

УДК 631.481:911.53

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВ СУХОЙ СТЕПИ В РЕЗУЛЬТАТЕ МНОГОВЕКОВЫХ АГРОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ (В ОКРЕСТНОСТЯХ АНТИЧНОЙ ОЛЬВИИ)*

© 2015 г. Ф. Н. Лисецкий, М. Е. Родионова

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 308015, Белгород, ул. Победы, 85
e-mail: liset@bsu.edu.ru

Поступила в редакцию 10.09.2013 г.

Представлены результаты изучения темно-каштановых почв, различающихся по времени и интенсивности земледелия и срокам режима залежи. Метод факторных рядов агрогенных изменений почв реализован на исследовательском полигоне в сельской округе античного полиса с многовековой историей хозяйственной активности, включая продолжительный период растениеводства в земельных наделах. Используя широкий набор агрофизических, агрохимических и геохимических показателей, выполнена оценка изменений в ряду агрогенных трансформаций почв: целина — пашня античного времени (в залежи) — перерыв в землепользовании 3–5 лет — современная пашня, входящая в ареал античного земледелия. Наиболее сильная зависимость от общей длительности аграрного воздействия установлена для таких индикаторов агрогенеза темно-каштановых почв, как содержание гумуса, общего азота и карбонатов, а также водоустойчивость агрегатов и доля копролитов в агрономически ценных фракциях. Показана генетическая связь процессов агрогенеза на разных иерархических уровнях пространственной и временной организации почвенной системы в условиях длительного и переменного по интенсивности земледелия. Временный отказ от интенсивной эксплуатации почвенных ресурсов в традиционных земледельческих практиках, регулярный запуск природных процессов воспроизводства почвенного плодородия предложено считать в качестве правильно распределенных во времени малых резонансных воздействий, направленных на реализацию механизма самоорганизации почвенной системы.

Ключевые слова: античное землепользование, почвообразование, старопахотные почвы, индикаторы агрогенеза, память почв, темно-каштановые почвы (Kastanozems).

DOI: 10.7868/S0032180X1504005X

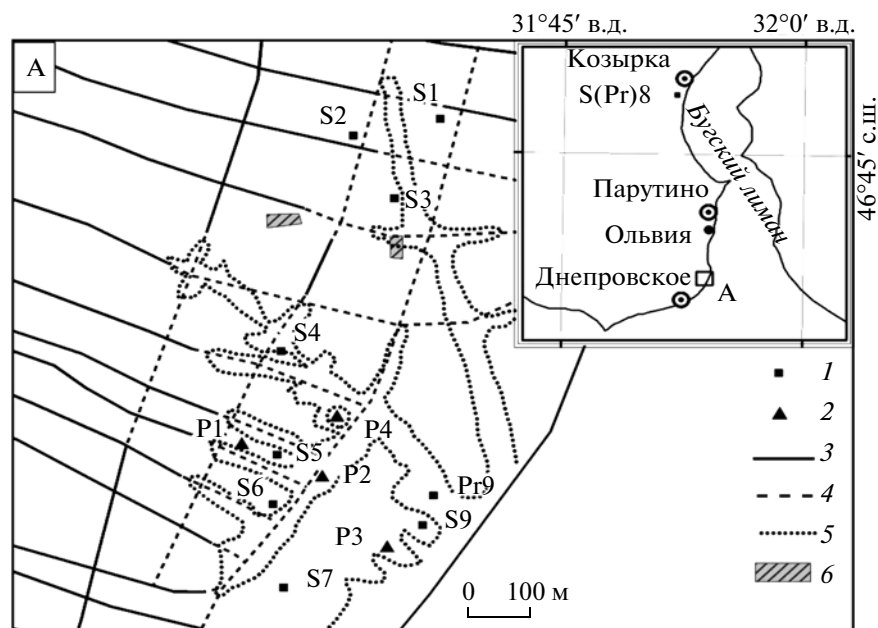
ВВЕДЕНИЕ

Почвы, которые непрерывно (или с восстановительными этапами) испытывали длительные воздействия земледелия, обладают исключительным информационным потенциалом для формирования представлений о механизмах эволюции почв. Отвечая на антропогенные нагрузки, почвенная система, как и агроландшафт в целом, обнаруживает свой природный потенциал, определенную структурно-динамическую устойчивость, цепные реакции преобразования и адаптации или разрушения [24]. В этой связи закономерен интерес к изучению полигенетичных почв, которые сформировались в агроландшафтах с длительной предысторией хозяйственной активности. В последние десятилетия открылись новые перспективы в изучении эволюционно значимых изменений вещественно-энергетической организации

почв под влиянием прежних практик землепользования. Данные дистанционного зондирования Земли позволяют обнаруживать и воссоздавать пространственно-временную картину организации староосвоенных ландшафтов [7, 29, 38, 39]. Активно развиваются геоархеологические и педоархеологические исследования историко-культурных ландшафтов [34, 35, 37, 42, 43, 45]. Исторический подход к исследованию эволюции почв [10] предполагает необходимость рассмотрения: 1) тесной связи эволюционных изменений свойств почв с использованными системами землепользования; 2) длительности использования почв. Однако аналитический обзор последних исследований [46] показал, что результаты воздействия древних систем земледелия трудно расшифровать, используя записи в почвенной системе. Это определяет актуальность дальнейшей разработки подходов, раскрывающих возможности почв как природных архивов.

Цель работы состояла в обосновании наиболее информативных индикаторов агрогенеза на ос-

* Работа выполнена в рамках выполнения базовой части государственного задания НИУ «БелГУ» по виду работ «Организация проведения научных исследований» (№ 2014/420-1).



Район полевых исследований в Нижнем Побужье (в сельской округе античной Ольвии): А – полигон исследования Крестовый овраг; 1 – места обора почвенных образцов (S№) и почвообразующих пород (Pr№); 2 – места почвенных разрезов (P№); 3 – следы античного межевания по результатам дешифрирования космических снимков; 4 – предполагаемые границы земельных наделов; 5 – современные границы эрозионных форм; 6 – фундаменты построек.

нове оценки изменений физико-химических свойств сухостепных почв в сельской округе античного полиса.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Район исследования находится на правом берегу Бугского лимана, между селами Парутино и Днепровское (Очаковский р-н Николаевской обл. Украины) (рисунок). Эта территория входила в сельскую округу Ольвии – античного полиса (VI в. до н.э. – IV в. н.э.). На основе аэрокосмического зондирования здесь выявлены геометрические фигуры, которые отражают границы древнего землеустройства для сельскохозяйственных целей. Межевание земель, масштабное проведенное в первой половине V в. до н.э., представляло собой комплекс топографических работ по фиксации на местности границ землепользований определенной площади, а также, по-видимому, правовому закреплению участков за собственником. Исследования проводили в 4,4 км к югу от Ольвии в пределах самого крупного массива межевания земель античного времени, выявленного по результатам дистанционного зондирования [33, 38].

Полигон исследования расположен в пределах Причерноморской низменности (абсолютные высоты до 50 м), в очень засушливой, умеренно жаркой агроклиматической зоне (коэффициент увлажнения 0.4). В доагрикультурный

период доминировали типчаково-ковыльные степи на темно-каштановых слабосолонцеватых почвах. В пределах агропромышленного предприятия, где расположен исследовательский полигон, доля сельскохозяйственных угодий составляет 86% от общей площади. Специализация растениеводства – зерново-виноградарская. Современные природные условия сухостепной зоны Нижнего Побужья характеризуются дефицитом влаги, неустойчивым увлажнением, как в период вегетации, так и по годам, частыми засухами и суховеями. По обобщенным палеогеографическим [9] и педохронологическим [16] данным в период античного землепользования и в последующее время биоклиматическая обстановка была относительно стабильной, но общий энергопотенциал почвообразования был на 23% ниже чем в современных условиях.

Для дешифрирования систем землеустройства в постантичных ландшафтах привлекали архивные аэрофотоснимки (АФС) и современные космические снимки (ресурсы: Google Earth, TerraLook).

В исследовании использован метод факторных рядов агрогенных изменений почв, для чего на локальном участке подобраны объекты с различной длительностью и интенсивностью хозяйственной деятельности при относительном постоянстве иных факторов почвообразования. Объекты исследования формируют ряд агрогенных трансформаций почв: целина (S8, S9) – пашня античного времени (в залежи) (S3–S6) – зале-

Период регламентированного античного земледелия по длительности сопоставим с текущим этапом аграрной истории, а вместе с первоначальным периодом – вдвое его превосходит. В это время наблюдались сходные виды деградаций: потеря питательных веществ из-за биологического выноса, минерализация гумуса и его “выгорание” при обороте пласта, деструктуризация, снижение активности мезофауны, почвоутомление, дефляция и др.

В режиме постагрогенного функционирования биогеоценоза механизм его адаптации обеспечивают положительные обратные связи, пока не будет достигнуто нулевое ускорение роста (для разных процессов в свое характерное время) и начнется стабилизация [8].

Пахотные почвы с предысторией (испытали в античности соразмерную длительность земледелия) не имеют в слое 0–20 см достоверных различий с почвами текущего (150-летнего) периода освоения, кроме того, что имеют большие значения $K_{стр}$ и доли фракций ФК1 и ГК, связанной с глинистой фракцией и устойчивыми R_2O_3 . Однако, как показано ранее [13], в старопахотных почвах обнаружено ускорение формирования гумусового горизонта и погружение карбонатно-солевых горизонтов.

Так как при изучении геосистем помимо установления генезиса и возраста важным являются и пространственно-функциональные отношения, в концептуальных разработках на передний план вышло дискретно-пульсирующее время или время функционирования [4]. Оно, если применить эти представления к обсуждаемым неоднократно сменам режимов землепользования, очень сжато и насыщено из-за происходящих переходов на многих уровнях организации, до тех пор, пока почвенная система (и геосистема в целом) не придут в новое квазистойчивое состояние. Интервал времени, который необходим для того, чтобы определенный процесс, часто индицируемый через соответствующий диагностический признак, пришел в относительное равновесие с факторами среды, называют характерным временем этого процесса. Для почвы как биокосной системы процессы с большим характерным временем можно рассматривать как накопление остаточных явлений от процессов с более коротким характерным временем [3]. В системе индикаторов агрогенной трансформации физико-химических свойств сухостепных почв можно выделить несколько иерархических уровней. В верхней части гумусово-аккумулятивного горизонта под влиянием агрогенеза реализуются быстрые и средние процессы ($T < 10$ и 10–50 лет соответственно [11]). Их в нашем исследовании диагностируют следующие индикаторы: сумма АЦФ 7–0.25 мм, $K_{стр}$, доля копролитов в АЦФ, A , W ,

pH солевой, $C : N$, $K_э$, содержание CO_2 , гумуса, ФК1, HO , N . По скорости элементарных почвенных процессов, измеряемой временем половинной реализации его потенциала при отсутствии факторов-ограничителей, выделяют [11] медленные процессы. Они проявляются во всем профиле старопахотных почв, где происходит трансформация гумусового и карбонатного профилей, ясно выражено элювиирование, утрата физической солонцеватости, усиление процесса внутрипочвенного выветривания, интеграция почвенной массы на макроструктурном уровне в сложные агрегаты при высокой микроагрегированности [13]. В основном, именно эти процессы ведут к необратимости эволюции почвы при сохранении ее устойчивого стратифицированного твердофазного каркаса [11].

ВЫВОДЫ

Степень аграрных нагрузок на темно-каштановые почвы в результате многовекового земледелия в сельской округе античного полиса (VI в. до н.э.–IV в. н.э.) наиболее информативно диагностируют 13 устойчивых индикаторов агрогенно обусловленных трансформаций (в слое 0–20 см) физических свойств (коэффициент структурности, содержание агрономически ценных фракций 0.25–7 мм и доля в них копролитов, показатель водоустойчивости фракций 0.25–7 мм, водоустойчивость агрегатов 0.5–5 мм) и химических свойств (коэффициент элювиирования, содержание OB , N , карбонатов, доля в гумусе негидролизующего остатка и ФК1, а также pH, $C : N$). В ряду агрогенных изменений почв (целина – разновременные пашни – разновременные залежи) среди этих индикаторов агрогенеза наиболее взаимообусловленными оказались показатели водоустойчивости агрономически ценных фракций, $C : N$, коэффициент элювиирования, содержание карбонатов, OB , N и ФК1.

2. Использование метода факторных рядов агрогенных изменений почв показало, что в реакции на различную длительность и интенсивность агрохозяйственных воздействий статистически недостоверными были следующие изменения: средневзвешенного диаметра водоустойчивых агрегатов, критерия водоустойчивости Вадюниной–Корчагиной, коэффициента накопления микроэлементов (Mn , Zn , Cu , Ti , Ni , Cr , V), $SiO_2 : R_2O_3$, величины pH, содержания подвижных форм P и K , соотношения C гк/С фк, доли лабильного гумуса, всех фракций гумуса (кроме ФК1). Это определяется их слабой сенсорностью, либо возможностью обратимых изменений за более короткое время, чем у устойчивых индикаторов агрогенно обусловленных трансформаций.

3. В ресурсовоспроизводящих механизмах, которые использовали древние земледельцы в последовательно совершенствуемых ими агротехнологиях, были предвосхищены принципы управления самоорганизующимися системами [8]. Сознательно повторяемый запуск природных процессов воспроизводства ресурсов почвенного плодородия предложено считать в качестве правильно распределенных во времени малых резонансных воздействий, направленных на реализацию механизма самоорганизации почвенной системы. При широком развитии почвенных деградаций в агроландшафтах важным представляется адаптировать успешные наработки прошлого, так как современной тенденцией определена [31] перспективность синтеза преимуществ традиционных методов земледелия с новациями в агроприемах, которые были разработаны для интенсивных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александровская Е.И., Александровский А.Л. Антропология и почвоведение // Почвоведение. 2005. № 7. С. 799–809.
2. Андрианов П.И. О прочности почвенного комка и методах ее определения // Почвоведение. 1947. № 2. С. 96–101.
3. Арманд А.Д., Таргульян В.О. Принцип дополнителности и характерное время в географии // Системные исследования. М.: Наука, 1974. С. 146–153.
4. Багров Н.В., Боков В.А., Черванев И.Г. Пространственно-временные отношения в самоорганизации геосистем // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2005. Вып. 1. С. 12–20.
5. Виноградов Ю.Г. Полис в Северном Причерноморье // Античная Греция. М.: Наука, 1983. Т. 1. С. 380.
6. Водяницкий Ю.Н. Нормативы содержания тяжелых металлов и металлоидов в почвах // Почвоведение. 2012. № 3. С. 368–375.
7. Гарбузов Г.П. Археологические исследования и дистанционное зондирование Земли из космоса // Российская археология. 2003. № 2. С. 45–55.
8. Голусов П.В. Самоорганизация и экологическая реабилитация антропогенно нарушенных геосистем в районах интенсивного использования земель. Автореф. дис. ... д. геогр. н. Белгород, 2012. 41 с.
9. Иванов И.В., Лисецкий Ф.Н. Связь ритмов почвообразования с периодичностью солнечной активности за последние 5 тысяч лет // Доклады АН. 1994. Т. 334. № 2. С. 230–233.
10. Караваяева Н.А., Жариков С.Н., Кончин А.Е. Пахотные почвы Нечерноземья: процессно-эволюционный подход к изучению // Почвоведение. 1985. № 11. С. 114–125.
11. Козловский Ф.И. Современные естественные и антропогенные процессы эволюции почв. М.: Наука, 1991. 196 с.
12. Крыжицкий С.Д., Буйских С.Б., Бураков А.В. и др. Сельская округа Ольвии. Киев: Наукова думка, 1989. 240 с.
13. Лисецкий Ф.Н. Агрогенная трансформация почв сухостепной зоны под влиянием античного и современного этапов землепользования // Почвоведение. 2008. № 8. С. 913–927.
14. Лисецкий Ф.Н. Почвенные катены в археологических ландшафтах // Почвоведение. 1999. № 10. С. 1213–1223.
15. Лисецкий Ф.Н. Пространственно-временная организация агроландшафтов. Белгород: Изд-во Белгор. гос. ун-та, 2000. 304 с.
16. Лисецкий Ф.Н., Голусов П.В., Челелев О.А. Развитие черноземов Днестровско-Прутского междуречья в голоцене // Почвоведение. 2013. № 5. С. 540–555. DOI: 10.7868/S0032180X13050109.
17. Лисецкий Ф.Н., Ергина Е.И. Развитие почв Крымского полуострова в позднем голоцене // Почвоведение. 2010. № 6. С. 643–657.
18. Лисецкий Ф.Н., Светличный А.А., Черный С.Г. Современные проблемы эрозиоведения / Под ред. А.А. Светличного. Белгород: Константа, 2012. 456 с.
19. Материалы для оценки земель Херсонской губернии. Т. I. Одесский уезд. Херсон, 1883. 385 с. и 132 с. прил.
20. Материалы по исследованию почв и грунтов Херсонской губернии. Одесса, 1915. Вып. 11. 75 с.
21. Медведев В.В. Структура почвы (методы, генезис, классификация, эволюция, география, мониторинг, охрана). Харьков: Изд. “13 типография”, 2008. 406 с.
22. Мейен С.В. Принципы исторических реконструкций в биологии // Системность и эволюция. М.: Наука, 1984. С. 7–32.
23. Микроэлементы в почвах Советского Союза. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1973. Вып. 1. 281 с.
24. Николаев В.А. Проблемы регионального ландшафтоведения. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. 160 с.
25. Новиков Ю.Ф., Истрати А.К. Эволюция техники земледелия и проблема эрозии. Кишинев: Штиинца, 1983. 211 с.
26. Пачоский И. Дикорастущие злаки Херсонской губернии. Херсон, 1913. 156 с.
27. Постников В.Е. Южно-русское крестьянское хозяйство. М., 1891. 392 с.
28. Почвы Крымской области. Симферополь: Крым, 1969. 88 с.
29. Смекалова Т.Н. Сравнение ортогональных систем размежевания земель на Европейском Боспоре и в Херсонесе (Тарханкутский полуостров) // Древности Боспора. 2006. Вып. 10. С. 389–415.
30. Советов А.В. О системах земледелия. М.: Книжный дом “ЛИБРИКОМ”, 2010. 192 с.
31. Федоров В.М. Биосфера—земледелие—человечество. М.: Агропромиздат, 1990. 239 с.
32. Чендев Ю.Г., Иванов И.В., Песочина Л.С. Тренды естественной эволюции черноземов Восточно-Европейской равнины // Почвоведение. 2010. № 7. С. 779–787.

33. *Шишкин К.В.* Аэрометод как источник для исторической топографии Ольвии и ее окрестностей // Советская археология. 1982. № 3. С. 235–242.
34. *Cordova C.E., Lehman P.H.* Holocene environmental change in southwestern Crimea (Ukraine) in pollen and soil records // *The Holocene*. 2005. V. 15. P. 263–277.
35. *Goodman-Elgar M.* Evaluating soil resilience in long-term cultivation: a study of pre-Columbian terraces from Paca Valley, Peru // *J. Archaeological Science*. 2008. V. 35. P. 3072–3086.
36. *Harvey D.* *Explanation in Geography*. London: Edward Arnold, 1969.
37. *Homburg J.A., Sandor J.A.* Anthropogenic effects on soil quality of ancient agricultural systems of the American Southwest // *Catena*. 2011. V. 85. № 2. P. 144–154.
38. *Karjaka A.V.* The Demarcation System of the Agricultural Environment of Olbia Pontike // *Meetings of Cultures in the Black Sea Region: Between Conflict and Coexistence* / Eds. Bilde P.G., Petersen J.H. Aarhus: University Press, 2008. P. 181–192.
39. *Lisetskii F.N., Rodionova M.E.* Soil and landscape changes in ancient agricultural areas (exemplified by antique Olbia) // *Geography and Natural Resources*. 2012. V. 33. № 4. P. 327–335. DOI: 10.1134/S1875372812040117.
40. *Liu G., Li L., Wu L. et al.* Determination of soil loss tolerance of an entisol in Southwest China // *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2009. V. 73. № 2. P. 412–417.
41. *O'Neill P.* *Arsenic* // *Heavy Metals in Soil*. London: Blackie and Son, 1990. P. 83–99.
42. *Sandor J.A.* *Ancient agricultural terraces and soils // Footprints in the Soil: People and Ideas in Soil History*. Amsterdam: Elsevier, 2006. P. 505–534.
43. *Sandor J.A., Gersper P.L., Hawley J.W.* Prehistoric agricultural terraces and soils in the Mimbres Area, New Mexico // *World Archaeology*. 1990. V. 22. P. 70–86.
44. *Shaw D.M.* *Interpretation geochimique des elements en traces dans les roches cristallines*. Paris: Masson, 1964.
45. *Surveying the Greek chora. Black Sea region in a comparative perspective* / Eds. Bilde P.G., Stolba V.F. Aarhus: University Press (Black Sea Studies, 4), 2006. 346 p.
46. *Walkington H.* Soil science applications in archaeological contexts: A review of key challenges // *Earth-Science Review*. 2010. V. 103. P. 122–134.