

УДК 631.425.4(470.316)

ХАРАКТЕРИСТИКА УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НЕКОТОРЫХ ПОЧВ ЮЖНОЙ ТАЙГИ РУССКОЙ РАВНИНЫ В ГЕНЕТИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ

В. Г. ВИТЯЗЕВ, Е. Д. НИКИТИН
(Кафедра почвоведения)

Удельная поверхность почв как важнейший показатель площади активного взаимодействия твердой фазы с почвенным раствором и корневой системой растений может быть использована при решении ряда генетико-классификационных, агрономических и других вопросов почвоведения. В данном сообщении основное внимание уделяется генетической характеристике удельной поверхности дерново-подзолистых пахотных и торфяно-глеевых почв южной тайги Русской равнины (на примере почвенного покрова Некоузского района Ярославской области).

Исследуемые разности почв (разр. 1723, 1752, 2704 и 2900) сформировались на безвалунном пылеватом покровном суглинке, подстилаемом с глубины 1,5—2,0 м мореной. Удельную поверхность определяли и рассчитывали по методике, описанной ранее [3].

Анализ полученных материалов показывает, что абсолютные значения удельной поверхности и характер изменения ее по профилю почв четко фиксируют различия, обусловленные в первую очередь их генетическими и литологическими особенностями. Почвы различной степени оподзоленности заметно различаются по контрастности профильного изменения поверхности (таблица).

Удельная поверхность почв отдельных генетических горизонтов, близких по гранулометрическому составу, довольно четко связана с содержанием и соотношением в них тех или иных фракций механических элементов. Величина общей поверхности суглинистой дерново-слабоподзолистой почвы (разр. 1723) изменяется в пределах 26,7—70,4 м²/г, а легкосуглинистой, более легкой по механическому составу (разр. 1752) в значительно меньших пределах — 22,3—45,9 м²/г. В первой почве общая удельная поверхность постепенно увеличивается вниз по профилю до горизонта В₁, во второй — характер ее изменения более сложный: в горизонте А_{пах} — 22,3 м²/г; А₂ — 19,9; А₂В — 24,0; В₁ — 45,9 м²/г.

Таким образом, не только резкие, но и сравнительно небольшие различия в механическом составе (даже в одну градацию в пределах разновидности) отдельных горизонтов почв сильно сказываются на величине поверхностей и, следовательно, на их физических, физико-механических и других свойствах. Большое влияние механического состава на удельную поверхность отмечалось и ранее [2, 7, 8, 16 17].

В ряде работ [5, 6, 11—14 и др.] показано, что механический состав почвообразующих пород определяет многие свойства почв, он может обусловить различия формирующихся почв на достаточно высоком таксономическом уровне (род—тип включительно) внутри отдельных групп почв, легких или тяжелых по механическому составу [9]. Поэтому при изучении генезиса почв, их агропроизводственных свойств следует обращать внимание на разностороннее влияние не только ярко выраженной, но и сравнительно небольшой неоднородности материнских

Удельная поверхность почв и чистая дифференциальная теплота десорбции воды
(в знаменателе приведены значения удельной поверхности образцов почв, обработанных перекисью водорода)

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Гумус, %	pH _{CaCl}	Содержание частиц, %		Удельная поверхность, м ² /г			Чистая дифференциальная теплота десорбции, ккал/г
				> 0,001 мм	< 0,01 мм	общая	внешняя	внутренняя	
Дерново-слабоподзолистая суглинистая почва на покровном суглинке, разр. 1723									
A _{пах}	0—20	1,86	5,60	5,0	39,8	$\frac{26,7}{17,6}$	$\frac{20,0}{14,5}$	$\frac{6,7}{3,1}$	2,46
A ₂ B	21—31	0,32	5,80	7,0	46,3	$\frac{52,3}{45,1}$	$\frac{33,3}{27,2}$	$\frac{19,0}{17,9}$	1,49
B _{1g}	40—50	0,19	6,20	7,5	46,1	$\frac{70,4}{60,0}$	$\frac{47,0}{39,8}$	$\frac{23,4}{20,2}$	1,88
B _{2g}	80—90	—	7,00	6,3	36,2	51,4	37,1	14,3	1,81
Дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая почва на покровном суглинке, разр. 1752									
A _{пах}	0—20	1,93	5,70	1,3	26,9	$\frac{22,3}{14,2}$	$\frac{14,7}{11,8}$	$\frac{7,6}{2,4}$	3,07
A ₂	28—34	0,25	6,0	2,5	26,1	$\frac{19,9}{13,7}$	$\frac{12,3}{10,4}$	$\frac{7,6}{3,3}$	2,35
A ₂ B	38—44	0,19	5,6	3,0	29,1	$\frac{24,0}{18,6}$	$\frac{18,6}{15,1}$	$\frac{5,4}{3,5}$	2,47
B ₁	50—60	0,10	5,5	6,3	32,5	$\frac{45,9}{39,8}$	$\frac{33,0}{28,5}$	$\frac{12,9}{11,3}$	1,67
BC	100—110	—	5,8	6,3	24,7	36,9	26,8	10,1	1,55
Торфянисто-глеявая суглинистая почва на покровном суглинке, разр. 1753									
T	0—26	—	—	—	—	—	—	—	—
G ₁	30—35	1,21	7,20	14,7	31,1	$\frac{37,1}{26,7}$	$\frac{23,3}{19,9}$	$\frac{13,8}{6,8}$	2,02
G ₂	55—60	—	7,70	14,1	33,2	31,6	—	—	2,12
Торфянисто-глеявая суглинистая почва на покровном суглинке, разр. 2900									
T	0—30	—	—	—	—	—	—	—	—
G ₁	30—35	1,05	6,80	16,6	35,2	$\frac{40,4}{36,5}$	$\frac{23,6}{21,4}$	$\frac{16,8}{15,1}$	2,09
G ₂	55—60	—	6,60	14,0	31,1	$\frac{45,6}{41,9}$	$\frac{26,8}{25,1}$	$\frac{17,8}{16,8}$	1,75
Дерново-сильноподзолистая легкосуглинистая на морене, разр. 1									
A ₀	0—2	7,43	5,24*	7,4	25,6	92	40	52	2,12
A ₁	2—10	3,62	5,03*	7,8	30,3	51	25	26	2,27
A ₁ A ₂	12—20	1,01	4,65*	6,2	26,1	34	15	19	1,97
A ₂	25—35	0,53	4,70*	4,9	20,4	28	11	17	1,73
B	70—80	0,40	5,06*	29,5	152,9	117	62	55	1,93
Дерново-подзолистая суглинистая на лессовидном суглинке, разр. 30									
A ₁	5—15	5,80	5,37	14,7	35,3	$\frac{64,9}{25,0}$	$\frac{16,4}{9,9}$	$\frac{48,5}{15,1}$	1,30
A ₂	20—30	0,70	5,18	15,5	34,3	$\frac{55,0}{40,4}$	$\frac{34,3}{22,7}$	$\frac{20,7}{17,7}$	0,80

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Гу- мус. %	рНКС	Содержание частиц, %		Удельная поверхность, м ² /г			Чистая диффе- ренциальная теплота десорб- ции, ккал/г
				<0,001 мм	<0,01 мм	общая	внешняя	внутрен- няя	
V ₁	45—55	—	4,99	22,1	43,3	$\frac{115,0}{109,4}$	$\frac{35,9}{30,7}$	$\frac{79,1}{78,7}$	0,56
V ₂	70—80	—	4,93	23,5	44,1	$\frac{114,7}{104,9}$	$\frac{31,1}{25,7}$	$\frac{83,6}{79,2}$	0,61
V ₃	100—110	—	6,30	25,9	45,5	$\frac{97,5}{81,2}$	$\frac{27,4}{20,0}$	$\frac{70,1}{61,2}$	0,75

* рН водной вытяжки.

пород на весь комплекс генетико-агронômических показателей почвенно-го профиля, в том числе на величину поверхности.

Необходимо также отметить, что у сравниваемых дерново-подзолистых почв значения общей удельной поверхности в пахотных горизонтах довольно близки. Следовало бы, однако, ожидать, что в пахотном горизонте легкосуглинистой дерново-среднеподзолистой почвы этот показатель должен быть меньше, чем в аналогичном горизонте суглинистой дерново-слабоподзолистой почвы, поскольку количество гумуса здесь одинаковое, а содержание илистой фракции в первом случае меньше, чем в последнем (таблица). Близость значений удельной поверхности в пахотных горизонтах сравниваемых почв, по-видимому, можно объяснить главным образом различиями в степени израсходованности органического вещества данных почв. Скорее всего у суглинистой слабоподзолистой почвы (разр. 1723) гумус расходуется более интенсивно, чем у легкосуглинистой среднеподзолистой (разр. 1752), что может быть связано как с особенностями выращиваемых сельскохозяйственных культур, так и с количеством вносимых удобрений. Можно предположить, что более интенсивное расходование органического вещества приводит к накоплению в почве более устойчивых консервативных фракций гумусовых веществ, обладающих меньшей удельной поверхностью. Проверка этого предположения имеет немаловажное значение, так как позволит повысить информативность данных об удельной поверхности и использовать этот показатель для интерпретации более широкого круга внутрипочвенных процессов.

Удельная поверхность глеевых горизонтов торфянисто-глеевых почв значительно меньше, чем нижних горизонтов рассмотренных почв (разр. 1723 и 1752), в которых содержится примерно одинаковое количество «физической» глины, несмотря на то, что ила в глеевых образцах больше. Отсюда следует, что глееобразование, приводящее, как правило, к диспергированию минеральной части почвы, уменьшает площадь ее активной поверхности. Это может быть обусловлено миграцией ряда химических элементов и соединений, переходом их в другие формы, которые могут обладать совершенно иной величиной активной поверхности.

Представляет интерес сопоставление данных об удельной поверхности естественных образцов и образцов почв, предварительно обработанных перекисью водорода в целях разрушения органического вещества. Такое сопоставление позволяет сделать важный вывод о резком возрастании доли внешней поверхности в обработанных образцах почвы разр. 1752 и пахотном горизонте разр. 1723 (внешняя поверхность по

сравнению с внутренней возросла более чем в 3 раза). В горизонтах, расположенных глубже (разр. 1723), и в образцах без обработки это превышение было значительно меньше.

Сравнение данных по удельной поверхности мелкозема, обработанного и не обработанного H_2O_2 , позволит, на наш взгляд, более определенно решить вопрос о соотношении собственно подзолистого процесса и процесса лесиважа при формировании элювиальных горизонтов автоморфных лесных почв гумидных ландшафтов. Действительно, если доля внешней поверхности по отношению к внутренней в собственно минеральной фазе почв (т. е. мелкоземе, освобожденном от органического вещества) резко повышается, то можно сделать предположение о проявлении подзолистого процесса. Если данное явление отсутствует и при удалении органического вещества соотношение внешней и внутренней поверхности в элювиальных горизонтах мало изменяется, то можно заключить, что в их формировании большую или ведущую роль играет лесиваж, слабодиспергирующий минеральную фазу почв и не создающий необходимых предпосылок для активизации удельной поверхности почв, выражаемой в увеличении доли внешней поверхности.

Учет изменений в соотношении внешней и внутренней поверхностей позволяет также существенно облегчить решение важных вопросов, связанных с реконструкцией первоначальных профилей подзолистых почв, вовлеченных в сельскохозяйственную обработку.

При освоении подзолистых почв, как известно, почвенный профиль может резко измениться. Особенно значительно профиль подзолистых почв трансформируется при интенсивном окультуривании и проявлении эрозионных процессов. В этом случае сохранившаяся от эрозионного сноса часть подзолистого горизонта и переходный горизонт A_2B могут всецело вовлекаться в пахотный гумусированный слой. В результате в профиле бывшей подзолистой почвы почти не остается ярких признаков сформировавшего ее подзолистого процесса.

Следует полагать, что, основываясь на данных о профильном изменении соотношений внешней и внутренней поверхностей, можно получить ответ на вопрос, сохранился ли в окультуренной почве материал подзолистого горизонта или он полностью утрачен в процессе деградации. При сохранности в окультуренном слое минеральной фазы бывшего подзолистого горизонта в образцах этого слоя после разрушения органического вещества доля внешней удельной поверхности по отношению к внутренней должна существенно увеличиться. Если такое увеличение отсутствует, то есть основание говорить о полном эрозионном сносе материала подзолистого горизонта.

Решение вопроса о степени эродированности освоенных подзолистых почв имеет важное практическое и теоретическое значение, так как позволяет, например, более объективно проводить бонитировку, полнее учитывать генетические особенности и более обоснованно классифицировать и систематизировать освоенные почвы подзолистой зоны.

Величина удельной поверхности почв как показатель совокупных ее свойств должна, на наш взгляд, достаточно полно отражать и особенности почв, обусловленные характером почвообразующих пород, а также фациальные особенности почв одного и того же генезиса. Для проверки этого предположения мы сравнивали охарактеризованные дерново-подзолистые почвы на покровных суглинках Русской равнины с дерново-подзолистой почвой на морене, развитой в том же регионе, и с дерново-подзолистыми почвами, сформированными на лёссовидных породах южной тайги Западной Сибири.

Известно, что моренные отложения сильно отличаются от покровных и лёссовидных суглинков. В связи с этим почвы одного и того же региона, развитые на этих двух группах материнских пород, могут также заметно различаться; что подтверждается при анализе данных об

удельной поверхности. Особенно значительно различаются сравниваемые почвы по соотношению внешней и внутренней поверхностей.

Для дерново-подзолистой почвы на морене в отличие от аналогичных почв на покровных суглинках не характерно определенное однозначное соотношение значений внешней и внутренней поверхностей. В разных горизонтах этой почвы то преобладает внутренняя поверхность над внешней, то, наоборот, а в ряде случаев их значения равны. В целом полученные данные подтверждают сделанный рядом исследователей вывод о том, что почвы, развитые на моренных отложениях, являются малоудобным объектом для генетического анализа закономерностей почвообразования в связи с ярко выраженной неоднородностью этих пород по механическому составу, химическому и многим другим свойствам.

Рассмотрим данные об удельной поверхности изученных почв на покровных суглинках, связанные с региональной спецификой почвообразования. Было произведено сравнение дерново-подзолистых почв Ярославской области с дерново-подзолистыми почвами южной тайги Западной Сибири, удельная поверхность которых была подробно охарактеризована ранее [2]. Для наглядности приводим данные об удельной поверхности суглинистой дерново-подзолистой почвы на лёссовидном суглинке, сформированной в южнотаежной подзоне Западно-Сибирской равнины (разр. 30).

Проведенное сравнение свидетельствует о том, что изученные разновидности дерново-подзолистых почв Русской равнины (в пределах Ярославской области) по показателям удельной поверхности существенно отличаются от аналогичных почв Западной Сибири. Различия обнаруживаются прежде всего в соотношении внутренней и внешней удельных поверхностей. У дерново-подзолистых почв на покровном суглинке Русской равнины внешняя удельная поверхность, как правило, преобладает над внутренней. У почв южной тайги Западной Сибири внутренняя удельная поверхность, как правило, больше внешней. Если учесть, что сравниваемые почвы развивались на генетических близких отложениях, то установленные различия в соотношении внутренней и внешней удельных поверхностей следует, видимо, отнести прежде всего за счет различий в напряженности почвообразовательного процесса. В южной тайге Русской равнины в связи с большей обеспеченностью теплом и влагой создаются условия для более интенсивных трансформаций и выветривания почвенных минералов, что может обуславливать их большую разрушенность и как следствие преобладание внешней (более активной) поверхности над внутренней. Правомочность данного предположения подтверждается также более высокими значениями дифференциальной теплоты десорбции паров воды у дерново-подзолистых почв Ярославской области, которые вдвое выше, чем у аналогичных почв Западной Сибири (таблица).

Определенные различия в минералогическом составе тонкодисперсной фазы четвертичных отложений Русской и Западно-Сибирской равнин [10] могут также оказаться одной из причин неодинакового характера удельной поверхности почв одного и того же генетического типа, формирующегося в разных регионах.

Существенным отличием исследованных южнотаежных почв Русской равнины являются также значительно меньшие абсолютные значения их общей удельной поверхности. У суглинистой дерново-подзолистой почвы Ярославской области (разр. 1723) значения удельной поверхности изменяются в пределах 20—70 м²/г, а у суглинистой дерново-подзолистой почвы Западной Сибири (разр. 30) — в пределах 55—112 м²/г. Данные различия в значениях удельной поверхности объясняются, по-видимому, большим содержанием илистой фракции в последних, что связано прежде всего со спецификой литогенеза четвертичных отложе-

ний Западно-Сибирской равнины [1]. Однако следует отметить небольшие различия сравниваемых почв по количеству фракции $<0,01$ мм, являющейся одним из главных показателей при группировке почв по механическому составу и определении специфики их сельскохозяйственного использования. Следовательно, в одну и ту же группу могут попадать почвы, сильно различающиеся по важным физическим параметрам, от которых прямо или косвенно зависят многие составляющие почвообразовательного процесса и свойства почв. Для того чтобы избежать этого, необходимо расширить сложившийся набор инструментальных методов при характеристике различных свойств почв и включить в него в качестве общих определений ряд новых показателей, в том числе и величину удельной поверхности почв.

Значительные различия между дерново-подзолистыми почвами на сходных почвообразующих породах Русской и Западно-Сибирской равнин обнаруживаются также при сравнении профильного изменения значений удельной поверхности мелкозема, не обработанного и обработанного перекисью водорода. Как уже отмечалось, в обработанных образцах верхних горизонтов дерново-подзолистых почв Ярославской области резко возростала доля внешней поверхности по отношению к внутренней, что объясняется прежде всего ярким проявлением подзолообразовательного процесса (в элювиальной части их профиля). В изученной разновидности автоморфных дерново-подзолистых почв Западной Сибири такой четкой разницы не обнаружено: преобладание внешней поверхности над внутренней отмечается лишь в одном элювиальном горизонте A_2 . Это, как нам кажется, может свидетельствовать о большей роли лессиважа в формировании почв южной тайги Западной Сибири и является еще одним подтверждением вывода о специфичности таежного почвообразования в этом регионе по сравнению с почвообразованием в таежной зоне европейской части СССР [4, 15].

В заключение следует еще раз обратить внимание на то, что рассмотренные данные по удельной поверхности охарактеризованных почв свидетельствуют о разнообразии взаимосвязей удельной поверхности с различными свойствами и параметрами почв и целесообразности использования этого обобщенного показателя для решения многих вопросов генетического и прикладного почвоведения.

Выводы

1. Удельная поверхность дерново-подзолистых почв закономерно изменяется по профилю. Ее величина определяется механическим составом почв и отдельных горизонтов, а также генетическими особенностями. При проявлении процесса оглеения отмечается тенденция к уменьшению величины активной поверхности почв.

2. При обработке почв перекисью водорода соотношение внешней и внутренней поверхностей изменяется. Степень проявления этого соотношения предлагается использовать как возможный дополнительный показатель дифференциации подзолообразовательного процесса и процесса лессиважа.

3. В дерново-подзолистых почвах Русской равнины, сформированных на покровных суглинках, внешняя поверхность преобладает над внутренней, а в дерново-подзолистых почвах на лёссовидных суглинках Западной Сибири, наоборот. Чистая дифференциальная теплота десорбции паров воды дерново-подзолистых почв умеренной фации выше, чем дерново-подзолистых почв холодной фации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипов С. А., Вдовин В. В., Лещеров Б. В., Николаев В. А. Западно-Сибирская равнина. М., «Наука», 1970. — 2. Витязев В. Г., Ни-

китин Е. Д. Удельная поверхность и генезис почв южной тайги Западной Сибири. «Изв. ТСХА», 1978, вып. 1, с. 108—111. — 3. Воронин А. Д., Витязев В. Г. К оценке величины внутренней и внешней удельных поверхностей твердой фазы почв по изотермам десорбции паров воды. «Почвоведение», 1971, № 10, с. 50—57. — 4. Добровольский Г. В., Афанасьева Т. В., Василенко В. И., Ремезова Г. Л. О генезисе и географии почв Томского Приобья. «Почвоведение», 1969, № 10, с. 3—12. — 5. Караваяева Н. А. Почвы тайги Западной Сибири. М., «Наука», 1973. — 6. Кауричев И. С., Шишова В. С. Окислительно-восстановительные условия почв легкого механического состава Мещерской низменности. «Почвоведение», 1967, № 5, с. 66—79. — 7. Китсе Э. Взаимосвязи между дифференциальной порозностью, удельной поверхностью и механическим составом почв. Сб. науч. тр. Эстон. с.-х. акад., 1974, № 92, с. 33—41. — 8. Китсе Э., Хансо С. О величине удельной поверхности пахотных почв Эстонской ССР. Сб. науч. тр. Эстон. с.-х. акад., 1975, № 100, с. 30—40. — 9. Никитин Е. Д. О зависимости таежного почвообразования от механического состава почвообразующих пород (на примере среднетаеж-

ного Приобья). Сб.: Жизнь земли. М. Изд-во МГУ, 1976, № 11, с. 103—106. — 10. Никитин Е. Д., Градусов Б. В. Глинистые минералы в почвах таежно-лесных ландшафтов Западной Сибири. «Вест. МГУ». Сер. почвовед., 1977, № 4, с. 38—47. — 11. Пономарев В. В. Теория подзолообразовательного процесса. М.—Л., «Наука», 1964. — 12. Роде А. А. Подзолообразовательный процесс. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1937. — 13. Таргульян В. О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М., «Наука», 1971. — 14. Тонконогов В. Д. Опыт статистического анализа географических закономерностей почвообразования на примере песчаных подзолов севера Русской равнины. «Почвоведение», № 2, 1971, с. 17—27. — 15. Уфимцева К. А. Почвы южной части таежной зоны Западно-Сибирской равнины. М., «Колос», 1974. — 16. Dechnik I., Dobrzański J. The possibilities for the application of soil surface measurements in the evaluation of some soil properties. Тр. X Междунар. конгресса почвоведов. М., «Наука», 1974, т. I, с. 335—340. — 17. Farrar D. M., Coleman J. D. "J. of Soil Sci", 1967, vol. 18, N 1, p. 118—124.

Статья поступила 14 апреля 1978 г.