

УДК 631.48:631.445.21

СОСТАВ И СВОЙСТВА МЕЗОСТРУКТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ГОРИЗОНТОВ ПОЧВ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЬЯ, РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ ПО СТЕПЕНИ ГИДРОМОРФНОСТИ

И. С. КАУРИЧЕВ, А. Д. КАШАНСКИЙ, Э. Т. УДОНГО

(Кафедра почвоведения)

Изменения исходной породы в процессе почвообразования, происходящие не только в вертикальном, но и в горизонтальном направлениях, связаны с различными интенсивностью и длительностью воздействия растворов, живых организмов, газовой фазы и других факторов на отдельные участки формирующейся почвы. Выявление такой дифференциации развития почвообразовательного процесса возможно при сопряженном изучении почвенного профиля на макро-, мезо- и микроуровнях.

Исследование состава и свойств почв на макроуровне по генетическим горизонтам является традиционным в почвоведении начиная с работ В. В. Докучаева. В середине 50-х годов оформилось и в настоящее время выделилось как самостоятельное направление изучение особенностей строения почв на микроуровне — микроморфология почв.

70-е годы связаны с развитием мезоморфологического подхода к исследованию почвенного профиля [3 и др.], который находит все более широкое распространение в почвоведении. В основу этого метода положено предположение о том, что порода под влиянием почвообразования в пределах генетических горизонтов дифференцируется на неоднородные по строению и свойствам структурные образования — педы, ориентированные и повторяющиеся в пространстве. При таком подходе профиль почвы рассматривается не только как причинно связанное генетическое тело, но и как гетерогенное образование сложного строения в пределах каждого отдельного горизонта. Выявление особенностей мезостроения почвенного профиля, изучение состава и свойств компонентов его мезоструктуры позволяют устанавливать более сложные и тонкие взаимосвязи между отдельными генетическими горизонтами, более полно раскрывать особенности проявления конкретных почвенных процессов и в конечном итоге глубже познавать генезис почвы и ее плодородие.

В данной работе рассматриваются состав и свойства мезоструктурных компонентов генетических горизонтов почв Владимирского ополья разной степени гидроморфности.

В качестве объекта исследования была взята катена почв на территории учхоза ТСХА «Дружба» (Ярославская область) из 4 геохимически сопряженных разрезов, включающая автоморфные, полугидроморфные и гидроморфные почвы, развитые на лессовидных покровных суглинках и расположенные на пологом склоне (до 2°) под дубово-березовым лесом с подлеском из лещины.

Разрез 1 заложен на плоской вершине гряды; почва светло-серая лесная, среднеподзолистая, среднесуглинистая. Увлажнение атмосферное, профиль автоморфный элювиальный.

Разрез 2 приурочен к верхней трети пологого склона; почва светло-серая лесная, среднеподзолистая, среднесуглинистая. Увлажнение атмосферное, возможен приток воды со склона; профиль автоморфный трансэлювиальный.

Разрез 3 расположен на нижней трети пологого склона; почва серая лесная, среднеподзолистая, среднесуглинистая, глееватая, со вторым гумусовым горизонтом. Увлажнение атмосферное, активный поверхностный приток воды с верхней части склона; профиль элювиально-аккумулятивный, полугидроморфный.

Разрез 4 находится на шлейфе склона, примыкающего к болоту; почва дерново-глеявая, легкоглинистая. Увлажнение периодически поверхностно затопляемое, профиль аккумулятивно-гидроморфный.

Для исследований были отобраны, кроме средних образцов общей массы из каждого горизонта (ОМ), образцы по мезоструктурным компонентам для каждого горизонта, включающие внутрипедную массу (ВПМ), межтрещинную массу (МТМ), внутритрещинную массу (ВТМ), а также массу кутан с разных поверхностей педов (верхних граней — ВГ, боковых — БГ и нижних — НГ).

Прежде чем рассматривать результаты анализов мезоструктурных компонентов генетических горизонтов, приведем краткое макро- и микроморфологическое описание профилей почв катены и данные анализов средних образцов общей массы горизонтов (табл. 1).

В исследуемой катене почв с усилением степени увлажнения увеличиваются мощность гумусового горизонта и содержание в нем гумуса, отчетливее обособляется горизонт A_{2h} до рубежа перехода полугидроморфных почв в гидроморфные. Одновременно ослабевают признаки оподзоливания и общей дифференциации профиля на фоне усиливающегося оглеения. В аккумулятивном гидроморфном профиле утрачиваются черты морфологического строения зональных почв водораздела и почвы становятся дерново-глеевыми. Наиболее четкая граница по микроморфологическому строению проходит между автоморфными (разр. 1 и 2), полугидроморфным (разр. 3) и гидроморфным (разр. 4) профилями. Для первых трех разрезов характерна аккумулятивно-элювиально-иллювиальная дифференциация на генетические горизонты по окраске, сложенности, количеству и распределению поровых пространств, тонкодисперсного материала, гумуса и гидроокисей железа.

С усилением степени оглеения сглаживается микроморфологическая дифференцированность горизонтов и профиля в целом; возрастает участие грубого гумуса; с поверхностных горизонтов обнаруживаются подвижное глинистое вещество и более компактное сложение глинистой плазмы, свидетельствующее о слабой подвижности ее по профилю; получает развитие сегрегация железа с наличием в новообразованиях большого количества органического вещества. В горизонте A_2B_1 много микроучастков, близких по строению к горизонту A_1 , а в горизонте ВС — значительное количество ооидных глинистых образований с включением гумуса и железа, слои которых повторяют концентрическое строение глины.

Изучаемые почвы по механическому составу являются среднесуглинистыми и легкоглинистыми, в них преобладают илестая и крупнопылеватая фракции. С глубиной во всех профилях механический состав утяжеляется (табл. 1). Наиболее контрастное распределение ила обнаружено в автоморфном профиле — горизонты A_1 , A_1A_2 , A_{2h} , в них ила содержится в 2—3 раза меньше, чем в горизонте В. Для гидроморфного профиля характерно отсутствие иллювиальной аккумуляции ила в горизонте В. В полугидроморфной почве мощность элювиальной толщи максимальна в катене, но элювиально-иллювиальное перераспределение ила слабее, чем в автоморфном профиле. Усиление степени гидроморфности приводит к обогащению профиля илом и ослаблению его элювиально-иллювиального перераспределения.

Усиление степени гидроморфности сопровождается также отчетливым ухудшением физических и водно-физических свойств [4]: увеличивается плотность оглеенных горизонтов, снижается порозность, ухудшаются фильтрационные свойства, внутренний дренаж и, как следствие, нисходящая миграция суспензий и растворов; передвижение влаги, ила и гумуса в большой степени локализуется по трещинам и ходам отмерших корней.

Почвы катены характеризуются относительно высокой активной и обменной кислотностью ($pH_{\text{сол}}$ 3,7—4,3). Синхронно по мере усиления гидроморфности возрастают содержание гумуса в горизонте A_1 и гид-

Данные анализа средних образцов мелкоземы светло-серых лесных почв

Горизонт и глубина, см	Потери при прокаливании, %	Гумус, %	С.г. к. С.ф. к	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	pH _{сол}	S	H	V, %	Содержание частиц, %	
				% на прокаленную навеску								мг. экв./100 г	< 0,01 мм
Разр. 1. Светло-серая лесная среднеподзолистая среднесуглинистая													
A ₁ , 3—13	4,03	4,41	0,53	83,11	2,58	7,93	1,20	4,3	25,49	3,0	82	33	12
A ₁ A ₂ , 13—21	2,80	1,48	0,73	81,99	3,00	9,55	1,50	4,1	14,09	2,5	84	31	13
A _{2h} , 21—32	3,16	1,66	0,72	77,80	4,06	11,38	1,15	3,8	13,26	3,4	83	42	26
A ₂ B ₁ , 35—45	3,52	1,36	0,95	75,78	4,60	12,54	1,15	3,9	17,20	3,3	85	45	29
B ₁ , 55—65	3,71	0,98	0,56	74,63	5,23	14,03	1,31	3,8	18,65	3,3	86	49	34
B ₂ , 85—95	3,91	0,71	0,25	74,14	5,39	13,94	1,31	3,9	20,31	3,0	88	52	36
B ₃ , 130—140	3,16	0,55	0,18	73,32	5,61	13,72	1,29	3,8	21,97	2,8	89	56	36
B ₃ Д, 220—230	2,44	0,24	—	78,34	4,16	9,72	1,43	5,9	23,63	0,1	99	30	20
Разр. 2. Светло-серая лесная среднеподзолистая среднесуглинистая													
A ₁ , 3—9	3,58	9,14	0,88	81,91	3,06	8,49	1,01	3,7	9,95	4,4	69	31	11
A ₁ A ₂ , 9—18	2,37	1,77	0,94	80,65	3,16	8,78	1,00	3,9	9,74	2,8	78	31	11
A ₂ B ₁ , 20—30	3,68	1,27	1,20	74,85	5,15	12,71	1,02	3,7	16,58	4,4	79	44	31
B ₁ , 45—55	4,29	0,88	1,00	71,84	5,72	14,92	1,02	3,7	20,31	3,9	83	52	34
B ₂ , 60—70	4,21	1,08	0,90	72,63	5,67	13,93	1,24	3,7	22,38	3,0	88	52	36
B ₃ , 80—90	3,74	1,08	—	73,47	5,61	13,98	1,24	3,8	23,01	2,6	81	51	33
BC, 110—120	3,81	0,91	—	72,82	5,56	13,67	1,38	3,9	26,94	1,0	96	53	36
C, 200—230	3,43	0,95	—	72,30	5,83	14,66	1,44	4,9	—	—	—	39	20
Разр. 3. Серая лесная глееватая со вторым гумусовым горизонтом среднесуглинистая													
A _u , 4—9	9,97	11,64	0,95	79,80	3,77	10,74	1,09	3,7	11,40	8,5	57	40	20
A ₁ , 9—18	4,85	9,19	0,95	80,94	3,83	9,22	0,88	3,7	8,91	6,0	59	32	15
A _{2h} , 22—32	4,00	3,65	1,35	80,78	3,74	9,86	1,02	3,8	10,57	4,9	68	31	11
A ₂ B ₁ , 35—45	3,80	0,83	0,40	74,76	5,35	13,42	1,02	3,8	18,24	3,7	83	38	17
B ₁ , 52—62	4,15	0,38	0,24	72,82	5,61	13,59	1,16	3,7	20,31	3,4	87	54	36
B ₂ , 75—85	4,24	0,17	—	73,07	5,72	14,22	1,16	3,8	21,76	2,9	88	52	37
B ₃ , 105—115	4,21	0,14	—	72,02	5,72	13,99	1,16	4,0	24,87	2,3	91	63	40
BC _g , 150—160	4,34	0,18	—	70,88	5,77	14,85	1,31	4,2	27,57	1,7	94	57	35
C _g , 220—230	4,83	0,16	—	70,79	5,93	15,25	1,22	4,2	29,43	1,7	94	67	43
Разр. 4. Дерново-глеевая легкогоглинистая													
A _{пер} , 4—15	13,51	12,86	0,93	76,40	3,63	12,24	1,29	3,9	20,31	9,5	68	56	34
A ₂ B _{1g} , 20—30	4,02	2,67	0,93	75,17	5,11	12,32	1,16	3,7	19,27	4,0	83	50	32
B _{1g} , 40—50	3,90	1,43	0,65	73,69	5,87	14,15	1,16	3,8	22,38	2,8	89	53	36
B _{2g} , 75—85	4,20	0,84	0,17	69,87	6,61	16,50	1,45	4,0	24,04	2,2	92	54	36
BC _G , 120—130	4,01	0,57	—	72,86	5,91	15,17	1,31	4,0	26,11	2,0	93	62	41
BC _G , 160—170	4,51	0,74	—	71,85	6,29	15,23	1,27	4,1	27,77	1,8	94	66	44
C _G , 220—230	4,43	0,66	—	76,57	4,84	11,76	1,16	4,1	27,36	1,8	94	65	40
C _G , 260—270	5,93	—	—	72,26	5,14	14,84	1,35	—	—	—	Не опр.	—	—

ролитическая кислотность. Усиление гидроморфности до полугидроморфной стадии приводит к увеличению мощности зоны выщелачивания оснований. На устойчивой гидроморфной стадии развития профиль приобретает отчетливые аккумулятивные признаки по накоплению гумуса и обменных оснований.

Анализ валового состава показывает, что горизонты A₁ и A₁A₂ значительно обеднены R₂O₃ и относительно обогащены SiO₂ по сравнению с нижележащими горизонтами. Анализируя данные об изменении отношения SiO₂ : R₂O₃ и абсолютного их содержания, можно заключить, что в трансэлювиальном (разр. 2) и полугидроморфном аккумулятивно-элювиальном (разр. 3) профилях процессы элювиально-иллювиального перераспределения полутораокисей постепенно ослабевают.

Содержание гумуса и валовой химический состав интритресинной массы

Горизонт и глубина образца, см	Анализируемая масса	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Гумус, %
		% на прокаленную навеску				
Разр. 1. Светло-серая лесная среднесуглинистая						
A ₂ B ₁ , 31—41	Белесое заполнение	78,20	3,35	11,94	0,10	0,74
B ₁ , 46—71	То же	75,64	4,36	12,77	0,11	0,74
То же	ВТМ	76,24	3,95	12,69	0,12	0,64
B ₂ , 71—109	Белесое заполнение	72,58	5,05	14,76	0,14	0,77
То же	ВТМ	66,71	6,44	18,53	0,23	1,90
B ₃ , 109—150	»	62,84	8,29	20,27	0,20	2,24
B ₃ Д, 150—270	»	72,16	5,19	14,48	0,13	2,76
Разр. 2. Светло-серая лесная среднесуглинистая						
A ₂ B ₁ , 18—40	Белесое заполнение	77,79	3,13	11,62	0,10	0,58
B ₁ , 40—56	То же	77,43	3,43	12,02	0,11	0,64
То же	ВТМ	72,07	5,24	15,45	0,16	0,98
B ₂ , 56—77	»	60,30	8,45	22,33	0,25	2,38
То же	Трубочки	60,42	8,50	22,08	0,20	2,15
B ₃ , 77—108	ВТМ	59,36	8,60	23,14	0,22	2,33
То же	Трубочки	57,77	9,23	23,78	0,30	2,50
BC, 108—155	ВТМ	59,50	8,34	23,75	0,22	2,58
C, 155—210	»	50,67	8,24	23,23	0,21	2,84
Разр. 3. Серая лесная глееватая со вторым гумусовым горизонтом среднесуглинистая						
A ₂ B ₁ , 32—48	Белесое заполнение	79,68	2,88	10,53	0,09	0,64
B ₁ , 48—70	То же	75,87	3,56	13,18	0,09	0,64
То же	ВТМ	71,36	4,84	16,68	0,11	0,90
B ₂ , 70—97	ВТМ	72,41	4,30	15,71	0,19	1,62
B ₃ , 97—127	»	69,57	5,40	16,18	0,26	1,80
BC _g , 127—160	»	65,26	5,94	20,50	0,39	3,05
C _g , 160—210	»	64,16	6,47	21,04	0,30	2,70
То же	Трубочки	69,24	5,68	17,31	0,28	1,90
Разр. 4. Дерново-глеевая легкоглинистая						
B _{1g} , 37—60	Белесое заполнение	76,32	3,31	13,70	0,29	0,58
B _{2g} , 60—101	ВТМ	71,17	4,35	16,47	0,25	3,77
BC _G , 101—151	»	63,28	5,85	22,78	0,31	4,41
То же	Трубочки	64,58	5,35	21,30	0,35	5,31
BC _G , 151—186	ВТМ	64,66	5,85	21,91	0,33	4,50
То же	Трубочки	63,41	6,15	21,82	0,33	6,21
C _G , 186—230	ВТМ	64,96	5,90	20,88	0,37	5,03

В составе гумуса исследуемых почв фульвокислоты преобладают над гуминовыми кислотами ($C_{г.к} : C_{ф.к}$ колеблется от 0,17 до 0,93), преимущественно содержатся фракции свободных гуминовых и фульвокислот. Агрессивные фракции фульвокислот доминируют в автоморфных почвах. По мере повышения степени гидроморфности их доля снижается.

Существенно различаются по составу гумуса вторые гумусовые горизонты (A_{2h}). Здесь отношение $C_{г.к} : C_{ф.к}$ в полугидроморфном профиле составляет 1,33, а в автоморфном, где горизонт A_{2h} выражен фрагментарно, — 0,91.

Радиоуглеродные датировки показывают, что возраст гумуса горизонта A_{2h} полугидроморфной почвы составляет 5—6 тыс. лет, тогда как современного гумусового горизонта (A_d и A_1) — около 1 тыс. лет. Это позволяет заключить, что второй гумусовый горизонт унаследован от предшествующих стадий почвообразования.

Содержание гумуса и валовой химический состав мезоструктурных компонентов (напедных кутан)

Анализируемая масса	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Гумус, %
	% на прокаленную навеску				
Разр. 1. Светло-серая лесная среднесуглинистая					
В ₂ , 71—109 см					
ВГМ	72,67	5,62	12,38	0,11	0,31
Верхняя	73,94	4,97	12,88	0,13	0,71
Нижняя	73,59	5,15	13,27	0,11	0,77
Боковая	73,39	6,95	12,26	0,16	0,77
В ₃ , 109—150 см					
Верхняя	72,83	5,39	14,90	0,14	0,71
Нижняя	74,24	5,34	13,88	0,13	0,98
Боковая	73,15	5,83	14,09	0,12	0,69
Разр. 4. Дерново-глеявая легкоглинистая					
ВС _G , 101—151 см					
Верхняя	72,04	5,53	14,50	0,11	0,76
Нижняя	71,84	5,53	14,60	0,11	0,74
Боковая	72,10	5,39	14,48	0,13	0,83
ВС _G , 151—186 см					
Верхняя	71,33	5,76	15,07	0,11	0,80
Нижняя	71,22	5,34	14,96	0,13	0,88
Боковая	71,75	5,57	14,96	0,11	2,52

Исследование механического состава мезоструктурных компонентов показало, что масса, заполняющая трещины (ВТМ) и трубчатые поры, значительно отличается от внутриведной массы (ВГМ) и массы кутан на гранях педов. В основном трещины заполнены более тяжелым материалом, чем ВГМ и напедные кутаны. Лишь в автоморфной почве до горизонта В₂ включительно ВТМ меньше ВГМ, что, очевидно, связано с более активной миграцией суспензии из осветленной части профиля в эти горизонты. Возможно, в результате более частого воздействия кислых почвенных растворов происходит разрушение глины в трещинах с выносом продуктов разрушения. В целом сильнее всего обеднено физической глиной и илом белесое заполнение или внутриведный материал элювиальной толщи. Максимальное количество тонкодисперсных частиц накапливается в нижней части магистральных трещин. Кроме выноса тонкодисперсного материала из элювиальной толщи вследствие оподзоливания, наблюдается передвижение глинистых частиц в нижнюю часть трещин без разрушения (трещинный лессиваж).

Выявлено утяжеление механического состава трещинного материала с глубиной по профилю при максимальном содержании ила в ВТМ горизонтов ВС и С. Наиболее резко по механическому составу различаются скелетана (более легкая) и заполнения трубчатых пор и трещин (более тяжелые). Существенных различий в гранулометрическом составе между боковыми, верхними и нижними гранями педов не установлено. В целом по катене механический состав ВТМ утяжеляется с усилением гидроморфизма.

Результаты валового анализа массы мезокомпонентов генетических горизонтов изучаемых почв (табл. 2 и 3) указывают на относительное обогащение ВТМ горизонтов А₂В₁ и В₁ кремнеземом по сравнению с горизонтами В₂, В₃ и ВС, т. е. белесые присыпки обогащены кремнеземом, а глинистые натёки иллювиальных горизонтов обеднены им.

В полугидроморфном профиле (разр. 3) высокое содержание кремнезема во ВТМ до горизонта В свидетельствует о большой глубине

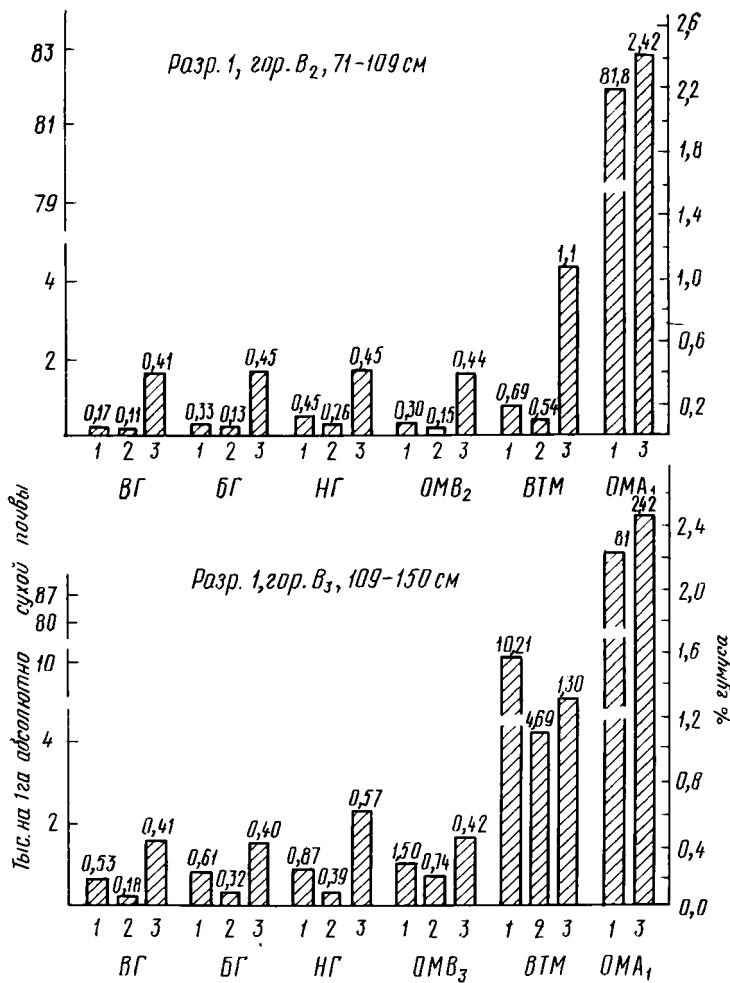


Рис. 1. Зависимость распределения микроорганизмов (тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы) по элементам структурных отдельностей светло-серой лесной среднесуглинистой почвы от содержания гумуса.

ВГ, БГ и НГ — соответственно верхние, боковые и нижние грани; ОМ — общая масса; 1 и 2 — бактерии, усваивающие соответственно минеральный и органический азот; 3 — гумус.

оподзоливания. По наличию белесых присыпок во ВТМ и высокому содержанию в них кремнезема на глубине более 1 м в автоморфной почве (разр. 1) можно судить о более глубоком оподзоливании и механическом переносе материала из верхних горизонтов. Оподзоливание и лессиваж в профиле данной почвы наиболее выражены.

Во ВТМ гидроморфной почвы (разр. 4) отчетливо выражен наиболее существенный признак глеевого процесса — мобилизация железа. У этой почвы по сравнению с автоморфными ВТМ заметно обеднена валовым железом. Самое низкое содержание железа (2,88 %) наблюдается во ВТМ горизонта А₂В₁ полугидроморфного профиля (разр. 3), что, по-видимому, связано не только с интенсивным элюированием этой части профиля, но и с меньшим поступлением железа из всех горизонтов вследствие его сегрегации в конкреции. Высокая миграционная способность железа в исследуемых гидроморфных почвах объясняется, на наш взгляд, и тем, что здесь создаются благоприятные условия для образования водорастворимых железоорганических соединений (повышенная миграция органических веществ на фоне процессов оглеения).

Во всех изучаемых почвах катены содержание R₂O₃ в заполняющем верхнюю часть трещин (А₂В₁ и В₁) материале меньше, чем в ВТМ

горизонтов В₂—С. В наиболее оподзоленных профилях (разр. 1, 2 и 3) распределение R₂O₃ по трещинам имеет элювиально-иллювиальный характер.

В гидроморфной почве (разр. 4) полутораокси распределены более равномерно по зонам трещин. Большая подвижность алюминия в глинистых натеках гидроморфного профиля по сравнению с таковой в автоморфных почвах может свидетельствовать о повышении мобильности этого элемента при повышении оглеенности.

При сравнении кутан верхних граней с нижними гранями педов в качестве общей тенденции следует отметить обогащение первых кремнеземом и их обеднение R₂O₃. Верхние грани являются микрозонами оподзоливания и элюирования элементов, нижние — микрозонами иллювиирования и накопления элементов из верхних граней. Боковые грани представляют собой стенки микропустот, микропор и микротрещин, по которым мигрируют вещества, элюированные с верхних и нижних граней педов.

Таким образом, горизонты В в исследуемых почвах можно рассматривать как результат изменения исходной породы под воздействием двух процессов: иллювиального и элювиального. Первый выражен в слабой степени и находит отражение в некотором увеличении содержания ила и R₂O₃ во внутренних частях структурных отдельностей (ВПМ). Иллювиирование сосредоточено главным образом в микропорах и микротрещинах, на что указывают натеки в них колломорфной глины.

Учитывая низкую водопроницаемость горизонтов В и С, трудно предположить, что этот процесс может играть в настоящее время доминирующую роль. Зоной действия элювиального процесса являются микротрещины, межструктурные пустоты, по которым в основном циркулируют почвенные растворы. Иными словами, горизонты В изучаемых почв, рассматриваемые по данным анализов средних образцов только как иллювиальные, в действительности представляют собой горизонты, в которых на фоне сформировавшегося иллювия локально протекает активное современное элювирование, т. е. происходит «внедрение» горизонтов А₂В₁ в горизонты В₁ и В₂. Собственно же иллювиальный процесс фиксируется на глубине 150—200 см, или в горизонтах В₃ и ВС.

Результаты определения содержания гумуса (табл. 3 и 4, рис. 1 и 2) в материале, заполняющем трещины и трубки, свидетельствуют об исключительно глубоком его проникновении вниз по профилю и сравнительно большом его количестве в трещинах, близком содержанию гумуса в верхних горизонтах. Так, в автоморфном профиле (разр. 1) количество гумуса в общей массе (ОМ) горизонта А₁ составляет 4,41 %, в А₁А₂ — 1,98, а во ВТМ горизонта В₃Д — 2,76 %; в гидроморфном профиле (разр. 4) ОМ горизонта А_{пер} содержит 12,86 % гумуса, А₂В — 2,67, а ВТМ горизонта С₂ — 6,10 %. Во ВТМ гумуса заметно больше, чем в напедных кутанах. Во ВТМ катены его количество возрастает с усилением степени гидроморфности почв. Во ВТМ дерново-глеевой почвы содержание гумуса максимальное.

Распределение гумуса по трещинам сходно с распределением физической глины и ила, т. е. наблюдается параллельное увеличение этих показателей по профилю с максимумом во ВТМ горизонтов В₃ и ВС. Это свидетельствует о том, что вертикальное проникновение гумуса по трещинам в значительной мере обусловлено явлениями лессиважа гумусированных частиц ила из верхних гумусовых горизонтов.

Наблюдаются сходство и различия во фракционном составе железа в мезоструктурных компонентах почв катены (рис. 3). Общим является некоторое повышение суммы силикатного и несиликатного железа как во ВПМ, так и во ВТМ с глубиной. Для всех почв характерно также большее относительное содержание силикатного железа во ВТМ, чем во ВПМ. Это, видимо, связано с большей мобильно-

Разр. 4, гор. ВС_с, 101-151 см

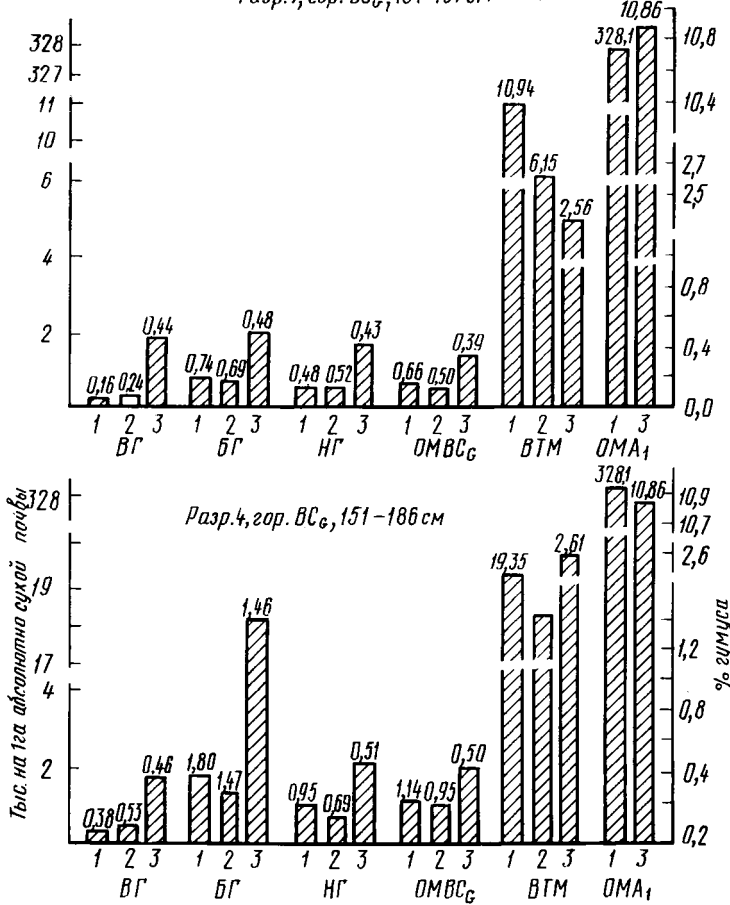


Рис. 2. Зависимость распределения микроорганизмов (тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы) по элементам структурных отдельностей дерново-глеевой легкоглинистой почвы от содержания гумуса.

стью несиликатных форм железа и, как следствие, с более энергичным их выносом из ВТМ в результате более активной миграции веществ по трещинам. Возможно также, что за счет выноса подвижных форм железа по зонам устойчивой миграции (трещинам) в них не накапливается значительно количество окристаллизованных форм. Содержание силикатного железа также может увеличиваться за счет относительно его накопления и просыпания минеральных зерен скелета в сухие сезоны года, когда трещины открыты.

Кутаны верхних, нижних и боковых грачей педов по содержанию железа мало различаются. Какой-либо закономерности в накоплении железа на этих гранях не обнаружено, различия между гранями невелики и могут носить случайный характер. Во всех напедных кутанах содержится меньше силикатного и больше аморфных форм железа, чем во ВПМ, что свидетельствует о значительной трансформации форм железа в зонах наиболее активного передвижения почвенных растворов. Профили полугидроморфной и гидроморфной почв заметно отличаются от профилей автоморфных почв как по общему содержанию железа во ВПМ и ВТМ, так и по соотношению силикатного, окристаллизованного и аморфного железа (рис. 3). Во ВТМ автоморфных почв содержание общего железа более высокое, чем во ВПМ и ВТМ полугидроморфной и гидроморфной почв. Во ВТМ последних общего железа меньше, чем во ВПМ этих же почв. Содержание аморфного железа в педях

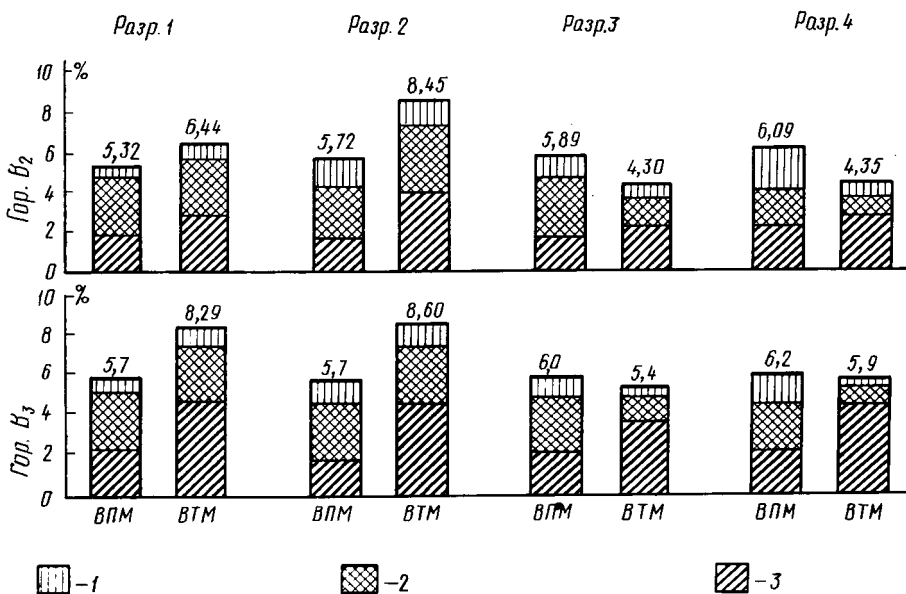


Рис. 3. Распределение аморфного (1), окристаллизованного (2) и силикатного (3) Fe_2O_3 во ВПМ и ВТМ горизонтах B_2 и B_3 катены почвы Владимирского ополья (обозначения см. в тексте).

(ВПМ) гидроморфных почв значительно больше, чем в автоморфной; картина распределения окристаллизованных форм противоположная. Во ВТМ полугидроморфной и гидроморфной почв содержится меньше аморфных форм, чем во ВПМ и ОМ, что указывает на значительную мобилизацию железа в трещинных зонах, где создаются благоприятные условия для развития интенсивного оглеения вследствие обогащения материала трещин гумусом.

Материал трещин и педов автоморфных почв характеризуется более активной трансформацией силикатных форм железа и переходом продуктов их превращения в окристаллизованные формы или частичным выносом за пределы почвенного профиля.

Таким образом, процессы превращения железа в автоморфных почвах связаны с проявлением оподзоливания, тогда как в полугидроморфных и гидроморфных наибольшую роль играет трещинное оглеение.

В связи с гетерогенностью состава почвы не только по генетическому профилю, но и в пределах одного горизонта многими исследователями [1, 2 и др.] признается положение о локализации микробного населения в микроучастках («микрониах»), т. е. в местах концентрации необходимых для микроорганизмов источников питания и энергии. Приведенные выше данные о составе и свойствах мезокомпонентов почвенных горизонтов исследуемых почв иллюстрируют представление о почве как сложной многофакторной системе, в которой имеются микроразнообразия с различной концентрацией органических и минеральных веществ.

В связи с этим интересно рассмотреть в особенности распределения микроорганизмов по компонентам почвенной массы. Бактерии, потребляющие органические и минеральные формы азота, учитывались на МПА и КАА, актиномицеты — на КАА. Здесь мы не приводим результатов определения содержания микроорганизмов в ОМ генетических горизонтов исследуемых почв. Отметим лишь на основе данных анализа средних образцов увеличение количества бактерий от светло-серой автоморфной почвы к серой лесной полугидроморфной с максимумом в верхних горизонтах для каждой почвы и заметное снижение численности микрофлоры вниз по профилю в соответ-

ствии с уменьшением количества гумуса. В верхних горизонтах дерново-глеевой почвы содержится меньше бактерий, чем в серой лесной глееватой почве, но больше, чем в автоморфных почвах.

Распределение микроорганизмов на мезоуровне по элементам строения педов и по трещинам в текстурных горизонтах в автоморфной и гидроморфной почвах представлено на рис. 1 и 2. Из приведенных данных видно, что межгоризонтные трещины ВТМ являются зонами максимального сосредоточения микроорганизмов, численность которых здесь в 2—7 раз больше, чем в средних образцах текстурных горизонтов, но меньше, чем в верхних горизонтах (ОМ А₁). Поэтому трещины в автоморфных и гидроморфных почвах следует рассматривать как артерии жизни в почвах, обеспечивающие глубокое проникновение микроорганизмов.

Распределение микроорганизмов по граням педов тесно связано с содержанием гумуса. В автоморфном профиле наибольшее количество микроорганизмов сосредоточено на нижних гранях педов, более богатых гумусом; минимальное — на верхних, относительно элюированных гранях. В гидроморфном профиле в горизонте ВС локализация микроорганизмов происходит на боковых гранях, а в породе — на верхних гранях структурных отдельностей.

Таким образом, установлено локальное распределение микроорганизмов внутри генетических горизонтов в соответствии с их химической дифференциацией на мезоуровне, отчетливо обнаруживаемой и поддающейся морфологическому изучению. Это позволяет принять существующую мезоморфологическую дифференциацию текстурных горизонтов за матрицу («нишу»), с помощью которой можно эффективно и предметно исследовать неоднородность распределения микроорганизмов, обусловленную природной вещественной разнокачественностью состава и свойств компонентов отдельностей, образующих педы и микро-трещины, в неразрывной связи со спецификой формирующих их процессов.

Выводы

1. Комплексное исследование катены почв Владимирского ополья на основе изучения профилей на макро-, мезо- и микроморфологических уровнях показало, что рассматриваемые почвы сформировались под воздействием процессов гумусонакопления, оподзоливания, лессиважа и оглеения. Степень выраженности этих процессов тесно связана с геоморфологическими и гидрологическими условиями почвообразования конкретных компонентов катены.

2. Усиление степени гидроморфности в совокупности с ухудшением поверхностного и внутрипочвенного стоков обуславливают нарастание признаков оглеения, ослабление элювиально-иллювиальной дифференциации почвенных профилей, утяжеление их механического состава, ослабление суспензионного переноса веществ и относительно увеличение процессов переноса веществ в растворах.

3. Наиболее ярко оподзоливание и лессиваж проявляются в профиле автоморфной светло-серой лесной почвы, формирующейся на выровненном водоразделе. Для нее характерны преобладание в составе гумуса агрессивных фульвокислот, кислая реакция среды, наиболее резкое обеднение илом и R_2O_3 верхней части профиля.

4. Изучение состава и свойств мезоструктурных компонентов генетических горизонтов почв позволило установить следующие локальные особенности почвообразования:

наиболее активно элювиальные процессы развиваются по боковым граням педов, вдоль трещин, которые следует рассматривать как основные каналы, обеспечивающие миграцию веществ, в том числе и элементов питания растений;

напедные кутаны богаче кремнеземом и беднее R_2O_3 , чем ВПМ, что становится заметнее по мере увеличения степени гидроморфности почв;

состав ВТМ изменяется по профилю почв, неодинаков он и в различных почвах катены; материал, заполняющий трещины в верхней части профиля (горизонты $A_2B_1-B_2$), по сравнению с ВТМ нижних горизонтов (B_3-C) богаче кремнеземом, беднее илом, полутораокисями, гумусом и подвижными формами P_2O_5 и K_2O ; ВТМ нижних горизонтов профиля обогащается илом, гумусом и элементами питания растений по мере повышения степени гидроморфности почв;

в иллювиальной толще профилей в тонкодисперсном материале на стенках трещин и поверхностях структурных отдельностей содержится больше ила, гумуса, Са, Mg, К и Р, чем во ВПМ;

анализ данных о распределении различных форм железа в разных мезокомпонентах профиля позволяет отметить, что в автоморфных почвах процессы его превращения связаны с проявлением оподзоливания, тогда как в полугидроморфных и гидроморфных почвах наибольшую роль играет трещинное оглеение.

5. При исследовании особенностей распределения микроорганизмов на мезоуровне выявлена четкая локализация их внутри каждого горизонта. В автоморфном профиле наибольшее количество микроорганизмов сосредоточено на нижних гранях педов, наиболее богатых гумусом. В гидроморфных почвах локализация микроорганизмов происходит на боковых гранях педов в горизонте ВС, а в породе — на верхних. Трещины в исследуемых почвах представляют собой «артерии жизни», обеспечивающие глубокое проникновение микроорганизмов в почву.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красильников Н. А. Микроорганизмы почв и высшие растения. М.: Изд-во АН СССР, 1958. — 2. Мишустин Е. Н. Ассоциация почвенных микроорганизмов. М.: Наука, 1975. — 3. Таргульян В. О., Соколова Т. А., Бирин А. Г. и др. Организация, состав и генезис дерново-палево-подзолистой почвы на покровных

суглинках. Морфолог. и аналит. исследование. М.: Наука, 1974. — 4. Удонго Э. Т. Сравнительная характеристика физических свойств автоморфных и гидроморфных почв Владимирского ополья. — Докл. ТСХА, 1980, вып. 258, с. 64—68.

Статья поступила 24 марта 1983 г.

SUMMARY

New approaches to the study of soil profiles are being elaborated allowing to more accurately represent the characteristics of its several elements of micromorphology under forming the properties of genetic horizons.