

Воробьева Е.Я., Лисецкий Ф.Н.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В ДРЕВНЕЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ РАЙОНАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

Благоприятные агроклиматические ресурсы и достаточно плодородные почвы Северо-Западного Крыма с древнейших времен привлекали людей и стимулировали их к занятию земледелием. Первая практика распашки земель в Северном Причерноморье восходит к эпохе поздней бронзы (XIII–X вв. до н.э.). Греческая колонизация региона в позднеклассическое и раннеэллинистическое время имела ярко выраженную направленность на выращивание зерновых культур.

В отличие от других районов Северного Причерноморья в Северо-Западном Крыму до сих пор сохранились обширные территории, нетронутые современной распашкой, где на поверхности хорошо заметны следы древнего землеустройства и землепользования [1]. Это делает данный регион уникальным для изучения агрогенно обусловленной трансформации почв на протяжении многих столетий.

В последнее время для изучения пространственной организации древних агроландшафтов в зоне античной государственности Северного Причерноморья открылись новые перспективы, связанные с широкой доступностью высокодетальных, разновременных, часто обновляемых данных космической съемки. Кроме того, использование междисциплинарного (геоархеологического) подхода [2] позволяют изучить уникальные (из-за многовековой длительности земледелия) эффекты изменения ресурсов почвенного плодородия в достоверно определяемых земельных наделах, имевших античную предысторию агрогенных воздействий. Для прогноза долговременных изменений почв в современных агроэкосистемах важно выявить консервативные, (часть из которых, возможно, стали необратимыми), признаки агрогенных трансформаций, сохраняющиеся в «почвенной памяти». Это позволит также корректно интерпретировать результаты пятилетних туров агроэкологического мониторинга почв, расположенных в древнеземледельческих районах.

Геоархеологические исследования систем землепользования в районах античной колонизации Северного Причерноморья ранее проводили в сельской округе Ольвии [3], на территории Крымского п-ва [4-5] и на Таманском п-ве [6]. Но исследование изменений почв и их плодородия под влиянием различных антропогенных воздействий всё ещё изучено недостаточно.

Объектами исследования послужили старопахотная почва на ближней хоре Керкинитиды (совр. Евпатория), почва на культурном слое грече-

ской усадьбы Ортли IV-III вв. до н.э. и целинная почва (в 9 км от Евпатории). Анализ валового состава твердой фазы почв выполнен с помощью прибора «СПЕКТРОСКАН МАКС-GV» методом рентгенофлуоресцентного анализа. По этим результатам опробованы 29 различных соотношений содержания элементов и геохимических показателей.

По данным таблицы содержание большинства химических элементов в гор. А целинной почвы уступает содержанию, как в старопахотной почве, так и в постселитебной почве. Это объясняется тем, что при различных видах антропогенных воздействий на почвы их геохимическое состояние усложняется по сравнению с природным почвообразованием.

Таблица – Результаты расчета геохимических коэффициентов

Геохимические коэффициенты	Почва, мощность гор. А. см		
	целинная	старопахотная	постселитебная
	0-24	0-27	0-28
Rb/Sr	0,09	0,22	0,48
Ba/Sr	0,80	0,60	3,57
(Ca+Mg)/Al	1,51	1,77	1,16
Na/K	0,99	1,29	0,98
K+Na/Al	0,32	0,35	0,31
Na/Al	0,16	0,20	0,15
Zr/Ti	247,01	129,79	338,54
Si/(Al+Mn+Fe)	3,35	3,16	3,21
Ca/Zr	0,08	0,06	0,03
Ca/Ti	20,27	7,12	12,70
Al/(Ca+Na+Mg)	0,60	0,52	0,80
(CaO+MgO + 10·P ₂ O ₅)/SiO ₂	0,39	0,45	0,30
Σ(Co,Cr,Cu,Pb,Sr)	772,05	196,22	352,95
Si+Al	57,38	15,27	51,06
Zr/(Al+Ca+Na+K)	6,07	3,71	11,79
(Ca+Na+Mg)/Al	1,67	1,97	1,31
Ca+Mg+K	13,12	4,47	8,83
Mn+Fe+Ni+Cu+Zn	156,90	93,04	185,50
(Ca+Mg+K)/Al	1,19	1,37	0,94

При сопоставлении верхних частей гумусово-аккумулятивных горизонтов старопахотной почвы (0-17 см) и постселитебной (0-21 см) по всей совокупности проанализированных на спектрометре 22-х химических элементов выявлена тесная корреляционная связь объектов ($r=0,995$). При этом связь между указанными двумя объектами нефункциональная, по уравнению регрессии постселитебная почва в среднем на 6,75% богаче химическими элементами, чем старопахотная. Ранжированный ряд превышает

ния содержания элементов в постселитебной почве по сравнению со старопахотной имеет вид: $Ba < V < Cu < Cr < Pb = Zr < Ni < Rb < Co$ и только содержание стронция, кальция и цинка заметно больше в старопахотной почве. Уже по эти результатам можно предварительно утверждать, что почва, новообразованная за 2 тыс. лет на культурном слое жизнедеятельности человека, в большей степени загрязнена тяжелыми металлами.

Если сравнивать геохимические особенности всей мощности гор. А старопахотной и постселитебной почвы (0-27 и 0-28,5 см соответственно), то их сопряжение несколько ослабевает ($r=0,985$) (прежде всего, из-за разницы в содержании стронция). Однако при этом связь между указанными двумя объектами практически функциональная. Тем не менее, в постселитебной почве, если ее сравнивать со старопахотной, отмечено значительное превышение содержания таких элементов, как Rb, Ba, V и в меньшей степени – Zr, Pb, Cu, Co. При этом в старопахотной почве сохраняется, как и при рассмотрении верхних частей гор. А, особенность, связанная с более высоким содержанием в ней Sr, Zn и Ca. Сравнение геохимических показателей показало, что у агрогенных почв $\Sigma(Ca+Mg+K)$ и Ca/Ti больше, а значение $Zr/(Al+Ca+Na+K)$ – меньше. По структуре показателей видно, что они взаимосвязаны по содержанию оксидов кальция и калия. Это объясняется тем, что старопахотная почва в большей степени окислена, с чем связано и более высокое содержание спутника кальция – стронция.

Так как природный и природно-антропогенный почвообразовательные процессы невозможно диагностировать с помощью какого-либо одного элемента, или даже их группы, то путем комплексирования поэлементных данных при расчете геохимических коэффициентов появляется возможность выявить индикаторы основных биогеохимических процессов. А различия антропогенных воздействий на почвы могут быть установлены по тем геохимическим коэффициентам, которые имеют наибольшие различия в использованном факторном ряду объектов: целинная почва – старопахотная почва – почва в режиме ренатурации. Априорно можно предположить, что почвы, испытавшие длительные агрогенные нагрузки, будут обеднены элементами биологического круговорота и определенной ассоциацией микроэлементов, притом, что некоторые опасные элементы, связанные с активизацией внутрипочвенного выветривания и многовековой агротехногенной нагрузкой (удобрения, мелиоранты и др.) могут накапливаться.

Различия почв агрогенных от постселитебных устанавливали по последовательному исключению в корреляционном поле тех показателей, которые ослабляли тесноту связи. В результате установлено, что наибольшие отличия почв агрогенных от постселитебных отмечены по таким признакам, как $\Sigma(Ca, Mg, K)$; $Zr/\Sigma(Al, Ca, Na, K)$; $\Sigma(Si, Al)$; Ca/Ti . Одним из интегральных показателей выбрана оценка качества почв по 4-м макро- и 6-ти микроэлементам, которые накапливаются в почве по отношению к породе

[7]. Расчет проводился путем вычисления среднегеометрического значения. Постселитебная почва лишь немногим уступает старопахотной почве по бонитету и качеству почв по 10-ти макро- и микроэлементам, необходимым для растений [7], но превосходит по аккумуляции микроэлементов.

Если использовать целинную почву как эталон для оценки качества (балл бонитета – 100), то оценка верхней части и всей мощности гор. А старопахотной почвы оценивается в 101 и 107 баллов, а постселитебной почвы – в 97 и 96 баллов соответственно.

Полученные результаты будут использованы для картографирования интегральных биогеохимических показателей на старо- и ново- освоенных землях, для чего в среде ArcGIS создана электронная основа, чтобы после координирования полевых геоданных с помощью GPS и аналитических работ была возможность выполнить геостатистическую визуализацию территориальных закономерностей изменения ресурсов почвенного плодородия в древнеземледельческих районах Северо-Западного Крыма.

СПИСОК ЦИТИРУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Смекалова Т.Н. Сравнение ортогональных систем размежевания земель на Европейском Боспоре и в Херсонесе (Тарханкутский полуостров) // Древности Боспора. – 2006. – № 10. –С. 389-415.
2. Lisetskii F., Stolba V., Ergina E., Rodionova M., Terekhin E. Post-agrogenic evolution of soils in ancient Greek land use areas in the Herakleian Peninsula, South-West Crimea // The Holocene. – 2013. – №4. –С. 504-514.
3. Лисецкий Ф.Н., Родионова М.Е. Изменение почв и ландшафтов древнеземледельческих районов (на примере античной Ольвии) // География и природные ресурсы. – 2012. – № 4. –С. 155-164.
4. Смекалова Т.Н., Кутайсов В.А. Два новых античных виноградника в северо-западном Крыму // Вестник древней истории. – 2014. № 2. –С. 54-78.
5. Lisetskii F., Stolba V.F., Marinina O. Indicators of agricultural soil genesis under varying conditions of land use, Steppe Crimea // Geoderma. – 2015. – V. 239-240. –P. 304-316. DOI: 10.1016/j.geoderma.2014.11.006.
6. Гарбузов Г.П., Лисецкий Ф.Н., Голеусов П.В. Древняя система землеустройства у пос. Гаркуша (Таманский п-ов) // Древности Боспора. – 2004. – Т. 7. –С. 100-116.
7. Битюцкий Н.П. Микроэлементы высших растений.–Санкт-Петербург: Изд-во С.-Петербур. гос. ун-та, 2011. –368 с.