

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.70.015>

Лисецкий Ф.Н.

ORCID: 0000-0001-9019-4387, профессор, доктор географических наук,

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта № 5.4711.2017/6.7 в рамках Госзадания НИУ "БелГУ" на 2017-2019 гг.

## ДИАГНОСТИКА РЕЛИКТОВ ДРЕВНЕЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПО ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СТАРОЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВ

*Аннотация*

Используя потенциал междисциплинарного подхода, интегрирующего возможности археологии и наук о Земле, представлены результаты исследования залежи на месте античных многолетних насаждений (виноградников и садов) в Северо-Западном Крыму. Установлено, что плантажированная почва в античном винограднике отличается от целинной почвы большей степенью обогащения карбонатами кальция, что оказывало благоприятное действие на качество производимого вина. Наибольшие отличия древнего плантажированного горизонта от горизонта-аналога у целинной почвы установлены по диагностике продолжающегося процесса выноса оксидов Ca, Na, Mg, а также по более низкому содержанию макроэлементов (Fe, Al, Si, K, Mn), питательных элементов растений (Ni, Zn, Mn, Pb, Cu, Co) и микроэлементов. Несущественные различия между целинной и древнеземледельческой почвами отмечены по гумусированности и таким химическим показателям, как реакция почвенного раствора, содержание титана, калия, мышьяка, а также фосфора (валового и подвижных форм). Постагрогенная трансформация турбированных (в результате плантажа) горизонтов почвы длительное время сохраняется в особенностях ее твердой фазы, что позволило определить реликтовые признаки агрогенной трансформации почвы под влиянием многолетних насаждений в античный период (остаточная карбонатность, повышенная доля гуминов, более грубый гранулометрический состав, более низкий уровень качества почвы).

**Ключевые слова:** залежи, античное земледелие, многолетние насаждения, геохимия почв, Крым.

Lisetskii F.N.

ORCID: 0000-0001-9019-4387, Professor, PhD in Geography

Belgorod State National Research University

The research was supported by the project No. 5.4711.2017 / 6.7 within the framework of the State University "BelSU" for 2017-2019

## DIAGNOSTICS OF RELICS OF ANCIENT-AGRICULTURAL LOADS ON GEOCHEMICAL TRANSFORMATION OF LONG-FALLOW SOILS

*Abstract*

Using the potential of an interdisciplinary approach, which integrates the possibilities of archeology and geoscience, the results of a study of the deposit in place of ancient perennial plantations (vineyards and gardens) in the North-Western Crimea are presented. It is established that the planted soil in the ancient vineyard differs from the virgin soil with a greater degree of enrichment with calcium carbonates, which had a favorable effect on the quality of the wine produced. The greatest differences between the ancient planted horizon and the horizon-analogue in virgin soil are established by the diagnosis of the continuous process of removal of oxides of Ca, Na, Mg, and also by the lower content of macroelements (Fe, Al, Si, K, Mn), plant nutrients (Ni, Zn, Mn, Pb, Cu, Co) and microelements. The insignificant differences between virgin and ancient soils are noted for their humus content and chemical characteristics, such as the reaction of the soil solution, the content of titanium, potassium, arsenic, and also phosphorus (gross and mobile forms). The post-agrogenic transformation of the horizons of the turbines (as a result of plantation) for a long time is preserved in the features of its solid phase, which made it possible to determine relict signs of agrogenic transformation of the soil under the influence of perennial plantations in the ancient period (residual carbonate content, increased proportion of humins, coarser granulometric composition, lower level quality of soil).

**Keywords:** deposits, ancient agriculture, perennial plantations, geochemistry of soils, Crimea.

### Введение

Социально-экономические причины могут приводить к сокращению доли пашни и формированию залежных земель. Это также связано с возникающей необходимостью экологической реабилитации деградированных земель, перевода их под консервацию. В геоботаническом смысле залежами считают [5, С. 30] такие экосистемы, которые когда-то (более года назад) были землями, занятыми под сельскохозяйственные культуры, но были выведены из оборота и в данный момент развиваются преимущественно под действием природных процессов.

В научном отношении проблематика, связанная с изучением особенностей функционирования постагрогенных экосистем, оценкой скорости ренатурации почв и растительности, находится в фокусе внимания ученых многих стран, включая ученых России. В постантичных ландшафтах небольшие площади могут занимать ландшафты посттурбационные (т.е. сформированные на перемещенных почво-грунтах при формировании курганов и валов различного назначения) и ландшафты постселитебные (на месте мест расселения людей), а при масштабном развитии земледелия на значительных площадях – постагрогенные ландшафты. Восстановительные сукцессии почв и растительности становились объектом изучения ранее [20, С. 51]; [11, С. 217-219]. В последнее время обращено внимание на возможности предоставления постагрогенными ландшафтами потенциальных услуг экосистем (средосберегающих и средообразующих функций) при различных сценариях климатических изменений и социально-экономического развития [23, С. 2].

Особый интерес представляют территории длительного аграрного освоения, где сформировались постантичные залежи и разновременные залежи XIX-XX вв. К таким регионам относится Крым, для которого в последние десятилетия представление о масштабе хозяйственного освоения земель в античную эпоху существенно изменилось

за счет использования новых методов исследований [14, С. 81-92]. В условиях Крыма относительно большие площади залежей помимо социально-экономических проблем обусловлены еще одной существенной причиной – на каменистых почвах (а это каждый третий гектар земель) ниже уровень плодородия почв и хуже их технологические свойства, что приводит к росту затрат на производство единицы продукции [21, С. 1327].

### **Объекты и методы**

Помимо хорошо известных районов античного виноградарства в Северном Причерноморье (Ольвия, Херсонес, Боспор) гораздо меньше данных о создании многолетних насаждений на сельской территории Северо-Западного Крыма, включенной к IV – началу III вв. до н. э. в состав Херсонесского государства [3, С. 24]. Если в Северо-Западном Крыму полеводство, направленное на выращивание зерна, было основной отраслью растениеводства, то второй по значимости культурой был виноград. Размежевание земельного массива в сельской округе Калос Лимена (Прекрасной Гавани) и создание плантажа можно синхронизировать с «Херсонесским» культурно-историческим периодом формирования этого античного центра (концом третьей четверти IV в. до н. э. – серединой II в. до н. э.), когда произошла смена культурной традиции с ионийской на дорийскую [7, С. 16]. Меньшая зависимость виноградарства (в отличие от полеводства) от аридизации климата может быть объяснением смены отраслей земледелия в отдельные эпохи. Следы древнего размежевания земель под садоводство и виноградарство обнаружены в восьми местах Северо-Западного Крыма, включая окрестности Калос Лимена [14, С. 260].

По результатам масштабных магнитных съемок в приморской зоне между бухтами Ак-Мечетской и Ветреной, в 1,2–1,3 км к северо-востоку от городища Калос Лимен (IV до н. э. – II в. н. э.) был обнаружен античный земельный массив с ясными следами организации территории под многолетние насаждения [12, С. 55] и была реконструирована система земельных наделов в округе Калос Лимена [13, С. 145]. В ландшафтном отношении территория представляет собой пологое плато (средняя крутизна 1°), возвышающееся на 7–8 м над узкой пляжной зоной южного побережья Каркинитского залива. Современная растительность в пределах земельного участка разнотравно-злаковая при участии ковыля Лессинга. Общее проективное покрытие – 95%. В наиболее хорошо сохранившейся части массива был заложен шурф (стратиграфическая траншея) с северо-востока на юго-запад общей длиной около 70 м перпендикулярно ориентации плантажных стен [13, С. 147], который был изучен нами почвенно-генетическими методами. Результаты измерений между плантажными стенами показали, что в земельном массиве были сформированы как узкие наделы (шириной 1,8 м), так и широкие наделы (шириной 10 м) [9, С. 307]. Считается [14, С. 329], что наделы предназначались под виноградники и сады, но со временем, вероятно, была выполнена частичная перепланировка под полевые культуры.

Для анализа почвенных образцов использованы общепринятые методики: углерод органический (Сорг) методом Тюрина (титриметрический вариант); групповой состав гумуса по методу Тюрина в модификации Пономаревой и Плотниковой; pH водн. потенциометрическим методом; CO<sub>2</sub> карбонатов ацидиметрическим методом; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> по Мачигину (спектрофотометр UNICO-1200, США). Окраска сухой почвы установлена по атласу цветов Манселла (Munsell Soil Color Charts, 2000).

Постагrogenная (полностью невосстанавливаемая) трансформация турбированных горизонтов почвы сохраняется в особенности ее твердой фазе длительное время и может быть диагностирована с помощью комплекса взаимно дополняющих биогеохимических индикаторов-свидетелей [22, С. 369]. Концентрацию макро- и микроэлементов в почвах определяли на вакуумном волнодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре «Спектроскан Макс-GV» в порошковых пробах по методике измерений массовой доли химических элементов. Используя ранее рассмотренный комплекс геохимических соотношений и коэффициентов [18, С. 1317, 1319]; [22, С. 369], по величинам коэффициента вариации (V, %), позволяющего сравнивать выборки из однотипных генеральных совокупностей, проведен отбор наиболее информативных биогеохимических индикаторов трансформации почв в постагrogenном режиме. Обоснование структуры расчета коэффициент накопления микроэлементов (K<sub>s</sub>) представлено ранее [22, С. 368].

Классификацию объектов проводили в программном продукте STATISTICA 10.0, используя метод многомерного кластерного анализа (алгоритм древовидной кластеризации методом Уорда в квадрате Евклидова расстояния).

### **Результаты и их обсуждение**

На приморском плато у городища Калос Лимен местные субстратно-литологические особенности корнеобитаемого слоя, выявляемые современными методами исследований, оставались абсолютно неизменными в античное время и по ним можно судить о строго очерченных рамках возможностей устойчивой и эффективной практики возделывания сельскохозяйственных культур при закладке виноградников, садов и развитии полеводства [9, С. 314]. Это отличает литогенную основу как базовый фактор от изменений климатических условий, что требовало использования адаптированной специализации растениеводства.

Почвы, которые были плантажированы в античную эпоху, по содержанию камней отнесены к слабокаменистым (доля камней составила 2,9% по массе и 4,7% по объему). По степени каменистости, которая характеризуется суммарным объемом камня (крупнее 5 см в диаметре) – 2 м<sup>3</sup>/га, почвы отнесены к малокаменистым, однако такая оценка применима только в поверхностному (0–5 см) слою старозалежной почвы. При изучении виноградников в местностях с каменистыми почвами было отмечено [1, С. 297], что наличие на поверхности скелетных обломков оказывает особенно положительное действие, так как каменистая мульча накапливает солнечное тепло и, отражая его, облужает виноградные ягоды.

Античные виноградары у Калос Лимена путем выборки верхнего слоя скалы формировали корытообразную траншею, которую заполняли рыхлыми почво-грунтами. Поэтому между плантажными стенами в профиле почв имеется щебенчатый слой на глубине 31–43 (до 57) см с диаметром камней от 3 до 13 см. Следует отметить, что, разрушая скалу и формируя плантажные стенки, для виноградарей было важно оставлять под рядки виноградного растения умеренное количество камней в корнеобитаемом слое. По современным шкалам оценки качества почв по количеству скелета [6, С. 229] принято, что такие группы почв как скелетные и каменистые (>90 и 70–90% скелета от объема) имеют плодородие по винограду – 20–50%, а щебнисто-каменистые почвы (50–70% скелета от объема) характеризуются снижением продуктивности на 30–50%. Весь профиль постагrogenной почвы в результате

механических турбаций отличается от целинной почвы превышением доли фракции > 0,05 мм (на 4,1%), прежде всего, за счет большого содержания в гор. АВ среднего и крупного песка – более чем в 2 раза. У целинной почвы только слой от 84 до 102 см имеет значительную каменность и по содержанию частиц больше 3 мм – 33,6% он относится к сильноскелетным. Именно на этот слой природной концентрации грубоскелетного материала и были направлены основные усилия античных виноградарей по созданию оптимального корнеобитаемого слоя при закладке виноградника. Как мы видим по вышеприведенным данным, античным виноградарям, применявшим плантажную подготовку почвы, удавалось достичь определенного оптимума по каменности в корнеобитаемом слое.

Почва в античных земельных наделах определена нами как турбозем постагрогенный карбонатный среднесуглинистый. Среднее содержание гумуса составляет 2,8%. С помощью педохронологического метода датирования определено начало процесса ренатурации почвы – не позже середины IV в. до н. э. Так как процесс почвообразования протекал непрерывно от времени агротурбаций как в агроценозе, так и в залежи, то полученная датировка отражает время создания многолетних насаждений в системе размежевания земель. Из этого следует, что система размежевания земель и создание многолетних насаждений у Калос Лимена приходится на начало «Херсонесского» периода развития дорийской Прекрасной Гавани (конец третьей четверти IV в. до н. э. [7, С. 16]).

Для выявления различий отдельных горизонтов (и слоев) почв в ненарушенном профиле и в результате древней плантажной обработки были выполнены отборы почвенных образцов (табл. 1) по пяти генетическим горизонтам целинной почвы (разр. 6, № 61–65), а также для постантичной залежи в двух вариантах: 1) по тем горизонтам, которые сформировались к настоящему времени (№ 51–55); 2) по тем глубинам отбора, которые полностью соответствуют ненарушенному профилю в целинных условиях (слоям-аналогам) (№ 56–59). Используя данные по второму варианту, можно с определенной степенью объективности реконструировать результаты агротурбаций исходной почвы в земельных наделах античного времени при проведении плантажной обработки.

Таблица 1 – Схема отбора почвенных образцов на постантичной залежи (разр. 5) и на целине (разр. 6)

Целина (разр. 6)		Залежь (разр. 5)		Залежь (слои-аналоги целине)	
№ образца	Горизонт, глубина, см	№ образца	Горизонт, глубина, см	№ образца	Горизонт, глубина, см
61	A, 4–19	51	A, 0–24	56	4–19
62	AB1, 19–32,5	52	AB1, 24–36	57	19–32,5
63	AB2, 32,5–52	53	AB2, 36–63	58	32,5–52
64	BC, 52–84	54	BC, 63–84	59	52–84
65	C, 84–102	55	C, 84–99	по № 65	C, 84–102

Несмотря на длительный период залежи постагрогенная почва содержит ясные свидетельства агротурбаций. Сравнение по тем же генетическим горизонтам постагрогенной и целинной почв (табл. 2) показывает, что в результате агротурбаций наиболее значительно изменился карбонатный профиль почвы: это отражается в более высоком содержании оксида кальция (по результатам валового анализа почв) и ассоциированного с кальцием стронция, а также карбонатов кальция (по ацидиметрическому методу). В плантажированной почве средневзвешенное содержание карбонатов кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) в метровом слое больше, чем у целинной почвы на 9,6%, достигая 46%. По содержанию оксида кремния и семи микроэлементов, напротив, отмечается существенное обеднение постагрогенной почвы по сравнению с целинной.

Таблица 2 – Наиболее существенные различия между генетическими горизонтами постагрогенной и целинной почв

Элемент	Единица измерения	Номера сравниваемых слоев почв*					Среднее
		51–61	52–62	53–63	54–64	55–65	
Sr	мг/кг	-0,81	14,93	46,57	167,11	223,50	90,26
CaO	%	4,97	10,88	13,31	22,00	21,76	14,58
$\text{CaCO}_3$	%	3,62	11,75	13,75	14,87	11,75	11,15
MgO	%	0,51	0,61	1,15	1,79	2,49	1,31
$\text{Na}_2\text{O}$	%	0,62	0,47	1,11	1,75	1,68	1,12
Pb	мг/кг	2,35	2,59	-6,76	-7,99	-4,40	-2,84
Zn	мг/кг	1,27	-2,86	-9,84	-2,34	-3,76	-3,51
Co	мг/кг	-3,27	-4,94	-5,01	-4,97	-6,53	-4,94
Ni	мг/кг	-3,87	-9,81	-12,40	-13,78	-10,88	-10,15
Cr	мг/кг	-4,05	-8,10	-8,48	-14,95	-21,34	-11,38
$\text{SiO}_2$	%	-2,27	-9,11	-10,75	-18,48	-24,08	-12,94
Cu	мг/кг	-7,17	-13,68	-15,77	-18,91	-15,99	-14,30
Rb	мг/кг	-5,20	-14,03	-17,91	-25,17	-20,20	-16,50
V	мг/кг	-6,95	-19,69	-20,50	-29,58	-25,91	-20,53
Ba	мг/кг	-9,96	-44,88	-120,2	79,85	-26,33	-24,31
Zr	мг/кг	-55,63	-49,48	-101,7	-122,6	-145,3	-94,93

Примечание: \* Нумерация образцов согласно табл. 1.

Для корректного сопоставления трансформации почвенного профиля в результате плантажа был выполнен отбор образцов в пяти слоях, которые по глубине соответствовали генетическим горизонтам, сформированным в целинной

почве на протяжении голоцена (табл. 3). Сравняя сопоставимые по мощности профили почв, установлено, что плантажированная почва отличается от целинной почвы большей степенью обогащения карбонатами кальция (на 20,8 отн. %) при сходном содержании органического углерода. В практике виноградарства хорошо известно благоприятное действие извести, объясняемое прямой и косвенной ролью кальция при образовании сахара, фиксации углекислоты и развитии ароматических веществ [1, С. 297].

Таблица 3 – Наиболее существенные различия между сопоставимыми слоями почвы постагрогенной и целинной

Элемент	Единица измерения	Номера сравниваемых слоев почв*					Средние по $\Delta$ , %**
		56–61	57–62	58–63	59–64	55–65	
CaO	%	4,22	11,23	12,84	18,04	21,76	66,48
MgO	%	0,23	0,61	1,30	1,27	2,49	44,68
Na <sub>2</sub> O	%	0,28	0,85	0,95	1,20	1,68	38,76
Sr	мг/кг	-26,43	26,54	36,10	101,72	223,50	29,05
CaCO <sub>3</sub>	%	3,00	9,25	10,50	11,00	11,75	25,04
Zn	мг/кг	-0,48	-4,79	-6,32	-8,64	-3,76	-7,09
Ba	мг/кг	-25,64	-54,40	-80,70	7,16	-26,33	-7,69
Cr	мг/кг	-7,62	-1,70	-6,73	-13,75	-21,34	-12,87
Pb	мг/кг	-2,58	-0,31	-3,67	-5,14	-4,40	-23,70
Ni	мг/кг	-3,47	-9,31	-12,12	-12,74	-10,88	-26,45
V	мг/кг	-6,90	-16,32	-20,60	-27,53	-25,91	-27,79
Rb	мг/кг	-4,47	-14,77	-15,67	-21,65	-20,20	-29,59
Zr	мг/кг	-48,05	-71,38	-91,77	-106,07	-145,30	-36,78
SiO <sub>2</sub>	%	-3,49	-9,38	-9,13	-15,88	-24,08	-37,59
Co	мг/кг	-2,48	-3,10	-7,16	-1,59	-6,53	-41,90
Cu	мг/кг	-6,59	-13,46	-17,23	-18,45	-15,99	-68,90

Примечание: \* Нумерация образцов согласно табл. 1. \*\*  $\Delta$  – относительные (в %) отклонения значений показателей постагрогенной почвы по отношению к целинной почве.

При сравнении почв, которые испытали агрогенные изменения, с полнопрофильными (целинными) аналогами появляется возможность определить

В случае, если в современном этапе аграрного использования земель зафиксирован предшествующий этап (этапы) освоения, то контролируемый перечень микроэлементов может быть более развернутым [8, С. 34].

Замена зональной степной растительности на культурную, длительное пребывание почвы в междурядьях без развитого растительного покрова, результаты биологического выноса, плантажная обработка и «выгорание» гумуса определили такую сильную трансформацию почвенной системы, что, несмотря на действие почвосстанавливающих процессов, постагрогенная почва заметно отличается от целинного аналога (см. табл. 3) значительной потерей микроэлементов (Cu, Ni, Zn) и из числа полезных элементов – кремния (классификационное деление элементов по [2]).

В режиме ренатурации экосистемы в среднем (по сопоставимым слоям постагрогенной и целинной почвы) из числа дефицитных для залежи химических элементов произошло некоторое восстановление содержания в метровом слое Cu, Si, Ni, но дальнейшее снижение концентрации Zr, V, Cr.

Несущественные различия между целинной и древнеземледельческой почвами отмечены по гумусированности и таким химическим показателям, как величина pH, содержание титана, калия, мышьяка, а также фосфора (валовых и подвижных форм).

Кластерный анализ почвенных слоев по двум разрезам с двумя схемами отбора образцов (рис.) показал, что при рассмотрении постагрогенной почвы слои, которые формируют постагрогенный горизонт (0–36 см) и подпочвенный горизонт (63–99 см) характеризуются определенным сходством. А наибольшей самобытностью отличается горизонт 36–63 см, прежде всего, по менее активному проявлению (по сравнению с горизонтом-аналогом у целинной почвы (32,5–52 см)) процессов выноса легкорастворимых солей и катионов Ca, Na, Mg в почвенные растворы (показатели № 1–7 в табл. 4), меньшему содержанию питательных элементов растений (№ 11), микроэлементов (№ 14).

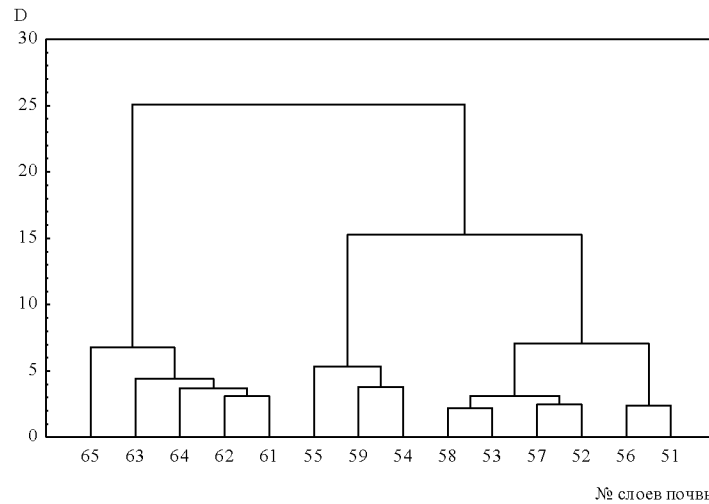


Рис. 1 – Дендрограмма кластерного анализа генетических горизонтов целинной почвы (61–65), постантичной залежи (51–55) и слоев-аналогов у залежи (56–59) по 25 химическим элементам. D – расстояние объединения

Таблица 4 – Наиболее информативные биогеохимические показатели трансформации целинной почвы при создании античного виноградника (по свойствам реликтового плантажированного горизонта)

№ п/п	Показатели	Плантаж, 36–63 см	Целина, 32–52 см	Δ, %
1	$K_{\pi} = (Na+K+Mg+Zn)/SiO_2$	3,49	2,52	72,29
2	$(K+Na)/Al$	0,71	0,50	69,54
3	$(Ca+Sr+Mg+Na)/Ti$	866,87	524,45	60,50
4	$Na/K$	2,99	1,68	56,19
5	$(Ca+Na+Mg+K)/Al$	6,28	3,17	50,53
6	$(Al+Ca+Na+K)/Zr$	0,26	0,12	44,50
7	$(Mg+Ca+Na+K)/(Si+Ti+Al+Fe)$	1,45	0,64	43,69
8	$Ca/Zr$	0,19	0,07	37,60
9	$(Mn+Fe+Ni+Cu+Zn)/Al$	14,45	17,18	-18,84
10	$Zr/Ti$	438,72	518,71	-18,23
11	$SQ = (B_1 \cdot B_2 \cdot \dots \cdot B_6)^{1/6}$ где $B_1 \dots B_6$ – Ni; Zn; Mn; Pb; Cu; Co	5,33	6,80	-27,63
12	$\Sigma(Cr, Cu, Pb, Co, Ni, V, Ba)$	571,92	761,05	-33,07
13	$Ba/Sr$	1,35	2,08	-54,01
14	Коэффициент накопления микроэлементов ( $K_s$ )	1,49	2,63	-76,54

Путем сравнения содержания микроэлементов в виноградном растении и в постагрогенной почве установлено, что в данных почвенных условиях дефицит таких микроэлементов, как Cu, Zn, Ni, V, обусловлен биологическим поглощением в период возделывания винограда.

Закономерности, которые установлены по данным табл. 3 и 4, обобщенно отражают существенное снижение потенциального плодородия почвы в результате агротурбаций, что наиболее отчетливо проявляется с глубины 30–40 см. При этом важно отметить, что влияние земледелия могло проявиться в почвах по-разному в различных климатических обстановках. По нашим данным, в гор. АВ постагрогенной почвы, где находятся более древние формы гумуса, по невысокой доле гуминовых кислот ( $C_{гк}$ ) в общей величине органического углерода (12–13%) диагностируются признаки более аридной обстановки в прошлом (такой период проявился в 250–320 гг. до н. э. [9, С. 132]).

#### Заключение

Агротехнические особенности формирования корнеобитаемого слоя при закладке виноградника в IV в. до н. э. сохранились в наиболее неизменном виде в слое от 32 до 102 см, который обобщенно (путем расчета среднегеометрического значения по 14 показателям) имеет на 20% более низкую оценку качества почвы по сравнению с целинным аналогом. Это позволяет по информативным биогеохимическим индикаторам агрогенеза проводить диагностику наличия и суммарной интенсивности земледельческих нагрузок в сельских округах античных поселений.

К реликтовым признакам агрогенной трансформации почвенной системы под влиянием многолетних насаждений в античный период можно отнести остаточную карбонатность, повышенную долю гуминов, более грубый гранулометрический состав, более низкий уровень качества почвы.

Трансформация почв под влиянием виноградного растения продолжалась и после прекращения ухода за виноградником (предположительно в конце 70-х – начале 60-х гг. III в. до н. э.). В режиме залежи ренатурация почв

проходила как при усиливающемся влиянии степной растительности, со временем все более близкой к сообществам коренного облика (разнотравно-ковыльно-типчаковой ассоциации), так и при снижающемся участии виноградных растений, которые при забросе насаждения вырождались постепенно (десятилетия в зависимости от возраста виноградных кустов к моменту прекращения ухода за ними).

Результаты изучения особенностей агротехнологии закладки многолетних насаждений и возможности выявления реликтовых признаков агрогенеза в почвах древнеземледельческих районов, используя возможности естественнонаучных методов и, прежде всего, генетического почвоведения, как это показано для округа одного из античных поселений Северо-Западного Крыма, указывают на перспективность развешивания геoaрхеологических исследований в других центрах античного мира.

#### Список литературы / References

1. Акимцев В. В. Почвы и качество вин / В. В. Акимцев // Почвоведение. – 1950. – № 5. – С. 296–302.
2. Битюцкий Н. П. Микроэлементы высших растений / Н. П. Битюцкий. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. гос. ун-та, 2011. – 368 с.
3. Винокуров Н. И. Природные условия развития виноградарства и виноделия в Северном Причерноморье / Н. И. Винокуров. – Симферополь–Керчь, 2004. – С. 62–89.
4. Китов М. В. Изменения площадей залежных земель на европейской территории России за период 1990-2013 гг. / М. В. Китов, А. Н. Цапков // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2015. – Т. 32. – № 15 (212). – С. 163–171.
5. Котляков В. М. Изменение природной среды России в XX веке / В. М. Котляков, Д. И. Люри. – М. 2012. – 404 с.
6. Кочкин М. А. Основы рационального использования почвенно-климатических условий в земледелии / М. А. Кочкин, В. И. Важов, В. Ф. Иванов и др. – М.: Колос, 1972. – 304 с.
7. Кутайсов В. А. Калос Лимен – крупнейший античный центр Тарханкутского полуострова / В. А. Кутайсов // Античные памятники Тарханкута. Альбом-каталог музейных экспонатов из фондов ГБУРК ИАМЗ «Калос Лимен». 2015. – С. 15–19.
8. Лисецкий Ф. Н. Оценка геохимической трансформации почв во времени / Ф. Н. Лисецкий, Р. Ш. Гаджиев // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 3 (57). – Часть 3. – С. 31–35. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.055>
9. Лисецкий Ф. Н. Геоархеологические исследования исторических ландшафтов Крыма / Ф. Н. Лисецкий, О. А. Маринина, Ж. А. Буряк. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2017. – 432 с.
10. Люри Д. И. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв / Д. И. Люри, С. В. Горячкин, Н. А. Караваева и др. – М.: ГЕОС, 2010. – 416 с.
11. Приходько В. Е. Аркаим – укрепленное поселение эпохи бронзы степного Зауралья: почвенно-археологические исследования / Приходько В. Е., Иванов И. В., Зданович Д. Г. и др. ; род ред. А. Л. Александровского. – М.: ФГУП Издательский дом "Типография" Россельхозакадемии. 2014. – 264 с.
12. Смекалова Т. Н. Два новых античных виноградника в северо-западном Крыму / Т. Н. Смекалова, В. А. Кутайсов // Вестник древней истории. – 2014. – № 2. – С. 54–78.
13. Смекалова Т. Н. Новые данные о хоре Калос Лимена / Т. Н. Смекалова, В. А. Кутайсов, Р. С. Кецко // Проблемы истории, филологии, культуры. – 2015. – № 3. – С. 140–159.
14. Смекалова Т. Н. Археологический атлас Северо-Западного Крыма. Эпоха поздней бронзы. Ранний железный век. Античность / Т. Н. Смекалова, В. А. Кутайсов. – СПб.: Алтейя, 2017. – 448 с.
15. Bellin N. Abandonment of soil and water conservation structures in Mediterranean ecosystems. A case study in south east Spain / N. Bellin, B. Wesemael, A. Meerkkerk et al. // Catena. – 2009. – Vol. 76. – P. 114–121.
16. Deng Lei. Effects of age and land-use changes on soil carbon and nitrogen sequestrations following cropland abandonment on the Loess Plateau, China / Deng Lei, Wang Guo-liang, Liu Guo-bin et al. // Ecological Engineering. – 2016. – Vol. 90. – P. 105–112. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.01.086>
17. Harden C. Interrelationships between abandonment and land degradation: a case from the Ecuadorian Andes / C. Harden // Mt. Res. Dev. – 1996. – Vol. 16. – P. 274–280.
18. Kalinin P. I., Alekseev A. O. Geochemical characterization of loess-soil complexes on the Terek-Kuma Plain and the Azov-Kuban' Lowland / P. I. Kalinin, A. O. Alekseev // Eurasian Soil Science. – 2011. Vol. 44. No 12. – P. 1315–1332.
19. Kalinina O. Self-restoration of post-agrogenic chernozems of Russia: Soil development, carbon stocks, and dynamics of carbon pools / O. Kalinina, S. E. Krause, S. V. Goryachkin et al. // Geoderma. – 2011. – Vol. 162. – No 1–2. – P. 196–206.
20. Lisetskii F. N. Autogenic succession of steppe vegetation in postantique landscapes / F. N. Lisetskii // Russian Journal of Ecology. – 1998. – Vol. 29. – No 4. – P. 217–219.
21. Lisetskii F. N. A new approach to dating the fallow lands in old-cultivated areas of the steppe zone / F. N. Lisetskii, O. A. Marinina, D. G. Jakuschenko // Research Journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences. – 2014. – Vol. 5. – No 6. – P. 1325–1330.
22. Lisetskii F. N. Biogeochemical features of fallow lands in the steppe zone / F. N. Lisetskii, T. N. Smekalova, O. A. Marinina // Contemporary Problems of Ecology. – 2016. – Vol. 9. – No 3. – P. 366–375. <http://dx.doi.org/10.1134/S1995425516030094>
23. Meyfroidt P. Drivers, Constraints and Trade-Offs Associated with Recultivating Abandoned Cropland in Russia, Ukraine and Kazakhstan / P. Meyfroidt, F. Schierhorn, A. V., Prishchepov et al. // Global Environmental Change. – 2016. – Vol. 37. – P. 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.01.003>
24. Peco B. Effects of grazing abandonment on soil multifunctionality: The role of plant functional traits / B. Peco, E. Navarro, C. P. Carmona et al. // Agriculture Ecosystems & Environment. – 2017. – Vol. 249. – P. 215–225. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.08.013>

25. Ruecker G. Natural regeneration of degraded soils and site changes on abandoned agricultural terraces in Mediterranean Spain / G. Ruecker, P. Schad, M. M. Alcubilla et al. // *Land Degrad. Dev.* – 1998. – Vol. 19. – P. 488–501.

26. Sandor J. A. Ancient agricultural terraces and soils; Edited by B. Warkentin // *Footprints in the soil: People and ideas in soil history.* – Amsterdam: Elsevier, 2006. – P. 505–534.

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Akimcev V. V. Pochvy i kachestvo vin [Soil and quality of wines] / V. V. Akimcev // *Pochvovedenie.* – 1950. – N 5. – P. 296–302. [in Russian]

2. Bityuckij N. P. Mikroehlementy vysshih rastenij [Microelements of higher plants] / N. P. Bityuckij. – SPb.: Izd-vo S.-Peterb. gos. un-ta, 2011. – 368 p. [in Russian]

3. Vinokurov N. I. Prirodnye usloviya razvitiya vinogradarstva i vinodeliya v Severnom Prichernomor'e [Natural conditions for the development of viticulture and winemaking in the Northern Black Sea Region] / N. I. Vinokurov. – Simferopol'–Kerch', 2004. – P. 62–89. [in Russian]

4. Kitov M. V. Izmeneniya ploshchadej zaleznyh zemel' na evropejskoj territorii Rossii za period 1990-2013 gg. [Assessment of the area of fallow land in the Belgorod region and other regions of European Russia for the period 1990–2013] / M. V. Kitov, A. N. Capkov // *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* [Belgorod State University Scientific Bulletin: Natural sciences]. – 2015. – V. 32. – N 15 (212). – P. 163–171. [in Russian]

Kotlyakov V. M. Izmenenie prirodnoj sredy Rossii v XX veke [Changes in the natural environment of Russia in the XX century] / V. M. Kotlyakov, D. I. Lyuri. – M., 2012. – 404 p. [in Russian]

6. Kochkin M. A. Osnovy racional'nogo ispol'zovaniya pochvenno-klimaticheskikh uslovij v zemledelii [Foundations of rational use of soil-climatic conditions in agriculture] / M. A. Kochkin, V. I. Vazhov, V. F. Ivanov and others. – M.: Kolos, 1972. – 304 p. [in Russian]

7. Kutajsov V. A. Kalos Limen – krupnejshij antichnyj centr Tarhankutskogo poluostrova [Kalos Lymen – the largest ancient center of the Tarkhankut Peninsula] / V. A. Kutajsov // *Antichnye pamyatniki Tarhankuta. Al'bom-katalog muzejnyh ehksponatov iz fondov GBURK IAMZ «Kalos Limen».* 2015. – P. 15–19. [in Russian]

8. Liseckij F. N. Ocenka geohimicheskoy transformacii pochv vo vremeni [Evaluation of geochemical transformation of soils in time] / F. N. Liseckij, R. Sh. Gadzhiev // *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal* [International Scientific and Research Journal]. – 2017. – N 3 (57). – Chast' 3. – P. 31–35. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.055> [in Russian]

9. Liseckij F. N. Geoarheologicheskie issledovaniya istoricheskikh landshaftov Kryma [Geoarchaeological studies of the historical landscapes of the Crimea] / F. N. Liseckij, O. A. Marinina, Zh. A. Buryak. – Voronezh: Izdatel'skij dom VGU, 2017. – 432 p. [in Russian]

10. Lyuri D. I. Dinamika sel'skohozyajstvennyh zemel' Rossii v XX veke i postagrogennoe vosstanovlenie rastitel'nosti i pochv [Dynamics of agricultural lands in Russia in the twentieth century and the post-agrogenic restoration of vegetation and soils] / D. I. Lyuri, S. V. Goryachkin, N. A. Karavaeva and others. – M.: GEOS, 2010. – 416 p. [in Russian]

11. Prihod'ko V. E. Arkaim – ukreplennoe poselenie ehpoi bronzy stepnogo Zaural'ya: pochvenno-arheologicheskie issledovaniya [Arkaim – fortified settlement of the Bronze Age of the steppe Zauralye: soil-archaeological studies] / Prihod'ko V. E., Ivanov I. V., Zdanovich D. G. and others; edited by A. L. Aleksandrovskiy. – M.: FGUP Izdatel'skij dom "Tipografiya" Rossel'hozakademii. 2014. – 264 p. [in Russian]

12. Smekalova T. N. Dva novyh antichnyh vinogradnika v severo-zapadnom Krymu [Two New Antique Vineyards in the North-Western Crimea] / T. N. Smekalova, V. A. Kutajsov // *Vestnik drevnej istorii* [Bulletin of Ancient History]. – 2014. – N 2. – P. 54–78. [in Russian]

13. Smekalova T. N. Novye dannye o hore Kalos Limena [New data on the chora Kalos Lymen] / T. N. Smekalova, V. A. Kutajsov, R. S. Kecko // *Problemy istorii, filologii, kul'tury* [Problems of History, Philology, Culture]. – 2015. – N 3. – P. 140–159. [in Russian]

14. Smekalova T.N. Arheologicheskij atlas Severo-Zapadnogo Kryma. Epoha pozdnej bronzy. Rannij zheleznyj vek. Antichnost' [Archaeological atlas of the North-Western Crimea. The era of late bronze. Early Iron Age. Antiquity] / T.N. Smekalova, V.A. Kutajsov. – SPb.: Alteja, 2017. – 448 p. [in Russian]

15. Bellin N. Abandonment of soil and water conservation structures in Mediterranean ecosystems. A case study in south east Spain / N. Bellin, B. Wesemael, A. Meerkerk et al. // *Catena.* – 2009. – Vol. 76. – P. 114–121.

16. Deng Lei. Effects of age and land-use changes on soil carbon and nitrogen sequestrations following cropland abandonment on the Loess Plateau, China / Deng Lei, Wang Guo-liang, Liu Guo-bin et al. // *Ecological Engineering.* – 2016. – Vol. 90. – P. 105–112. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.01.086>

17. Harden C. Interrelationships between abandonment and land degradation: a case from the Ecuadorian Andes / C. Harden // *Mt. Res. Dev.* – 1996. – Vol. 16. – P. 274–280.

18. Kalinin P. I., Alekseev A. O. Geochemical characterization of loess-soil complexes on the Terek-Kuma Plain and the Azov-Kuban' Lowland / P. I. Kalinin, A. O. Alekseev // *Eurasian Soil Science.* – 2011. – Vol. 44. – N 12. – P. 1315–1332.

19. Kalinina O. Self-restoration of post-agrogenic chernozems of Russia: Soil development, carbon stocks, and dynamics of carbon pools / O. Kalinina, S. E. Krause, S. V. Goryachkin et al. // *Geoderma.* – 2011. – Vol. 162. – No 1–2. – P. 196–206.

20. Lisetskii F. N. Autogenic succession of steppe vegetation in postantique landscapes / F. N. Lisetskii // *Russian Journal of Ecology.* – 1998. – Vol. 29. – No 4. – P. 217–219.

21. Lisetskii F. N. A new approach to dating the fallow lands in old-cultivated areas of the steppe zone / F. N. Lisetskii, O. A. Marinina, D. G. Jakuschenko // *Research Journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences.* – 2014. – Vol. 5. – No 6. – P. 1325–1330.

22. Lisetskii F. N. Biogeochemical features of fallow lands in the steppe zone / F. N. Lisetskii, T. N. Smekalova, O. A. Marinina // *Contemporary Problems of Ecology.* – 2016. – Vol. 9. – No 3. – P. 366–375. <http://dx.doi.org/10.1134/S1995425516030094>

23. Meyfroidt P. Drivers, Constraints and Trade-Offs Associated with Recultivating Abandoned Cropland in Russia, Ukraine and Kazakhstan / P. Meyfroidt, F. Schierhorn, A. V., Prishchepov et al. // *Global Environmental Change*. – 2016. – Vol. 37. – P. 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.01.003>.
24. Peco B. Effects of grazing abandonment on soil multifunctionality: The role of plant functional traits / B. Peco, E. Navarro, C. P. Carmona et al. // *Agriculture Ecosystems & Environment*. – 2017. – Vol. 249. – P. 215–225. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.08.013>
25. Ruecker G. Natural regeneration of degraded soils and site changes on abandoned agricultural terraces in Mediterranean Spain / G. Ruecker, P. Schad, M. M. Alcubilla et al. // *Land Degrad. Dev.* – 1998. – Vol. 19. – P. 488–501.
26. Sandor J. A. Ancient agricultural terraces and soils ; edited by B. Warkentin // *Footprints in the soil: People and ideas in soil history*. – Amsterdam: Elsevier, 2006. – P. 505–534.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.70.012>

Рабинович Г.Ю.<sup>1</sup>, Смирнова Ю.Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Доктор биологических наук, профессор,

<sup>2</sup>Кандидат биологических наук,

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель»

## УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОПРЕПАРАТА ЖФБ

*Аннотация*

Морковь – одна из распространенных овощных культур. Применение минеральных удобрений в сочетании с биосредствами обеспечивает рост её урожайности и получение качественной экологически безопасной продукции. Во ВНИИМЗ разработана ферментационно-экстракционная технология получения жидкофазного биопрепарата ЖФБ, характеризующегося наличием высокого титра различных групп микроорганизмов, физиологически активных веществ, метаболитов микроорганизмов и элементов питания. Действие ЖФБ основано на стимулировании процессов роста и развития растений. Приведены результаты исследований внесения биопрепарата ЖФБ на посевах моркови, выращиваемой на торфяной почве в среднем за 2015-16 гг. В опыте исследовались три концентрации рабочих растворов биопрепарата ЖФБ (1:100; 1:300; 1:500) и три нормы его внесения (300, 500 и 1000 л/га). Полученные данные показали, что использование биопрепарата ЖФБ при возделывании моркови на торфяной почве целесообразно. Предложена оптимальная норма внесения ЖФБ – 300 л/га в разбавлении 1:300. Прирост урожайности относительно контроля по общему весу составил 19,4%, по массе товарных корнеплодов 14,4%. Также отмечали снижение содержания нитратов и повышение сухого вещества в корнеплодах, что в целом свидетельствовало об улучшении качественных характеристик товарной продукции моркови.

**Ключевые слова:** морковь, биопрепарат ЖФБ, урожайность, нитраты, сухое вещество.

Rabinovich G. Yu.<sup>1</sup>, Smirnova Yu. D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PhD in Biology, Professor,

<sup>2</sup>PhD in Biology,

FSBSI All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands

## CARROT YIELD AND QUALITY WHEN APPLYING JFB BIOPREPARATION

*Abstract*

Carrot is one of the most widespread vegetable crops. The application of mineral fertilizers in combination with bioagents ensures the increase of its yield and the production of qualitative environmentally safe products. The scientists of ARRIRL developed a fermentation extraction technology for obtaining a liquid phase biopreparation – JFB, characterized by the presence of a high titer of various groups of microorganisms, physiologically active substances, metabolites of microorganisms and nutrients. The effect of JFB is based on stimulating the growth and development of plants. The results of research on the introduction of the biopreparation JFB on carrot crops grown on peat soil on an average for 2015-16 are presented. Three concentrations of working solutions of the biopreparation JFB (1:100, 1:300, 1:500) and three application rates (300, 500 and 1000 l/ha) are studied in the experiment. The obtained data show that the use of the biopreparation JFB in the cultivation of carrots on peat soil is advisable. The optimal rate of application JFB is 300 l/ha in dilution 1:300. The increase in yields concerning control by the total reweight was 19.4%, by weight of commercial root crops 14.4%. Also, a decrease in nitrate content and an increase in dry matter in root crops are noted, which generally indicated an improvement in the quality characteristics of commercial carrot products.

**Keywords:** carrot, biopreparation JFB, yield, nitrates, dry matter.

В России площадь возделывания моркови столовой достигает 93-95 тыс. га, а валовой сбор составляет 1,5–1,7 млн. т. Доля моркови в общем объеме производства овощей в РФ составляет 11% от площади возделывания и 7% по валовому сбору урожая овощных культур [1]. По медицинским нормам потребности в моркови на одного человека составляют 17 кг в год, это около 9% от всего объема потребности в овощной продукции [2]. Морковь столовая в среднем содержит 1,1% азотистых веществ, до 10% сахара, также в ее состав входят минеральные вещества (содержание золы – 0,7%), необходимые для организма человека: калий, железо, фосфор, магний, кобальт, медь, йод, цинк, хром, никель, фтор и др. Кроме этого, морковь богата витаминами В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР и особенно провитамином А – каротином (до 25 мг%) [3, С. 577]. Актуальность увеличения производства моркови столовой не вызывает сомнения. Одним из путей увеличения урожайности данной культуры является совершенствование технологии её возделывания. Разработаны и повсеместно применяются различные технологические процессы и технологии возделывания моркови столовой, обеспечивающие достаточно высокую урожайность культуры, достигаемую чаще всего за счёт применения