно изучается в связи с разработкой методов диагностики фальсификатов [Аверьянов, Овчинников, 2018; Davari et al., 2018; Płotka-Wasyłka et al., 2018; Клименко и др., 2019]. Для Крымского региона это становится важным аспектом в той связи, что 27.12.2019 г. был принят Федеральный закон № 468-ФЗ⁶, в котором ставится задача защиты географического наименования мест производства вина. Помимо защищенного географического указания (ЗГУ) необходимо также увеличение продуктивности винодельческих предприятий. Для научного обеспечения задачи важно изучить закономерности распределения содержания макро- и микроэлементов в экологической системе «почва – виноградное растение» [Кириллук, 2006]. Сведения о путях миграции элементов от почвы к растению помогут не только идентифицировать регион произрастания виноградника, но и оценить степень воздействия химических препаратов при обработке виноградных почв для дальнейшего их рационального использования и получения экологически чистой продукции.

⁶ О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации: Федеральный закон от 27.12.2019 № 468-ФЗ. Электронный ресурс. СПС «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_341772/ (дата обращения: 11.04.2021).

Объекты и методы исследования

На территории Крымского полуострова можно выделить пять основных районов, которые обладают специфическими природно-климатическими условиями: 1 – Северо-Западный Крым, 2 – Юго-Западный Крым, 3 – Предгорный Крым, 4 – Южный берег Крыма, 5 – Восточный Крым (рис. 1).

Для проведения геохимической характеристики почв и растений были исследованы территории крупных современных винодельческих предприятий: в Северо-Западном Крыму – ООО «Крымские виноградники», в Юго-Западном Крыму – ООО «Инкерманский завод марочных вин», на Южном берегу Крыма – ФГУП «ПАО «Массандра», в Восточном Крыму – частное предприятие КФХ «Диковец». В Предгорном Крыму на сегодняшний день виноделие не очень развито, но этот регион является одним из приоритетных для восстановления винодельческой отрасли⁷. В связи с этим был исследован виноградник совхоза-завода «Предгорье», который не обрабатывался с 2010 г. Для исследования были отобраны почвенные образцы в горизонте В (>75 см), а также взяты ягоды винограда с каждого района исследования. Отбор образцов почв и растений проводился в конце вегетационного периода.

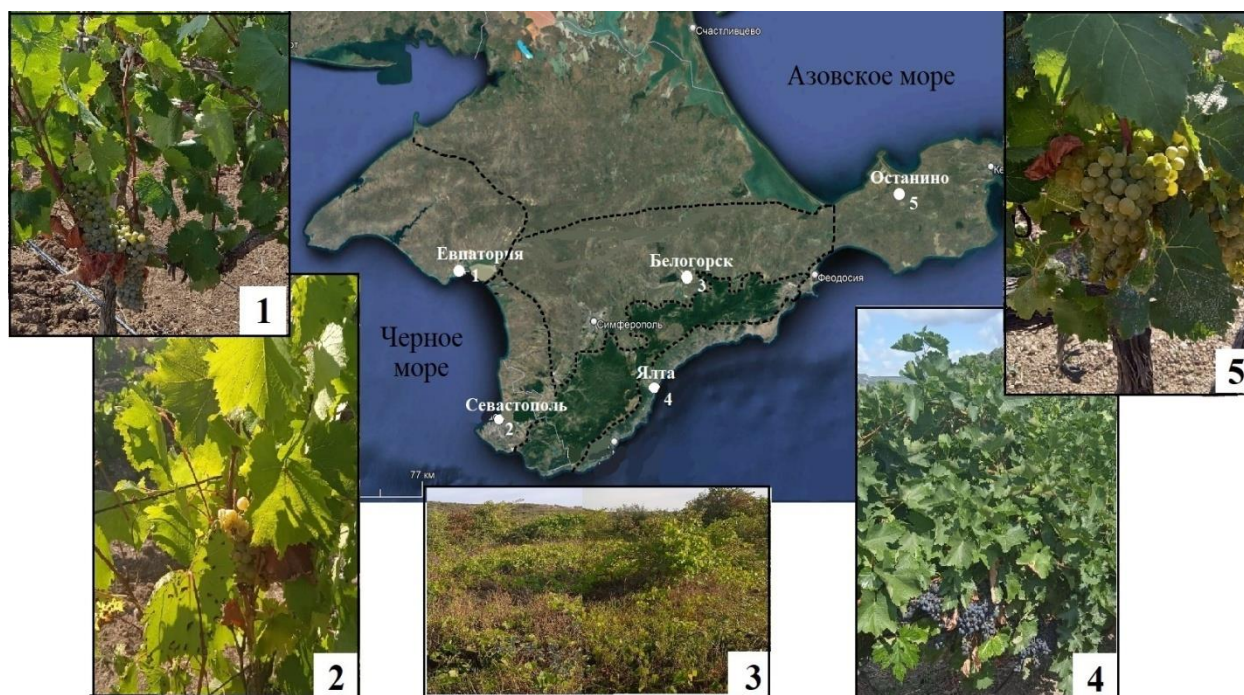


Рис. 1. Картосхема расположения точек отбора почвенных образцов и виноградников на Крымском полуострове: 1 – ООО «Крымские виноградники», 2 – ООО «Инкерманский завод марочных вин», 3 – виноградник совхоза-завода «Предгорье», 4 – ФГУП «ПАО «Массандра», 5 – частное предприятие КФХ «Диковец»

Fig. 1. Schematic map of the location of sampling points for soil samples and vineyards on the Crimean Peninsula: 1 – LLC "Crimean Vineyards", 2 – LLC "Inkerman Vintage Wine Factory", 3 – vineyard of the state farm-plant "Predgorie", 4 – FSUE PJSC "Massandra", 5 – private enterprise KFH "Dikovets"

Концентрация макро- (CaO, P₂O₅, Na₂O, MnO, K₂O, Al₂O₃, MgO, TiO₂, Fe₂O₃, SiO₂) и микроэлементов (Co, Rb, Ni, Cu, Zr, Zn, Sr, As, Ba, Pb, Cr, V) в почвах горизонта В и зольных частях виноградно-растения была определена с помощью рентгенофлуо-

⁷ Республика Крым в цифрах 2020. 2021. Статистический сборник. Симферополь, 226 с.



ресцентного анализа на приборе СПЕКТРОСКАН МАХ-GV по методике измерений массовой доли химических элементов. Для определения наиболее информативных химических элементов был рассчитан коэффициент вариации (V) по формуле:

$$V = \sigma : x_{\text{ср}} \times 100 \%,$$

где σ – дисперсия выборки, $x_{\text{ср}}$ – среднее значение выборки.

Результаты и их обсуждение

Для выявления закономерностей распределения химических элементов в виноградном растении были исследованы почвенные образцы в пяти разных агроклиматических районах, взятые на глубине > 75 см (см. таблицу).

Содержание химических элементов в почве (горизонт В) виноградников Крымского полуострова
The content of chemical elements in the soil (horizon В) of the vineyards of the Crimean Peninsula

Химические элементы	Ед. измерения	Районы исследования					V, %
		1	2	3	4	5	
Глубина	см	>75	>110	>75	>100	>75	
CaO	%	7,95	14,03	14,31	6,49	3,59	51
P ₂ O ₅		0,13	0,28	0,28	0,22	0,11	41
Na ₂ O		0,97	1,34	1,11	2,14	0,99	37
K ₂ O		1,73	1,82	1,53	2,95	1,33	34
Al ₂ O ₃		11,45	10,16	9,20	18,39	9,83	32
MgO		1,77	1,30	1,07	1,93	1,12	27
TiO ₂		0,78	0,62	0,52	0,47	0,84	24
Fe ₂ O ₃		5,04	3,98	3,78	5,26	3,21	20
SiO ₂		51,59	44,22	41,58	47,29	40,51	10
Co		мг/кг	9,05	1,82	0,68	13,51	14,63
Rb	88,28		64,83	57,38	140,48	68,91	40
Ni	53,33		42,52	34,54	77,56	53,03	33
Cu	27,73		52,14	56,20	45,58	31,14	30
Zr	276,44		199,59	151,24	209,37	320,00	29
MnO	0,12		0,12	0,06	0,13	0,13	25
Zn	81,24		87,09	103,49	120,96	62,55	24
Sr	182,75		179,22	157,16	136,57	108,14	20
As	9,09		10,97	9,11	12,28	7,42	19
Ba	543,09		393,33	332,12	432,41	490,91	19
Pb	21,82		17,03	17,02	25,10	21,60	17
Cr	93,14		91,68	67,71	109,76	103,40	17
V	100,88		80,34	66,42	96,57	89,33	16

Примечание: 1 – Северо-Западный Крым, 2 – Юго-Западный Крым, 3 – Предгорный Крым, 4 – Южный берег Крыма, 5 – Восточный Крым

Данные таблицы показывают, что наибольшие вариации концентрации макроэлементов в почвах среди отдельных регионов наблюдаются по CaO, P₂O₅, Na₂O, K₂O, среди микроэлементов – Co, Rb, Ni. Благоприятным почвенным потенциалом обладают территории Юго-Западного и Предгорного Крыма, где питательные элементы для растений (CaO, P₂O₅, K₂O, Na₂O) имеют превышение в 1,5–2 раза по отношению к другим территориям исследования. Почвы горизонта В на Южном берегу Крыма отличаются превышением по концентрации тяжелых металлов (Co, Ni, Zn, Pb, V, Cr) по сравнению с другими регионами полуострова.

Для определения концентраций химических элементов в продукции виноградарства была исследована зола, полученная из ягод винограда пяти географических районов. В качестве диагностического признака, который перспективно использовать для идентификации вина по географическим регионам, может выступать содержание тяжелых металлов, так как они являются устойчивыми и сохраняются на протяжении всего жизненного цикла винной продукции [Мартынова, 2011; Вохмянина и др., 2013; Кузьменко и др., 2013; Zelenskaya, 2020; Зеленская, 2021; Зеленская, Маринина, 2021]. Тяжелые металлы имеют способность поступать в растение через питательную среду и их накопление в почве безопасно до тех пор, пока виноград способен противостоять их транслокации через корневую систему в другие органы. Дальнейшее накопление металлов в почве приводит к их постепенной аккумуляции и может вызвать токсическое действие [Максимишина и др., 2015].

В каждом регионе исследования наблюдается более высокая концентрация строго определенных элементов. Для идентификации географических районов виноградарства были построены дендрограммы (метод Уорда, Евклидова дистанция) с использованием нормированных значений на основании макро- и микроэлементов (рис. 2).

Результаты кластерного анализа (см. рис. 2) показали, что геохимические свойства почвообразующих пород могут выступать идентификатором вкусовых свойств ягод винограда. Значительные различия между регионами исследования при условии рассмотрения Западного Крыма как целостного региона идентифицированы как по химическому составу почвообразующих пород, так и по составу золы из ягод винограда. Важно обратить внимание, что Предгорный Крым является самым самобытным районом, в котором наблюдается большая концентрация полезных для винограда элементов (K₂O = 11,1 %, CaO = 8,7 %, MgO = 1,3 %), которые способны оказать положительное влияние на качество винной продукции. Также можно отметить высокую концентрацию в ягодах винограда Rb (66,9 мг/кг), более чем в 2 раза превышающую показатели по другим районам исследования, который, как считается [Негруль, Крылатов, 1964], придает вину рубиновый окрас. Биогеохимической спецификацией Северо-Западного Крыма являются более высокие уровни аккумуляции Fe (0,57 мг/кг) и Pb (10,9 мг/кг).

Из геохимического исследования золы из ягод винограда установлено, что такие тяжелые металлы, как V, Cu, As имеют концентрацию < 0,1 %, тем самым задерживаясь в других частях винограда. Для Юго-Западного Крыма характерно повышенное содержание Zn (120,69 мг/кг), а для Восточного Крыма – Ni (8,4 мг/кг). Если рассмотреть виноградник, расположенный на Южном берегу Крыма, то следует отметить, что миграция большинства тяжелых металлов и металлоидов (Ni, Pb, V, Co и As) ограничивается корнеобитаемой зоной, за исключением Co. Это является отличительной особенностью указанной территории – чем выше концентрация Co в почвах ЮБК, тем больше этот элемент содержится в ягодах винограда.

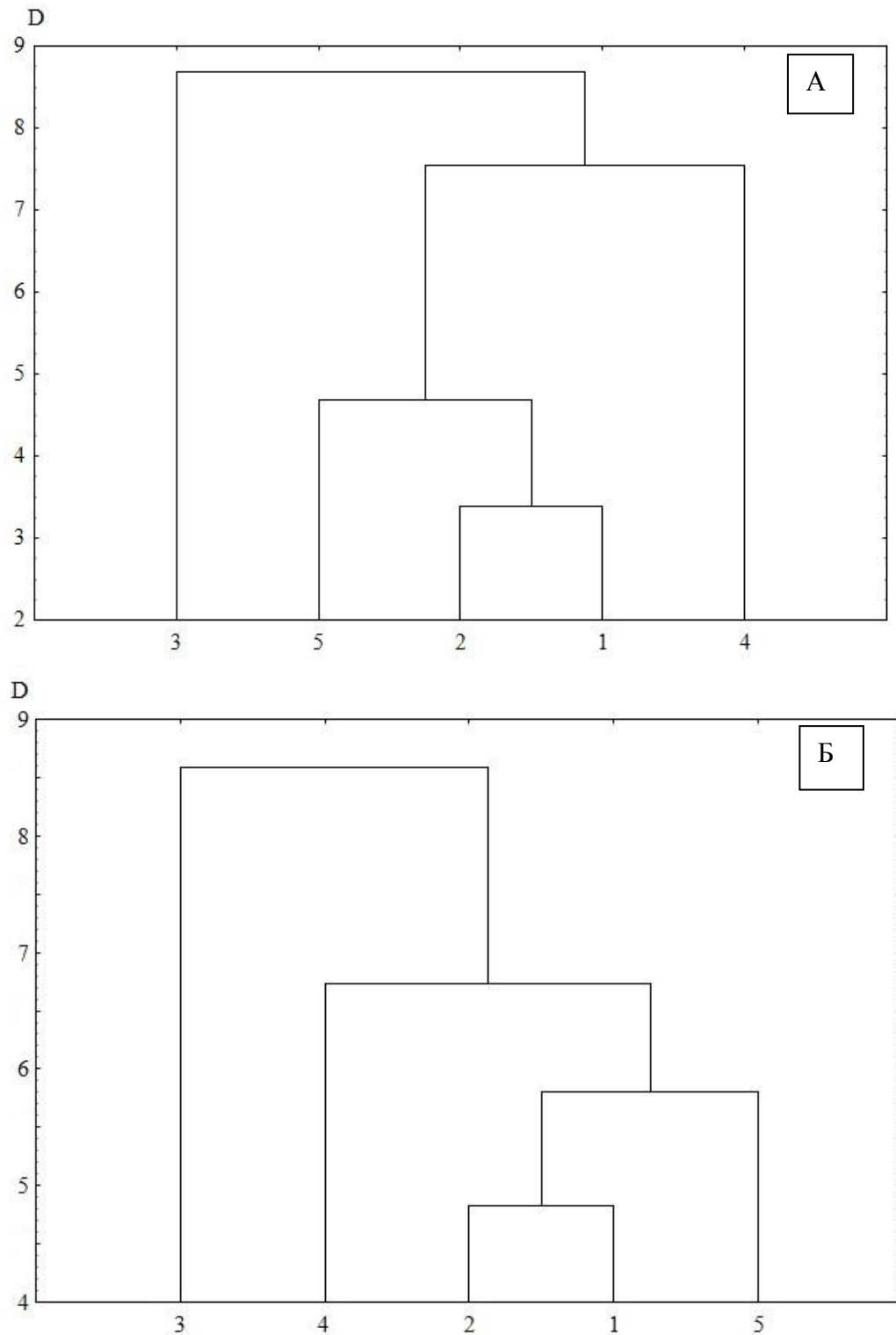


Рис. 2. Дендрограмма классификации золы из ягод винограда (А) и почвообразующих пород (Б) по совокупности 22 химических элементов: 1 – Северо-Западного Крыма, 2 – Юго-Западного Крыма, 3 – Предгорного Крыма, 4 – Южного берега Крыма, 5 – Восточного Крыма
Fig. 2. Dendrogram for the classification of ash of grapes (A) and parent rocks (Б) by a set of 22 chemical elements: 1 – North-Western Crimea, 2 – South-Western Crimea, 3 – Foothill Crimea, 4 – Southern coast of Crimea, 5 – Eastern Crimea

Заключение

Геохимический состав (богатство) почвы является одним из главных условий для полноценного развития виноградного растения. Миграция макро- и микроэлементов в системе «почва – виноградное растение» способна повлиять на вкусовые качества винодельческой продукции, в зависимости от геохимии мест произрастания виноградной лозы. Важная роль ампелопедологических исследований географических районов виноградарства проявляется в том, что, как установлено для Крымского полуострова, геохимические свойства материнских пород могут диагностировать происхождение продукции виноградарства.

Проведенная оценка ампелопедологических условий Крымского полуострова показала, что благоприятным биогеохимическим потенциалом обладают территории Юго-Западного и Предгорного Крыма, где питательные элементы (CaO, P₂O₅, K₂O, Na₂O) имеют превышение в 1,5–2 раза по сравнению с другими регионами. Самой загрязненной территорией, где превышены концентрации тяжелых металлов в почве по Co, Ni, Zn, Pb, V, Cr, была признана территория предприятия ООО «Массандра», относящаяся к Южному берегу Крыма. Во всех пяти исследуемых регионах Крымского полуострова наблюдается акропетальный характер распределения элементов.

В золе ягод винограда Предгорного Крыма наблюдалось наибольшее содержание полезных элементов (K₂O = 11,1 %, CaO = 8,7 %, MgO = 1,3 %), которые благоприятствуют высокому качеству винной продукции.

По результатам исследования были получены критерии, по которым можно идентифицировать географические районы виноградарства Крымского полуострова. Так, для Юго-Западного Крыма характерно повышенное содержание Zn, а для Восточного Крыма – Ni. В Предгорном Крыму наблюдается большая концентрация полезных для винограда элементов, а также Rb – более чем в 2 раза. Северо-Западный Крым накапливает больше Fe и Pb. Такие элементы, как V, Cu, As слабо концентрируются в ягодах (< 0,1 %), задерживаясь в других частях винограда. Эти критерии могут помочь в идентификации географической принадлежности производимой в Крыму винодельческой продукции для защиты ее от фальсификата.

Список литературы

1. Аверьянов А.А., Овчинников В.П. 2018. Тяжелые металлы в почвах виноградников департамента Атлантическая Луара (Французская Республика) и автономного территориального образования Гагаузия (Республика Молдова). В кн.: География: развитие науки и образования. LXXI Герценовские Чтения. г. Санкт-Петербург, 18–21 апреля 2018 года. Санкт-Петербург, Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена: 14–19.
2. Воробьева Т.Н., Павлюкова Т.П. 2017. Влияние способа ведения виноградного растения на пищевую безопасность столового винограда. Вестник АПК Ставрополя, 2 (26): 185–187.
3. Вохмянина А.С., Дрозд Е.Н., Выставная Ю.Ю. 2013. Тяжелые металлы в почвах виноградников: уровни содержания, процессы миграции и транслокации. В кн.: Перспективы развития территорий: территория и практика. Международная научно-практическая интернет-конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: 15–17.
4. Зеленская Е.Я. 2021. Оценка загрязнения почв тяжелыми металлами в античных и современных районах виноградарства Крыма. В кн.: Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия. XVI Международная научно-практическая конференция Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева. Курск, 28–29 апреля 2021 г. Курск, ФГБНУ «Курский ФАНЦ»: 154–157.
5. Зеленская Е.Я., Маринина О.А. 2021. Геоэкологическая оценка почв в основных районах виноградарства Крымского полуострова. Региональные геосистемы, 45 (2): 258–268. DOI:10.52575/2712-7443-2021-45-2-258-268



6. Иванченко В.И., Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Ткаченко О.В., Твардовская Л.Б. 2014. Оценка виноградарских зон Крыма по почвенным характеристикам для эффективного размещения сортов винограда. Магарач. Виноградарство и виноделие, 1: 16–18.
7. Кирилук В.П. 2006. Микроэлементы в компонентах биосферы Молдовы. Кишинев, Pontos, 156 с.
8. Клименко О.Е., Плугатарь Ю.В., Клименко Н.И., Клименко Н.Н. 2019. Влияние приемов биологизации на содержание некоторых тяжелых металлов в почве и виноградном растении. Агрохимия, 7: 83–96. DOI: 10.1134/S0002188119070056.
9. Кузьменко А.С., Кузьменко Е.И., Ткаченко Д.П. 2013. Мониторинг содержания калия, кальция, натрия, магния в системе почва – виноград – вино, в контексте формирования типичных вин северного причерноморья. Научные труды государственного научного учреждения Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства Российской Академии Сельскохозяйственных Наук, 4: 47–53.
10. Лисецкий Ф.Н., Маринина О.А., Буряк Ж.А. 2017. Геоархеологические исследования исторических ландшафтов Крыма. Воронеж, Издательский дом ВГУ, 432 с.
11. Максимышина Л.В., Заиченко Л.В., Выставная Ю.Ю., Дрозд Е.Н. 2015. Тяжелые металлы в экосистеме виноградника, винограде и экологическая безопасность винной продукции. Вісник аграрної науки Причорномор'я, 1 (2): 108–118.
12. Мартынова Н.А. 2011. Химия почв: органическое вещество почв. Иркутск, Изд-во ИГУ, 255 с.
13. Мацкул А.В., Короткова Т.Г. 2019. Экологическая безопасность винодельческой продукции в системе «Почва – Виноград – Вино». Научные труды Кубанского государственного технологического университета, 3: 853–863.
14. Негруль А.М., Крылатов А.К. 1964. Подбор земель и сортов для виноградников. М., Колос, 219 с.
15. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. 2018а. Агроэкологическое районирование Крымского полуострова для выращивания винограда. Системы контроля окружающей среды, 11: 90–94.
16. Davari S., Hosseini F., Shirkhanloo H. 2018. Dispersive solid phase microextraction based on aminefunctionalized bimodal mesoporous silica nanoparticles for separation and determination of calcium ions in chronic kidney disease. Analytical Methods in Environmental Chemistry Journal, 1 (01): 57–66. DOI: <https://doi.org/10.24200/amecj.v1.i01.37>.
17. Płotka-Wasyłka J., Frankowski M., Simeonov V., Polkowska Ż., Namieśnik J. 2018. Determination of Metals Content in Wine Samples by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry. Molecules, 23 (11): 2886. DOI: 10.3390/molecules23112886.
18. Zelenskaya E. 2020. Biogeochemical characteristics of grape growing soils and their soil-forming materials on post-ancient and modern vineyards of the Crimean Peninsula. In: Ecology, economics, education and legislation. 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. Bulgaria, 18–24 August 2020. Bulgaria, Albena, 20 (5.1): 107–113. DOI: 10.5593/sgem2020/5.1/s20.014.

References

1. Averyanov A.A., Ovchinnikov V.P. 2018. Heavy Metals in the Soils of the Vineyards of Loire Atlantic Department (French Republic) and the Autonomus Territorial Unit Gagauzia (Republic of Moldova). In: Geography: Development of Science and Education. LXXI Herzen Readings. St. Petersburg, 18–21 April 2018. St. Petersburg, Publ. Russian State Pedagogical University. A.I. Gertsen: 14–19 (in Russian).
2. Vorobieva T.N., Pavlyukova T.P. 2017. Vliyaniye spozoba vedeniya vinogradnogo rasteniya na pishchevuyu bezopasnost stolovogo vinograda [Influence of the method of management of a grape plant on the food safety of table grapes]. Vestnik APK Stavropolia, 2 (26): 185–187.
3. Vokhmyanina A.S., Drozd E.N., Exhibition Yu.Yu. 2013. Tyazhelyye metally v pochvakh vinogradnikov: urovni sodержaniya. protsessy migratsii i translokatsii [Heavy Metals in Vineyard Soils: Content Levels, Migration and Translocation Processes]. In: Prospects of Territories Development: the Theory and Practice. International scientific-practical Internet-conference of students, postgraduates and young scientists: 15–17.

4. Zelenskaya E.Ya. 2021. Otsenka zagryazneniya pochv tyazhelymi metalami v antichnykh i sovremennykh rayonakh vinogradarstva Kryma [Assessment of soil pollution by heavy metals in ancient and modern regions of the Crimean viticulture]. In: Agroekologicheskiye problemy pochvovedeniya i zemledeliya [Agroecological problems of soil science and agriculture]. XVI International Scientific and Practical Conference of the Kursk Branch of the Moscow Society of Soil Scientists named after V.V. Dokuchaev. Kursk, 28–29 April 2021. Kursk, Publ. FGBNU "Kurskiy FANTs": 154–157.
5. Zelenskaya E.Ya., Marinina O.A. 2021. Geoecological assessment of soils in the main areas of viticulture of the Crimean Peninsula. *Regional Geosystems*, 45 (2): 258–268. DOI:10.52575/2712-7443-2021-45-2-258-268 (in Russian).
6. Ivanchenko V.I., Rybalko E.A., Baranova N.V., Tkachenko O.V., Tvardovskaya L.B. 2014. The Crimean Viticulture Area Rating According to Soil Properties for Effective Placement of Grape Varieties. *Magarach. Viticulture and Winemaking*, 1: 16–18 (in Russian).
7. Kirilyuk V.P. 2006. Mikroelementy v komponentakh biosfery Moldovy [Trace elements in the components of the biosphere of Moldova]. Kishinev, Publ. Pontos, 156 p.
8. Klimenko O.E., Plugatar Yu. V., Klimenko N.I., Klimenko N.N. Impact of Biologizatio on Content of Some Heavy Metals in Soil and Grape Plant. *Agrochemistry*, 7: 83–96. DOI: 10.1134/S0002188119070056 (in Russian).
9. Kuz'menko A., Kuz'menko E., Tkachenko D. 2013. Monitoring of Potassium, Calcium, Sodium, Magnesium in the Soil-Grape-Wine in the Context of the Formation of Typical Wines of the Northern Black Sea. *Nauchnyye trudy gosudarstvennogo nauchnogo uchrezhdeniya Severo-Kavkazskogo zonalnogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva i vinogradarstva Rossiyskoy Akademii Selskokhozyaystvennykh Nauk*, 4: 47–53 (in Russian).
10. Lisetskii F.N., Marinina O.A., Buryak Zh.A. 2017. A geoarchaeological survey of the historical landscapes of Crimea. Voronezh, VSU Publishing House, 432 p. (in Russian).
11. Maksimishina O., Zaichenko L., Vystavna Y., Drozd O. 2015. Trace metals in vineyards environment, vine varieties and ecological safety of wine. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 1 (2): 108–118.
12. Martynova N.A. 2011. Khimiya pochv: organicheskoye veshchestvo pochv [Soil chemistry: soil organic matter]. Irkutsk, Publ. IGU, 255 p.
13. Matskul A.V., Korotkova T.G. 2019. Environmental safety of wine products in the system «Soil-Grape-Wine». *Scientific works of the Kuban State Technological University*, 3: 853–863 (in Russian).
14. Negrul A.M., Krylatov A.K. 1964. Podbor zemel i sortov dlya vinogradnikov [Selection of lands and varieties for vineyards]. Moscow, Publ. Kolos, 219 p.
15. Rybalko E.A., Baranova N.V. 2018a. Agroecological Regionalization of the Crimean Peninsula for Grapes Cultivation. *Environmental control systems*, 11: 90–94 (in Russian).
19. Davari S., Hosseini F., Shirkhanloo H. 2018. Dispersive solid phase microextraction based on aminefunctionalized bimodal mesoporous silica nanoparticles for separation and determination of calcium ions in chronic kidney disease. *Analytical Methods in Environmental Chemistry Journal*, 1 (01): 57–66. DOI: <https://doi.org/10.24200/amecj.v1.i01.37>.
16. Płotka-Wasyłka J., Frankowski M., Simeonov V., Polkowska Ż., Namieśnik J. 2018. Determination of Metals Content in Wine Samples by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry. *Molecules*, 23 (11): 2886. DOI: 10.3390/molecules23112886.
17. Zelenskaya E. 2020. Biogeochemical characteristics of grape growing soils and their soil-forming materials on post-ancient and modern vineyards of the Crimean Peninsula. In: Ecology, economics, education and legislation. 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. Bulgaria, 18–24 August 2020. Bulgaria, Albena, 20 (5.1): 107–113. DOI: 10.5593/sgem2020/5.1/s20.014.

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Лопина Елена Михайловна, кандидат географических наук, доцент кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

Зеленская Евгения Яковлевна, аспирант кафедры природопользования и земельного кадастра Института наук о Земле Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elena M. Lopina, candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Geography, geo-ecology and life safety of the Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Evgeniya Ya. Zelenskaya, post-graduate student of the Department of nature management and land cadastre of the Institute of Earth Sciences Belgorod National Research University, Belgorod, Russia