

ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

УДК 631.472 : 631.485(477.7)

ЛИСЕЦКИЙ Ф. Н.

**ПРОФИЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ В ПОЧВАХ
СТЕПИ УКРАИНЫ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ
ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Изучено плодородие отдельных генетических горизонтов в профилях зональных почв степной и сухостепной зон Украины. Предложен способ оценки качества почв с учетом вклада генетических горизонтов в формирование урожая. Рассмотрены возможности использования экспериментальных оценок плодородия отдельных генетических горизонтов в решении некоторых задач эрозионной проблематики.

Со времени первых земельнооценочных работ в России как оптимальное решение определялась оценка качества почв на основе учета вклада отдельных генетических горизонтов в формирование урожая. В 1899 г. Глинка [7], критикуя В. В. Винера за то, что он ограничивался при бонитировке лишь одним почвенным горизонтом, предлагал проводить полевые опыты с участием всех горизонтов. В последующих исследованиях по оценке эффективного плодородия генетических горизонтов (слоев) почв ставились различные цели, которые можно сгруппировать следующим образом:

1. Определение влияния углубления пахотного слоя и оборота пласта различной мощности на урожайность сельскохозяйственных культур для черноземов ([14, 25, 34, 35] и др.) и других типов почв [15, 28, 32, 36 и др.].

2. Прогноз изменения продуктивности земель при планировке почв под орошение [10, 14, 40].

3. Изучение влияния карбонатов, гипса, а также доступных элементов минерального питания в подпахотных горизонтах для оценки их возможного мелиоративного воздействия на пахотный слой [11, 21, 22, 26].

4. Оценка эффективности минеральных удобрений на разных генетических горизонтах почв ([1, 33, 36] и др.).

5. Определение различий в дифференциации почвенного плодородия под отдельными агрофонами и при условии применения принципиально отличающихся способов обработки почв ([2, 8, 37] и др.).

6. Изучение динамики плодородия пахотного слоя в отдельные сезоны ([5, 6, 12, 16] и др.).

7. Прогноз влияния степени смывости почв на урожайность путем оценки плодородия соответствующих почвенных горизонтов, включенных в распашку [1, 24, 30, 39].

8. Определение оптимальной мощности и плодородия гумусового слоя при рекультивации техногенно-преобразованных почв и землевании эродированных и других малопродуктивных почв ([4, 20, 27] и др.).

В итоге к настоящему времени накоплена достаточно обширная информация о плодородии отдельных генетических горизонтов и слоев почв — опубликовано около 70 работ преимущественно по европейской территории СССР. На основе анализа 270 годо-опытов нами проведено обобщение (табл. 1), которое по уровню эффективного плодородия относительно пахотного слоя отражает общие закономерности распределения плодородия по горизонтали главных генетических типов (под-

Показатели почвенного плодородия некоторых типов почв
(обобщенные результаты по урожаю зерновых культур)

Почва	Количество гекто-опы- тов	Слой *, см				
		0-20	20-40	40-60	60-83	80-100
Подзолистая и дерново-подзолистая	43	1,00	0,46	0,42	0,33	0,23
Серая лесная	32	1,00	0,65	0,56	0,31	Не опр.
Чернозем оподзоленный и выщелоченный	36	1,00	0,63	0,49	0,20	0,15
типичный	6	1,00	0,50	0,35	Не опр.	
карбонатный	38	1,00	0,63	0,44	0,42	0,35
обыкновенный	40	1,00	0,57	0,33	Не опр.	
южный	23	1,00	0,78	0,45	0,24	0,16
Каштановая	20	1,00	0,77	0,49	Не опр.	
Каштановая солонцеватая	8	1,00	0,59		Не опр.	
Солонец	5	1,00	0,55	0,42	0,33	Не опр.
Серозем **	9	1,00	0,50	0,47	0,46	0,30
Подзолисто-желтоземная	8	1,00	0,40	0,40	Не опр.	
Коричневая	2	1,00	0,28	0,28	0,21	

* Слой почв по глубине согласуется с расположением соответствующих генетических горизонтов (их частей) для типичных профилей.

** Учтены урожаи зерновых культур и хлопчатника.

типов) почв. Наиболее обоснованы оценки относительного уровня плодородия подпахотных слоев, для которых можно отметить следующие различия. Чернозем южный обычного рода и каштановые слабесолонцеватые почвы характеризуются высоким уровнем плодородия слоя 20—40 см. Другие подтипы черноземов и серые лесные почвы более дифференцированы по степени плодородия пахотного и подпахотного слоев. Плодородие подзолистых, дерново-подзолистых почв, подзолисто-желтоземных и коричневых почв в основном определяется производительной способностью аккумулятивных горизонтов. Такие зональные особенности обуславливают различия в плодородии генетически сопряженных ареалов СПП на склонах, что целесообразно учитывать при проектировании оптимальной структуры агроэкосистем эрозионно опасных территорий. К примеру, в пестроземной полосе размеры производственных участков (полей севооборотов) должны быть строже согласованы со СПП, а в южной степной подзоне и в сухостепной зоне, особенно при орошении, структура агроэкосистем может быть упрощена (представлена в более генерализованном виде).

Более тонкие зональные, а также провинциальные различия в плодородии генетических горизонтов почв могут быть выявлены при организации исследований по единой методике с представлением в вариантах всех генетических горизонтов.

В данной работе рассматриваются результаты изучения плодородия отдельных горизонтов профилей зональных почв степной и сухостепной зон Украины и обоснованы возможности приложения полученных данных к решению некоторых задач эрозионной проблематики.

Вегетационные опыты проводили в 1981—1984 гг. в сосудах объемом 2520 см³. Опыты закладывали со слоями (в пределах генетических горизонтов) чернозема обыкновенного мощного легкоглинистого (Ширяевский р-н), чернозема обыкновенного маломощного легкоглинистого (Ивановский р-н), чернозема южного остаточно-солонцеватого тяжелосуглинистого (Коминтерновский р-н), чернозема южного остаточно-солонцеватого тяжелосуглинистого — орошаемого (Беляевский р-н), чернозема южного мицеллярно-карбонатного тяжелосуглинистого (Татарбунарский р-н, Одесской обл. УССР). Варианты опытов охарактеризованы в табл. 2. Выращивали яровой ячмень сорта Одесский-82, а в опыте с черноземом южным мицеллярно-карбонатным — озимую пшеницу Одесскую-51, по 14 растений в сосуде. Результаты ве-

Характеристика почв и результаты вегетационных опытов

Почва	Горизонт и глубина, см	Гумус, % по Тюрину	Обменные основания, мг-экв/100 г	Урожай зерна (Y), г сосуд	$K_i \frac{Y_i}{Y_{0-20}}$
Чернозем обыкновенный мощный	A _{пах} 0—20	4,10	33,06	0,456	1,00
	A 20—30	3,96	35,15	0,268*	0,59
	A 30—38	4,00	35,05	0,146*	0,30
	AB _{1Ca} 38—51	3,69	35,45	0,125	
	AB _{1Ca} 51—64	3,10	32,45	0,246*	0,54
	B _{2Ca} 64—84	2,11	27,75	0,037*	0,16
B _{2Ca} 84—100	1,84	25,66	0,108		
Чернозем обыкновенный маломощный	A _{пах} 0—20	2,31	18,86	0,726	1,00
	A 20—30	2,48	21,35	0,479*	0,59
	A 30—40	2,20	19,56	0,386	
	AB _{1Ca} 40—50	1,67	14,55	0,424	0,40
	B _{2Ca} 50—64	1,39	14,55	0,288*	
	B _{3Ca} 64—70	0,85	13,55	0,083*	0,11
B _{3Ca} 70—100	0,79	13,16	0,074		
Чернозем южный остаточно-солонцеватый	A _{пах} 0—20	2,24	20,11	0,746	1,00
	A 20—30	2,22	20,60	0,561	0,70
	A 30—37	2,23	19,97	0,458*	
	AB ₁ , B ₁ 37—55	1,66	22,08	0,205*	0,23
	B _{2Ca} 55—70	0,99	21,98	0,094	
	B _{2Ca} 70—100	0,79	20,86	0,391*	0,60
Чернозем южный остаточно-солонцеватый	A _{пах} 0—20	2,86	25,77	1,677	1,00
	A 20—34	2,03	25,27	0,827*	0,49
	AB ₁ 34—50	2,15	24,27	0,448*	0,27
	B ₁ 50—64	1,62	22,45	0,148*	0,05
	B _{2Ca} 64—75	1,51	21,15	0,089	
	B _{2Ca} , C _{Ca} 75—100	1,15	20,57	0,277*	0,17
Чернозем южный мщеллярно-карбонатный	A _{пах} 0—20	2,71	23,73	3,040	1,00
	A 20—32	2,59	23,53	2,282*	0,75
	A 32—50	2,15	26,14	1,187*	0,36
	AB ₁ 50—60	2,09	26,63	0,980	
	B _{1Ca} 60—72	1,31	23,73	0,213*	0,07
	B _{2Ca} 72—88	1,13	23,34	0,128	
	B _{2Ca} 88—100	0,87	18,34	0,253	

Примечание. Звездочкой отмечены существенные различия в урожае зерна между двумя соседними вариантами (по НСР₀₅). Индексы горизонтов даны по классификации почв УССР.

гетационного опыта, проведенного в целях отработки методики, позволили на основе выборочной величины среднего квадратичного отклонения определить, следуя методике [9], достаточное число повторностей на уровне вероятности 0,95. Расчеты показали, что варианты с переходными горизонтами необходимо закладывать в 4—6-кратной повторности, а для вариантов с другими горизонтами надежные результаты можно получить, используя 3—4 сосуда. Для всех основных вегетационных опытов мы придерживались полученной рекомендации. Это позволило проводить более обоснованный анализ средних вариантов с использованием предельной ошибки разности средних. В сосудах поддерживали влажность из расчета 60% от полной влагоемкости. По данным записей термографа и гигрографа определяли среднесуточную температуру и относительную влажность воздуха. В период от посева до колошения ячменя средние значения температур воздуха составляли в отдельных циклах вегетации 21—25°, а относительная влажность — 55—65%. Периодической перестановкой сосудов выравнивали условия их освещенности. Полученный урожай зерна на каждом испытанном слое приравнивали к урожаю на пахотном слое (Y_i/Y_{0-20} обозначим K_i). Данные опытов по урожаю зерна статистически обработаны с использованием дисперсионного анализа [9]. Сравнение урожая зерна в каждом из циклов вегетации показывает, что некоторые почвенные горизонты (слои) имеют близкие уровни плодородия и могут быть по этому показателю объединены. Группировка отдельных горизонтов (слоев) по уровню их эффективного плодородия проводилась с применением скользящего контроля, на основе наимень-

шей существенной разности для 5%-ного уровня значимости. Так как варианты в опытах имели разную повторность, при оценке существенности частных различий была учтена неравноточность сравнения средних. Результаты группировки почвенных горизонтов (слоев) по плодородию приведены в табл. 2.

Полевой мелкоделяночный опыт (50×50 см) с темно-каштановой легкосуглинистой плантажированной почвой был заложен в Николаевском р-не Николаевской обл. Вариантам соответствовали слои 0—20, 20—40 и 40—60 см. Выращивали яровой ячмень (1982, 1985 г.) и овес (1983, 1984 г.).

Опыт с черноземом южным остаточного-солонцеватым тяжелосуглинистым проводили в Коминтерновском р-не Одесской обл. Были заложены варианты, характеризующие категории смывости почв по морфологическому критерию: 1) почва несмытая (контроль) — ненарушенный профиль — А (0—38 см), АВ (38—54 см), В1; 2) слабосмытая — снято 14 см гор. А; 3) среднесмытая — снято 22 см гор. А; 4) сильносмытая-1 — удален гор. А и 8 см АВ; 5) сильносмытая-2 — удален гор. А+АВ и 8 см В1. Затем в полном соответствии с морфологией смоделированных профилей почва была перенесена в деланки (50×50 см). Верхние 20-сантиметровые слои в каждом варианте представляли собой смесь соответствующих горизонтов. Культура — яровой ячмень (1983 г.).

В опытах выявлены основные закономерности распределения плодородия по профилю изученных почв.

Чернозем обыкновенный мощный характеризуется постепенным уменьшением содержания гумуса по профилю: с 4% в пахотном слое до 3% в слое 51—64 см (АВ1). Однако по уровню эффективного плодородия гумусовый профиль этого чернозема значительно дифференцирован (табл. 2). Подобное несоответствие уровня потенциального плодородия степени его реализации в эффективное отмечалось также при анализе результатов исследований на черноземах выщелоченных типичных [14, 25, 32] и нашло отражение в коэффициентах плодородия (табл. 1). Особенно существенно снижается уровень эффективного плодородия в нижней части гор. А и верхней части гор. АВ1 — $K_{30-51} = 0,30$.

Для чернозема обыкновенного маломощного также отмечается уменьшение плодородия в подпахотном и верхнем переходном горизонте, составляющее в среднем 41% по сравнению с уровнем плодородия пахотного слоя ($K_{20-30} = 0,59$). Глубже по профилю плодородие горизонтов (слоев) закономерно уменьшается.

Чернозем южный характеризуется высоким уровнем плодородия подпахотного горизонта ($K_{20-30} = 0,75$, $K_{30-37} = 0,61$). Однако в отличие от обыкновенного чернозема плодородие гумусового профиля южного чернозема уменьшается резко. Обращает на себя внимание факт существенного повышения эффективного плодородия в нижней части гор. В_{2сн} — $K_{70-100} = 0,52$, хотя содержание гумуса в нем не превышает 0,8%.

В связи с расширением водохозяйственного строительства на юге Украины становится актуальным изучение тенденций трансформации профильного распределения почвенного плодородия под влиянием орошения. Почва для опыта — чернозем южный остаточного-солонцеватый — была отобрана на водораздельном плато Шкодогорского орошаемого массива. Для нее отмечается растянутость гумусового профиля (на 9 см больше по сравнению с почвой богарного участка), увеличение запаса гумуса в метровый толще. В опыте выявлено существование и более четких погоризонтных различий эффективного плодородия, чем в черноземе южном неорошаемом. Так, плодородие подпахотного слоя резко уменьшилось — $K_{20-34} = 0,49$.

Своеобразное состояние почвенного плодородия в профиле наблюдается для южного мицеллярно-карбонатного чернозема Придунайской провинции. Большая мощность гумусированной части профиля (по сравнению с аналогами умеренно континентальной восточноевропейской фации) способствует более медленному уменьшению плодородия. Нижняя часть гумусового и переходный горизонты характеризуются низким эф-

фактивным плодородием ($K_{32-50} = 0,36$), хотя содержание гумуса в них превышает 2%.

Отчетливо проявляющееся несоответствие потенциального плодородия, степени его реализации в эффективное, особенно на переходных почвенных горизонтах, имеет принципиальное значение при разработке методических основ бонитировки почв. Данные табл. 2, результаты вегетационных и полевых опытов с другими типами почв ([13, 26, 28] и др.) показывают, что зависимость плодородия отдельных слоев от содержания гумуса криволинейная. Поэтому определение бонитета почв путем прямо пропорционального расчета по гумусу не может быть признано достаточно точным. В то же время урожай, особенно на переходных почвенных горизонтах, часто лимитирован такими свойствами, которые невозможно учесть диагностическими признаками. По результатам исследований Калачикова [17] содержание легконитрующихся фенольных соединений, обладающих сильными гербицидными свойствами, в подпахотных почвенных слоях обуславливает низкую их производительность, независимо от наличия общего количества усваиваемых растениями питательных веществ.

Проведенные нами исследования показали, что в качестве показателя эффективного плодородия отдельных горизонтов почвенного профиля можно использовать микробиологическую активность почвы, характеризующую напряженность процесса трансформации органического вещества и степень возможной реализации доступных питательных веществ в урожае. В частности, пропорционально уменьшению эффективного плодородия подпахотных, нижележащих горизонтов чернозема южного (орошаемого) уменьшалась целлюлозолитическая активность почвы (среднее по трем срокам экспозиции). Примечательно, что слой 75—100 см (B2, C), судя по потенциальному плодородию, менее плодороден, чем слой 50—75 см (B1, B2), однако и степень разложения целлюлозы (18,1% вместо 15,9%), и урожай (табл. 2) на нем оказались выше.

Темно-каштановые почвы, которые на значительных площадях плантажированы, отличаются высоким плодородием подпахотного и верхнего переходного горизонтов: в среднем за 4 года урожай зерновых культур, выращенный на этих горизонтах, был на 45% больше по сравнению с урожаем на пахотном слое.

Результаты изучения плодородия горизонтов почвенного профиля позволяют подойти к более обоснованному решению ряда прикладных задач эрозиоведения.

При проведении бонитировки для эрозионно опасных территорий оценка качества смытых почв производится с помощью поправочных коэффициентов, отражающих уменьшение урожайности сельскохозяйственных культур на почвах отдельных категорий смытости. Такой подход является осредненным и в силу этого не учитывающим особенностей плодородия эродированных почв, что не позволяет повысить его действенность в обосновании эффективности противоэрозионной мелiorации. В модели оптимизации использования почвенных ресурсов, разработанной Швобсом [38], бонитет почвы (Б) предложено определять следующим образом:

$$B = \int_0^{H_r} P_{ei} dh \simeq \sum_1^n P_{ei} \Delta h_i, \quad (1)$$

где P_{ei} — величина показателя почвенных свойств (P_e), приходящаяся на слой Δh_i . При этом необходимо определить вклад не только каждого горизонта в обобщенную оценку качества почвы, но и тех частей (слоев), которые непосредственно преобразуются смывом (примем, что это слой 0—10 см). Формулу вычисления бонитета с учетом значений диагностических признаков наиболее плодородной почвы региона (эталона) — $N_{j(эт)}$ можно записать в следующем виде:

$$B = 100 \sum_1^n \frac{K_i}{K_{i(эт)}} \left(\sum_1^m \alpha_j \frac{N_j}{N_{j(эт)}} \right)_i, \quad (2)$$

где N_j — значение диагностического признака оцениваемой почвы; K_i , $K_{i(эт)}$ — коэффициенты, отражающие вклад горизонтов (слоев) почвенного профиля в общую величину бонитета оцениваемой и эталонной почвы; α_j — коэффициент взвешивания на неравнозначность диагностических признаков в формировании урожая. Обоснование параметров уравнения приведено в работе [23]. По формуле (2) с использованием результатов, представленных в табл. 2, возможно вычисление бонитета почв с учетом неравнозначного участия отдельных генетических горизонтов (слоев) в формировании урожая зерновых культур. В качестве эталонной почвы (100 баллов) для степной зоны Украины выбран чернозем обыкновенный мощный. С целью получения переходных коэффициентов от контроля каждого цикла вегетации (урожая на пахотном слое) к общему контролю всех экспериментов (урожая на пахотном слое эталонной почвы) возникла необходимость постановки опыта, связующего в одном цикле ранее проведенные исследования. Переходные коэффициенты $\lambda = Y_{0-20}/Y_{0-20(эт)}$ составили для чернозема обыкновенного мощного 1,00, маломощного — 0,47, чернозема южного: неорошаемого — 0,63, орошаемого — 0,90, мицеллярно-карбонатного — 0,42. В результате корректировки значений K_{0-20} (табл. 2) коэффициентами λ и, принимая содержание гумуса в отдельных горизонтах как основной диагностический признак, рассчитываем обобщенные баллы профиля (0—100 см) изученных почв: чернозем обыкновенный маломощный — 45, чернозем южный — 57, чернозем южный (орошаемый) — 46, чернозем южный мицеллярно-карбонатный — 45. Примечательно, что баллы, рассчитанные по гумусу традиционным методом, оказались (за исключением чернозема южного, имеющего высокий уровень эффективного плодородия слоя 70—100 см) существенно выше: 49, 45, 61, 63 балла соответственно. Это связано с тем, что при таком расчете не учитывается вид зависимости урожая от гумуса. По частным бонитетам с использованием уравнения (1) можно провести расчеты показателя почвенных свойств отдельных горизонтов (слоев), и в частности верхнего (смываемого) слоя. Для изученных почв определены следующие значения $\bar{P}_{c(0-10)}$: чернозем обыкновенный мощный — 0,10, маломощный — 0,027; чернозем южный — 0,034, чернозем южный (орошаемый) — 0,063, чернозем южный мицеллярно-карбонатный — 0,028. Значительные различия в величине $\bar{P}_{c(0-10)}$ для отдельных почв хорошо иллюстрируют преимущества оценки смываемого слоя по сравнению с обобщенным бонитетом, который зачастую затушевывает эти различия, не позволяя выявить приоритетные объекты противоэрозионной защиты.

К настоящему времени результаты бонитировочных работ позволяют установить основные закономерности пространственного распределения оценок почвенного плодородия, в том числе и для эрозионно опасных территорий. При проведении такого анализа неправомерно оставлять в стороне характеристику почвенного профиля, который изначально содержит в себе раскладку уровней плодородия почв, формирующихся под активным влиянием эрозионных процессов. Эрозия выступает одним из проявлений внешних потоков энергии, изменяющих горизонтальное строение ландшафта и вскрывающих результаты воздействия внутренних потоков энергии за время почвообразования. Выявление причин образования определенного уровня плодородия эродированных почв позволяет более обоснованно прогнозировать его дальнейшее изменение. Нами сделана попытка рассмотреть географические закономерности почвенного плодородия во взаимосвязи с особенностями его состояния в отдельных частях профиля. Классификационные установки, оценивающие изменение мощности гумусового профиля под воздействием эрозии, можно использовать для представления в качестве пахотного слоя различных генетических горизонтов с характерным для них уровнем плодородия. Таким образом, появляется возможность определить поправочные коэффициенты к бонитету на степень смывости и рассматривать их динамику для конкретной почвы в зависимости от интенсивности эрозионных процессов. Понятно, что результаты такого прогнозирования

будут несколько условны, и в связи с этим необходимо отметить несколько моментов. Во-первых, поправочный коэффициент на степень смывости отражает не только уменьшения плодородия за счет удаления почвенного материала, но и непосредственное отрицательное влияние

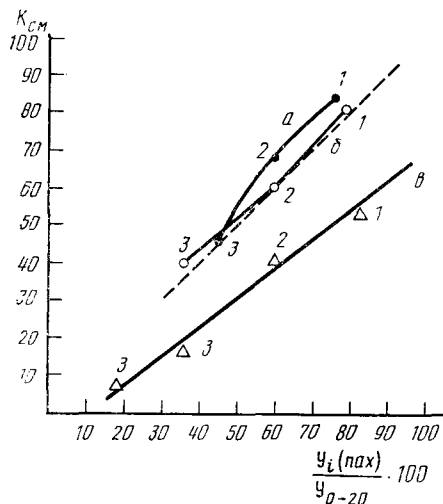


График связи поправочных коэффициентов на степень смывости ($K_{см}$) с коэффициентами, отражающими эффективное плодородие генетических горизонтов чернозема: *а* — обыкновенного; *б* — южного, *в* — южного (по результатам полевого опыта); 1, 2, 3 — слабо-, средне- и сильносмывтые почвы

смыва (вынос семян, обнажение узлов кущения, особенно в первой половине вегетации растений, частичный вынос удобрений и т. д.). Во-вторых, эрозионные процессы протекают более или менее постепенно и припахиваемые нижние слои почвы, смешиваясь, непрерывно преобразуются. Однако отмеченные два процесса разнонаправлены по своему влиянию, поэтому в определенной мере они могут компенсировать друг друга. Условность сравнения поправочных коэффициентов на степень смывости ($K_{см}$) и коэффициентов, отражающих уровень эффективного плодородия генетических горизонтов (K_i), связана и с отсутствием специально проведенных полевых опытов. Дело в том, что K_i в вегетационных и полевых опытах характеризует плодородие одного горизонта (слоя) без участия нижележащих, тогда как $K_{см}$ отражает плодородие профиля почвы соответствующей степени смывости. Для эмпирического уточнения правомерности сопряженного анализа $K_{см}$ и K_i в 1983 г. проведен полевой опыт, в котором были элиминированы процессы непосредственного влияния смыва на урожайность и постепенного преобразования припахиваемых слоев. Результаты вегетационного опыта с контролем полевого опыта — черноземом южным (табл. 2) позволили получить коэффициенты, отражающие уровень плодородия пахотных слоев каждого из намеченных вариантов (см. методику исследований) относительно современного пахотного слоя. По результатам урожая ячменя в полевом опыте рассчитаны коэффициенты ($K_{см}$), которые позволили оценить уровень плодородия профиля смывтых почв. Сопоставление тех и других коэффициентов, показанное на рисунке (прямая *б*), свидетельствует о том, что зависимость $K_{см} = f(K_i)$ носит линейный характер. Более низкие значения потенциального плодородия нижних слоев, представленных в «смоделированных» пахотных слоях смывтых почв. Однако уже через 4 года после появления нижних слоев почвы на дневной поверхности их эффективное плодородие увеличивается на 50% [3, 31]. Результаты, откорректированные с учетом этого факта, показывают, что на слабо- и среднесмывтой почве уровень плодородия может увеличиться до значений K_i , а на сильносмывтых почвах будет к ним существенно ближе.

На следующем этапе проводили сравнение K_i с коэффициентами $K_{см}$, полученными по многолетним данным. Для этого использовали результаты опытов с черноземами обыкновенными и южными, а также обобщенные литературные данные по урожайности зерновых культур на смывтых почвах ([18, 29] и др.). В соответствии с классификацией категорий смывтости почв [19] определяли генетический горизонт почвы, или слои генетических горизонтов, формирующие основную массу пахотного слоя слабо-, средне- и сильносмывтых почв. Затем для каждого пахотного слоя по результатам опытов рассчитывали относительный (по отношению к пахотному слою несмытой почвы) уровень плодородия.

Сопоставление полученных значений с поправочными коэффициентами на степень смытости показано на рисунке (зависимости *a* и *b*). В целом сравнение расчетных и фактических значений показывает хорошую сходимость. Эти результаты подтверждают правомерность таких расчетов, что позволяет определить поправочные коэффициенты на степень смытости для почв, которые изучены в этом отношении недостаточно. Так, было выявлено, что черноземы южные орошаемые и мицеллярно-карбонатные имеют одинаковые коэффициенты уменьшения урожайности зерновых культур на слабо- и среднесмытых аналогах (0,63 и 0,43 соответственно) и близкие на сильносмытых (0,20 и 0,10). Это может свидетельствовать о существенном влиянии орошения на процесс почвообразования, что, в частности, находит свое выражение в сближении характера распределения плодородия по профилю черноземов южных (орошаемых) умеренно континентальной фацции и южных теплой (понтической) фацции.

Найденные соответствия $K_{см}$ и K_i показывают возможность прогноза уменьшения урожайности в результате проявления эрозийных процессов по данным профильного распределения почвенного плодородия, т. е. на иной, чем это делалось до сих пор, основе. Используя информацию о морфологии профиля смытых почв, можно получить более дифференцированные поправочные коэффициенты к бонитету почв, существенно сократив проведение многолетних учетов урожайности.

Выводы

1. Выявлены различия в профильной характеристике плодородия почв степной и сухостепной зон Украины. Более высокий уровень плодородия подпахотного горизонта отмечен для черноземов южных и темнокаштановых почв по сравнению с черноземами обыкновенными и черноземом южным в условиях орошения. Найден несоответствие уровня потенциального плодородия со степенью его реализации в эффективное для переходных горизонтов почв.

2. Предложен способ расчета бонитета почв, позволяющий проводить учет вклада генетических горизонтов в обобщенную оценку качества почвы. Проведена оценка относительного качества смываемого слоя (0—10 см) изученных почв, по значениям которой почвы располагаются в следующий убывающий ряд: чернозем обыкновенный мощный — чернозем южный (орошаемый) — чернозем южный — чернозем южный мицеллярно-карбонатный и чернозем обыкновенный маломощный.

3. Обоснована возможность прогноза степени уменьшения урожайности зерновых культур в результате проявления эрозийных процессов на основе профильного распределения уровня плодородия.

Литература

1. Адекин С. П., Вальков В. Ф., Киян Н. А. Плодородие генетических горизонтов серой лесостепной почвы//Почвоведение. 1985. № 1. С. 79—83.
2. Барсуков Л. Н., Забавская К. М. Изменение условий плодородия в различных прослойках пахотного слоя в зависимости от обработки//Почвоведение. 1953. № 12. С. 18—27.
3. Белков Н. Г. Влияние слоев почвы выщелоченного чернозема на урожай ячменя//Науч. тр. Воронежск. СХИ. 1974. Т. 65. С. 175—178.
4. Бурыкин А. М., Сергеев М. В. Изменение свойств и плодородия гумусовых горизонтов почв при снятии, хранении и в погребенном состоянии//Науч. тр. Воронежск. СХИ. 1980. Т. 108. С. 61—74.
5. Ванькович Г. Н., Бессонова А. С. Дифференциация почвы пахотного слоя по плодородию//Питание растений и применение удобрений. Кншинев, 1978. С. 54—59.
6. Востров И. С. Влияние соломястых остатков на урожай растений//Изв. АН СССР. Сер. биол. 1963. № 6. С. 903—913.
7. Глинка К. Д. Последние работы по изучению плодородия почв и методов почвенной бонитировки//Почвоведение. 1899. № 2. С. 122—133.
8. Грицай А. Д., Коломиец Н. В. Дифференциация пахотного слоя в зависимости от обработки//Земледелие. 1981. № 8. С. 15—17.
9. Доспехов В. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
10. Зайцев К. Н. Планировка почвы под орошение на черноземах Заволжья//Социалистическое зерновое х-во. 1939. № 4. С. 12—13.

11. Захаров С. А. Эволюция плодородия генетических горизонтов почв каштановой и черноземной зон//Зап. Харьков. СХИ. 1945. № 4. С. 42—44.
12. Зимкувене А., Машиаускене А., Тиндэжюлис А. Динамика плодородия пахотного слоя и его частей дерново-подзолистой почвы//Тр. Литовского НИИ земледелия. 1980.
13. Иванец Г. И. Влияние способов обработки на плодородие реградированного чернозема//Агрохимия. 1979. № 8. С. 71—77.
14. Иванов П. К. Основная обработка почвы на Юго-Востоке//Тр. Саратов. СХИ. 1967.
15. Иванов П. К., Гуцаки А. Д. Производительность различных горизонтов каштановых почв//Почвоведение. 1957. № 2. С. 59—65.
16. Ильина Л. В. Дифференциация пахотного слоя серой лесной почвы и пути ее регулирования//Тр. Горьков. СХИ. 1980. Т. 142. С. 16—23.
17. Калачиков В. А. Нитрофенольная токсичность почв//Почвоведение. 1983. № 2.
18. Каштанов А. П., Мусохранов В. Е. Факторы, вызывающие совместную эрозию//Эрозия почв и борьба с ней. М.: Колос, 1980. С. 158—180.
19. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 223 с.
20. Клопотовский А. П. Принципы и метод определения параметров мощности плодородного слоя почвы, снимаемого при производстве массовых земляных работ в СССР//Задачи землеустроительных органов в условиях дальнейшего развития специализации и концентрации сельского хозяйства. М., 1979. С. 383—386.
21. Кобзаренко В. И., Кобзаренко А. М. К изучению плодородия отдельных горизонтов дерново-подзолистых почв//Почвоведение. 1976. № 6. С. 77—85.
22. Кярблане Х. А. Усвоение растениями фосфора из подпахотных слоев почвы//Агрохимия. 1971. № 11. С. 38—43.
23. Лисецкий Ф. И. Оценка качества земельных ресурсов для рационального использования эрозионно опасных территорий//Физическая география и геоморфология. 1983. Вып. 30. С. 83—90.
24. Ляхов А. И., Герасимова А. В. Агрохимическая характеристика эродированных карбонатных черноземов//Применение удобрений на эродированных почвах. М.: Колос, 1974. С. 197—200.
25. Макодзеба Н. А. Глубокая вснашка черноземных почв. М.: 1956. 110 с.
26. Мартынович Л. И. Влияние систематического внесения органических и минеральных удобрений на профильное плодородие оподзоленного чернозема//Агрохимия. 1979. № 10. С. 81—85.
27. Масюк И. Т., Бекаревич И. Е. Рациональное использование насыпного слоя почвы на участке рекультивации в черноземной зоне//Освоение нарушенных земель. М.: Наука, 1976. С. 112—130.
28. Орлов М. А., Нагорная В. И. Плодородие генетических горизонтов оазисно-культурной почвы, целинного серозема и дувальиной земли//Тр. Среднеазиатского гос. ун-та. 1954. Вып. 60. С. 69—86.
29. Охрана почв. Ростов н/Д.: Изд-во Ростов. ун-та. 1979. 160 с.
30. Ницова В. Т. О плодородии генетических горизонтов эродированных обыкновенных черноземов//Почвоведение. 1969. № 1. С. 95—99.
31. Пляха Н. Г. Влияние водной эрозии на изменение морфологических признаков и некоторых свойств черноземов обыкновенных малогумусных мощных//Науч. тр. УСХА. 1979. Вып. 222. С. 197—202.
32. Попов Ф. А. Обработка почвы под полевые культуры. Киев: Урожай, 1969. 263 с.
33. Похлебкина Л. И. О плодородии подпахотного горизонта дерново-подзолистой почвы//Бюл. ВИУА. 1979. № 47. С. 75—82.
34. Сидоров М. И. и др. Севообороты и плодородие почв Молдавии. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1966. 184 с.
35. Тайчинов С. И. Агропроизводственная характеристика пахотного и подпахотного горизонтов выщелоченного чернозема//Почвоведение. 1941. № 5. С. 62—73.
36. Ушкаренко В. А. Эффективное плодородие и роль различных слоев каштановой почвы в формировании урожая сельскохозяйственных культур//Тр. Кишиневского СХИ. 1975. Т. 149. С. 60—64.
37. Францесон В. А. Плодородие целинных и залежных земель и его изменение при систематической распашке//Агробиология. 1956. № 1. С. 92—107.
38. Швец Г. И. Теоретические основы эрозиеведения. Киев; Одесса: Вища школа, 1981.
39. Якутилов М. Р. и др. Почвы Таджикистана. Эрозия почв и борьба с ней. Душанбе: Таджикгосиздат, 1963. 184 с.
40. Norris S., Comis D. L. Soil erosion reduces wheat yields//Soil and water conservation news. 1982. V. 2. № 12. P. 9—10.

Одесский государственный университет

Поступила в редакцию 10.XII.1986

LISETSKIY F. N.

PROFILE DISTRIBUTION OF FERTILITY IN SOILS OF THE UKRAINIAN STEPPE AND ITS CHANGES CAUSED BY EROSION PROCESSES

The profile distribution of fertility for zonal soils genetic horizons in the steppe and dry steppe zones of the Ukraine has been studied. A method for soil rating is proposed, which takes into account the contribution of soil genetic horizons to crop formation. The possibilities of using the experimental fertility evaluation for individual genetic horizons are considered as applied to some erosion problems.