

УДК 631.48:631.42

Ф.Н. Лисецкий, М.Е. Замураева, М.А. Данильченко  
Белгородский государственный университет

### ТРЕНДЫ АГРОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ПРИ РАЗНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Представлены результаты изучения почв зоны лесостепи (Молдова, Россия), испытывавших длительные агрогенные воздействия (от нескольких лет и столетий до 7-8 тыс. лет). Установлены различные тренды агрогенной эволюции автоморфных почв.*

*Ключевые слова: агрогенная трансформация почв, лесостепная зона, длительность земледелия.*

**Введение.** Для новых районов сельскохозяйственного освоения, история которых обычно укладывается в первые столетия, накоплены обширные знания об изменениях почв под влиянием современных технологических приемов земледелия (машинная обработка почвы, внесение удобрений и т.п.). Представление о медленно действующих почвообразовательных процессах (с характерными временами  $>n \cdot 100-1000$  лет) можно составить, изучая почвы, которые испытали длительные агрогенные воздействия, в том числе под влиянием прежних практик землепользования. Во многих регионах процессы агрогенного почвообразования (агропедогенеза) органично связаны с эволюцией почв и почвенного покровавторой половины голоцена. Важно оценить рефлекторность различных почв, то есть, то как они могут записывать в своей «памяти» разновременные, в том числе долговременные воздействия, обусловленные их земледельческим использованием [10].

Ранее [12] показано, что значительные информационные возможности дает изучение почв длительного сельскохозяйственного использования на террасах, возраст которых в Новом Свете составляет до 2500 лет, в Западной Европе и Средиземноморье – 2000-4000 лет, а на Ближнем Востоке – до 5000 лет. Контрастирует с прошлым и нынешним опытом аграрного использования земель, в большинстве случаев приводящим к деградации почв, успешная практика длительного (более 1500 лет) землепользования в условиях террасного земледелия Анд [13].

Наиболее ранний очаг европейского земледелия, по-видимому, возник на Балканах с середины VII тыс. до н.э. Что касается Восточной Европы, то у племен, живших на территории современных Румынии и Молдовы, земледелие отмечено уже в VI тыс. до н.э. Старчево-кришская культура – раннеолитическая культура VI-V тыс. до н.э. – известна по земледельческим поселениям в Днестровско-Прутском междуречье.

В степной зоне Украины на протяжении последних 6000 лет можно выделить девять основных этапов земледельческого освоения территории, из которых античный этап имеет масштабный характер и наиболее надежную пространственную локализацию, так как с ним связано с землеустройство сельских округ древнегреческих полисов (Ольвия, Херсонес, Боспор и др.). Ранее

[5] были изучены особенности агрогенной эволюции почв сухостепной зоны в пределах сельской округи Ольвин с суммарной продолжительностью землепользования около 700 лет.

В пределах территориального ядра Древнерусского государства большие информационные возможности для изучения долговременных воздействий агрогенеза на почвы имеет ареал распространения пашенного земледелия с упряжными почвообрабатывающими орудиями. Земледельческие традиции славян, прогрессивно эволюционирующие в этой отрасли хозяйства Руси вплоть до середины XIII в., определили высокий уровень развития древнерусского земледелия [2].

**Объекты, методы, условия исследования.** На территории Северо-Молдавской лесостепной провинции (район распространения черноземов оподзоленных, выщелоченных и типичных) изучены два объекта: 1) в 2,6 км к востоку от с. Михайловка – полигенетичная почва вблизи поселения старчево-кришской культуры Михайловка VII (разр. 76); 2) в 1 км к западу от окраины г. Сынжерей – старопахотная почва вблизи многослойного памятника Сынжерей XIX (VI тыс. до н.э., разр. 72).

В пределах лесостепной части Белгородской области исследования проводили в сельскохозяйственной округе Хотмыжского городища – памятника славянской культуры роменско-борщевского типа (IX – начало X вв. и XII – сер. XIII вв.). С 1640 г., когда правобережье р. Ворскла оказалось под защитой Белгородской засечной черты, в структуре земельного фонда доля пашни стала постоянно увеличиваться. В настоящее время распаханность округи Хотмыжска составляет 36 % от общей площади и 81 % от площади сельскохозяйственных угодий. В качестве полноголоценовых аналогов привлекали данные о почвах заповедного участка государственного природного заповедника «Белогорье» «Лес на Ворскле» (Борисовский р-н) – единственного в лесостепной зоне России места, где на площади 150-160 га сохранилась дубрава в возрасте 280-300 лет. Для изучения отобрана темно-серая среднеоподзоленная почва под дубравой в квартале № 10 [7].

Отбор почвенных образцов осуществляли в прикопках, заложенных на автоморфных позициях в соответствии с методом хронорядов, выстроенных по длительности агрогенных трансформаций. Для этого были использованы разновременные планово-картографические материалы XVIII-XX вв. и космические снимки со спутника Landsat TM-5. Средствами геоинформационной системы ArcGIS 9.3 разнородные картографические материалы приводились к единой системе координат, а затем осуществлялась обработка геоданных, в результате которой были определены точки отбора почвенных образцов для формирования хронорядов агрогенных трансформаций. Полевые исследования осуществлялись осенью 2009 г. и представляли собой отбор почвенных образцов в слоях 0-20 и 20-40 см.

Аналитические работы проводили по стандартным методикам, лабильный гумус – методом М.А. Егорова, его групповой состав – методом Тюринна в модификации Пономаревой-Плотниковой, определение валового состава почв – методом рентгенфлуоресцентного анализа на спектрометре «Спектроскан МАКС-

GV».

**Результаты.** При земледельческом использовании почв оценка изменения свойств, уровня плодородия может дать неоднозначные результаты, что зависит от сбалансированности продукционного и почвообразовательного процесса. Парадокс культурного почвообразования заключается в том, что при резком увеличении интенсивности процессов биогеохимического цикла может происходить как повышение, так и понижение почвенного плодородия [8]. В автоморфных условиях часто отмечается увеличение мощности гумусового профиля как имманентного результата, отражающего специфику антропогенного почвообразования. Чаще всего происходящие под воздействием обработки почвы изменения ее климата, ускорение ряда ЭПП, связанных с метаморфизмом и миграцией вещества, не дополняются увеличением количества энергетического материала – органического вещества. В итоге агропедогенез, особенно при длительной агрокультуре, зачастую носит двойственный проградационно-деградационный характер, содержание которого этимологически отражает термин, предложенный для этого процесса, – аллопсевдоморфоз почвы [6].

Почвенные эталоны, изученные и охарактеризованные по всей совокупности физико-химических и биологических свойств [1, 4], создают информационную основу для установления уровней антропогенной трансформации ресурсов почвенного плодородия в зависимости от длительности и интенсивности сельскохозяйственного использования земель. Но и те почвы, которые в истории аграрного освоения испытали разные по длительности трансформации, занимают особое положение в почвенной таксономии и, как объекты Красной книги почв, могут выполнять важную информационную функцию по прогнозу состояния почвенных ресурсов в агроландшафтах.

Старопахотные почвы Молдовы из древнеземледельческого ареала, освоения которого началось 7-8 тыс. лет назад (табл. 1), отличаются полигенетичным характером профиля («вложенными» друг в друга горизонтами), растянутостью гумусового профиля, снижением гумусированности и доли кальция в ППК. Закономерность, связанная с равномерным характером распределения оксидов по профилю, свойственная черноземам лесостепиновых районов освоения (порядка 100 лет), в старопахотных почвах не наблюдается.

При всей специфичности пахотного горизонта весь агрогенный профиль можно рассматривать как единое генетическое образование благодаря наличию двусторонних процессных связей между пахотной и нижележащей естественными частями агрогенной почвы [3].

Сравнение обрабатываемых почв правобережья р. Ворсклы показало, что запасы гумуса в слое 0-20 см в среднем на 16 % больше, чем в слое 20-40 см, причем пахотные почвы по запасам гумуса беднее огородных на 39 относ. %. Максимальная дифференциация содержания гумуса в пахотном и подпахотном горизонтах наступает после 1000 лет обработки, но после режима залежи она достаточно быстро снижается. Используя модель деструкции органического вещества Иенни и Олсона [9], определено, что по расчетным значениям почва, находившаяся в залежи 80 лет, и огородная почва столетней обработки должны иметь примерно сопоставимые запасы гумуса. Для пахотных почв однозначная зависимость запасов гумуса от длительности их использования не наблюдается.

## 1. Изменения почв Молдовы в результате агрогенеза

Показатель	Почва								
	Чернозем типичный (разр. 76)					Чернозем обыкновенный (агрогенная проградация лесной почвы) (разр. 72)			
Горизонт	Aa'	Aa''	B1[AB]	B2[B1]	BC[B2]	A	AB	B	BC
Мощность горизонта, см	34	52	70	80	105	25	40	58	с 87
Глубина вскипания, см	28					35			
Фракция <0,01 мм	56,86	53,69	55,82	57,14	56,00	60,58	53,60	44,57	31,07
Показатель структурности А.Ф.Вадюниной	100	99	104	102	103	190	207	188	126
pH H <sub>2</sub> O	7,95	7,95	8,05	8,25	8,25	6,55	6,90	8,00	8,60
Гидр. кислот., мг экв/100 г	-	-	-	-	-	2,65	1,72	-	-
Гумус, %	3,76	3,57	2,41	1,75	1,30	4,40	3,21	1,61	0,84
CaCO <sub>3</sub> , %	0,9	1,5	7,7	9,9	8,4	0	1,3	5,1	8,9
Азот общий, %	0,252	0,204	0,149	0,090	0,069	0,264	0,193	0,107	-
C:N	8,6	10,2	9,4	11,3	10,9	9,7	9,6	8,7	-
Фосфор общий, %	0,260	0,346	0,326	0,240	0,206	-	-	-	-
Фосфор подв., мг/100 г	2,08	1,38	1,04	1,21	1,88	-	-	-	-
Обменные основания, мг экв/100 г									
Ca <sup>2+</sup>	24,98	28,73	26,78	25,24		-	-	-	-
Mg <sup>2+</sup>	4,58	2,50	2,91	2,83					
Удельная магнитная восприимчивость, n·10 <sup>-8</sup> м <sup>3</sup> кг <sup>-1</sup>	60	59	45	-	-	62	-	-	-
Геохимические коэф-ты [II]:									
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,9	4,1	3,6			3,3			
Rb/Sr	0,76	0,69	0,48	-	-	0,96	-	-	-
(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +MnO)/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,34	0,35	0,29			0,37			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(MgO+CaO+Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	2,06	1,61	0,85			2,84			

## 2. Свойства разновременных по агроному освоению черноземных почв Лесостепи (сельская округа Хотмыжского городища)

Длительность использования, лет	Глубина, см	Гумус, %	Степень подвижности		Степень гумификации		Тип гумуса		Запас гумуса, мг/га	SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
			Слаб/Собщ	уровень	Сгк/Сорг, %	уровень	Сгк/Сфк	уровень		
6*	0-20	4,77	7,10	очень слабая	8,20	очень слабая	2,4	чисто гуматный	97,3	6,9
	20-40	4,66	6,67	очень слабая	7,40	очень слабая	2,3	чисто гуматный	80,2	7,0
1100-800*	0-20	3,88	9,08	очень слабая	9,41	очень слабая	1,9	фульватно-гуматный	73,7	5,7
	20-40	2,70	6,72	очень слабая	18,00	слабая	4,2	чисто гуматный	61,6	6,3
1000-80(залежь)-8*	0-20	5,21	6,56	очень слабая	6,11	очень слабая	2,7	чисто гуматный	94,8	7,1
	20-40	4,92	6,60	очень слабая	8,06	очень слабая	2,9	чисто гуматный	85,6	7,7
100-70**	0-20	2,10	25,50	средняя	21,15	средняя	1,2	фульватно-гуматный	56,3	6,2
	20-40	1,90	15,00	слабая	23,93	средняя	1,4	фульватно-гуматный	54,0	6,0
100-70**	0-20	2,05	14,07	слабая	33,29	очень высокая	3,9	чисто гуматный	64,8	5,6
	20-40	1,74	6,35	очень слабая	43,36	высокая	8,5	чисто гуматный	50,5	4,8
200-150**	0-20	2,50	18,79	слабая	20,73	средняя	2,7	чисто гуматный	70,5	5,1
	20-40	2,05	11,46	слабая	22,60	средняя	1,9	гуматный	59,0	5,5
1100-800**	0-20	2,42	23,41	средняя	12,09	слабая	1,0	гуматно-фульватный	61,5	5,5
	20-40	1,97	15,25	слабая	27,59	средняя	2,2	чисто гуматный	57,1	5,7

\* Огородные почвы; \*\* Пахотные почвы.

Общие тренды изменения почвенных свойств в зависимости от длительности обработки отражаются в следующих особенностях. Через 10 столетий сельскохозяйственного использования черноземных почв Лесостепи содержание гумуса в слое 0-40 см и запасы гумуса уменьшаются, но степень подвижности ОБ повышается.

**Выводы.** В староосвоенных агроландшафтах при длительной

земледельческой нагрузке отмечается проградационно-деградационный характер агропедогенеза. Выявляемые морфогенетические результаты действия почвообразовательных процессов, характерные времена которых превышают порядок  $10^1$  лет, доказывают необратимость агрогенной эволюции почв даже в нормальном ряду (при минимальном влиянии денудации). Гетерохронные почвы с агрогенно обусловленной полигенетичностью занимают особое положение в почвенной таксономии и, как объекты Красной книги почв, могут выполнять важную информационную функцию по прогнозу состояния почвенных ресурсов в агроландшафтах.

**Библиографический список:** 1. База данных регионального кадастра эталонных, редких, уникальных и исчезающих почв / С.В. Лукин, Ф.Н. Лисецкий, П.В. Голушов и др. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2008620296. Зарег. в Реестре баз данных 5.08.2008 г. 2. Древняя Русь. Город, замок, село / Под редакцией Б.А. Колчина. – М.: Наука, 1985. – 432 с. 3. Караваева Н.А. Агрогенные почвы: условия среды, свойства и процессы // Почвоведение. – 2005. – №12. – С. 1518-1529. 4. Красная книга почв Белгородской области / В. Д. Соловйченко, С. В. Лукин, Ф. Н. Лисецкий, П. В. Голушов. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2007. – 139 с. 5. Лисецкий Ф.Н. Агрогенная эволюция почв сухостепной зоны под влиянием античного и современного этапов земледельческого использования // Почвоведение. – 2008. – № 8. – С. 913-927. 6. Лисецкий Ф.Н. Антропогенная эволюция почв в степной зоне Украины // Вісник Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова. Серія географічні та геологічні науки. – 2009. – Т. 14. – Вып. 7. – С. 289-295. 7. Лисецкий Ф.Н., Замураева М.Е., Половинко В.В., Данильченко М.А. Эталонные почвы в системе особо охраняемых природных территорий // Проблемы региональной экологии. – 2009. – № 1. – С. 104-110. 8. Муха В.Д. Основные характеристики культурной эволюции почв // Естественная и антропогенная эволюция почв. – 1988. – С. 100-107. 9. Смагин А.В. и др. Моделирование динамики органического вещества почв. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 120 с. 10. Pedological perspectives in archaeological research. SSSA special publication Number 44. M.E. Collins, B.J. Gladfelter, R.J. Southard, editors. Soil Science Society of America, Madison, 1995. 157 p. 11. Retallack G.J., Krull E.S., Bockheim J.G. New grounds for reassessing the paleoclimate of the Sirius Group, Antarctica // Geol. Soc. London J. 2001. – V. 158. – P. 925-935. 12. Sandor J. Steps toward soil care: ancient agricultural terraces and soils // 16<sup>th</sup> World Congress of Soil Science. Montpellier, France. – 1998. – 6 p. 13. Sandor J.A., Eash T.S. Ancient agricultural soils in the Andes of Southern Peru // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1995. – V. 59. – №1. – P. 170-179.

*Лисецкий Ф.Н., Замураева М.Е., Данильченко М.А.*

**ТРЕНДИ АГРОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ҐРУНТІВ ЛІСОСТЕПОВОЇ ЗОНИ ПРИ РІЗНІЙ ТРИВАЛОСТІ ЇХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ**

*Представлені результати вивчення ґрунтів зони лісостепу (Молдова, Росія), які зазнали тривалого агрогенного впливу (від декількох років і сторіч до 7-8 тис. років). Установлено різні тренди агрогенної еволюції аутоморфних ґрунтів.*

*Ключові слова: агрогенна трансформація ґрунтів, лісостепова зона, тривалість землеробства.*

*Lisetskii F.N., Zamuraeva M.E., Danilchenko M.A.*

**TRENDS AGROGENIC TRANSFORMATION OF SOIL STEPPE ZONE AT DIFFERENT DURATION OF THEIR AGRICULTURAL UTILIZATION**

*The results of investigation of soil zone steppe (Moldova, Russia) which have experienced prolonged exposure agrogenic (from a few years and centuries to 7-8 thousand years) are presented. Various trends agrogenic evolution for the automorphic soils were installed.*

*Keywords: agrogenic transformation of soil, forest-steppe zone, the duration of agriculture.*