

УДК 631.445.1:631.413.5

**СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ
В ПОЙМЕННЫХ ПОЧВАХ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ СТЕПЕНИ ИХ ГИДРОМОРФНОСТИ**

В. И. САВИЧ, Н. А. КРУТИЛИНА, Л. Г. ВИШНЯКОВА

(Кафедра почвоведения)

В статье на основании сравнительной оценки изменения некоторых аналитических показателей по профилю пойменных почв, степень гидроморфности которых различна, дан прогноз возможного их изменения при подтоплении.

Для успешного развития мелиорации необходимо располагать данными об изменении свойств почв в результате осушения, орошения и подтопления. Однако методика прогноза изменения свойств мелиорируемых почв до настоящего времени недостаточно разработана. Имеется ряд методик по прогнозированию гумусового, химического и биологического состояния почв. Насыщенность почв элементами питания, состоящие их соединений в почвах различных зон страны, соотношения отдельных элементов (Fe:Mn, $\text{NH}_4:\text{NO}_3$ и др.) рассматриваются как критерии плодородия и гидроморфности почв [1, 3]. Отмечается также, что по мере усиления степени гидроморфности пойменных почв Нечерноземной зоны РСФСР запасы гумуса и питательных элементов в них резко снижаются [2].

Целью нашего исследования явились проверка предложенных методик прогноза изменения свойств мелиорируемых почв и оценка изменения состояния подвижных форм Na, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn в пойменных почвах реки Сухоны Вологодской области. Изучались свойства основных типов почв поймы, расположенных на разных элементах мезо- и микрорельефа на 5—7 м выше меженного уровня: дерново-аллювиально-глееватых слоистых (разрезы 1, 3—6); дерново-аллювиальных зернистых (разрез 7); дерново-подзолистых глеевых супесчаных и легкосуглинистых (разрезы 2 и 9); дерново-глеевых тяжелосуглинистых (разрез 10).

В соответствии с методикой исследования заложено 290 точек и отобрано аналогичное количество образцов. Идентифицированы их свойства, степень оторфянения и оглеения, механический состав, УГВ (уровень грунтовых вод). В свежих образцах при соотношении почва: вода 1:1 оценены pH, Eh, pNO_3 , pCa , pMg , pK . В фильтрате определены содержание Ca, Mg, Fe и Mn, в высушенных образцах: P_2O_5 — по Кирсанову, K_2O — в 1 н. $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, азота — по Тюрину, S и H_2 — по Каппену, механический состав — по Качинскому. Установлена корреляционная зависимость глубины сплошного оглеения почв от УГВ в период наблюдения (июне — августе). Математическое описание этой зависимости неоднозначно. Угол наклона экспериментальной прямой для разреза 5 (точки 81—98) соответствует $\text{tg}=37^\circ$; разреза 7 (точки 147—192) — $\text{tg}=60^\circ$; разреза 6 (точки 99—146) — $\text{tg}=30^\circ$; разрезов 9 и 10 (точки 231—290) — $\text{tg}=42^\circ$; разрезов 9 и 10 (точки 193—218) — $\text{tg}=20^\circ$. Следовательно, в наибольшей степени УГВ повлиял на глубину сплошного оглеения в разрезе 7 ($\text{tg}=60^\circ$). Согласно про-

веденным исследованиям подъем УГВ сопровождается развитием оглеения ближе к поверхности почвы. Уравнения регрессии зависимости глубины сплошного оглеения x (в см) от УГВ y (в см) следующие: разрез 5 (точки 51—98): $x=y \cdot 0,73 - 15$ для УГВ = 45—130 см; разрез 7 (точки 141—192): $x=y \cdot 1,7 - 30$ для УГВ = 45—90 см; разрез 6 (точки 99—146): $x=y \cdot 0,58 - 8$ для УГВ = 50—170 см; разрез 9 и 10 (точки 231—290): $x=y \cdot 0,9 - 27$ для УГВ = 70—110 см; $x=y \cdot 0,36 - 46$ для УГВ=130—180 см; разрезы 9 и 10 (точки 191—218): $x=y \cdot 0,36 + 8$ для УГВ = 25—100 см.

Рассматриваемая зависимость неоднозначна для почв различного механического состава и связана с микрорельефом, предысторией развития. В результате повышения УГВ и увеличения длительности паводкового периода возрастает степень оторфянения при застойном водном режиме. Накоплению органического материала способствует большая насыщенность почв основаниями, о чем свидетельствуют данные, согласно которым реакция верхних горизонтов полугидроморфных почв более слабокислая, чем автоморфных. В итоге исследований выявлен следующий эволюционный ряд почв Присухонской поймы: аллювиально-дерновые, аллювиально-луговые, аллювиально-луговые-глеевые, аллювиально-луговые-болотные, иловато-торфянистые, иловато-торфяные (иловато-торфяно-перегнойные). Такая трансформация почв возможна при увеличении степени гидроморфности территории. Одновременно будет возрастать монотонность ландшафтной структуры. При подтоплении автоморфных почв возможны такие процессы, как развитие глееватости, слабое оторфянение в депрессиях, разрушение иллювиального горизонта.

Т а б л и ц а 1

Агрохимические и физико-химические свойства почв

Горизонт	pH _{сол}	S	H _г	V, %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		ммоль/100 г					
Разрез 5, УГВ 100 см							
A ₁	6,6	40,2	0,5	98,7	10,1	8,4	16,6
A ₂ B	6,4	32,8	0,7	97,9	6,2	12,6	11,9
B _g	5,9	29,6	1,0	96,6	4,2	23,2	11,4
G _g	5,6	28,8	0,8	97,4	4,8	24,5	10,2
Разрез 8, УГВ 150 см							
A ₁	6,8	44,8	0,5	98,9	8,7	6,1	11,2
A ₂ B	6,9	44,2	4,5	90,7	7,3	13,8	11,5
B _g	6,2	31,6	0,8	97,6	9,8	15,1	8,7
G ₁	5,9	30,6	1,0	96,9	4,2	13,9	10,0
B _g	5,7	32,2	0,4	98,7	3,1	21,4	14,6
Q ₃	5,6	26,6	0,7	97,4	4,2	23,6	12,2
Разрез 7, УГВ 60 см							
A ₁	5,2	32,0	1,7	94,8	8,7	6,9	25,2
A ₂ B	6,5	40,0	1,1	97,4	9,0	6,2	16,6
G	5,0	27,2	2,2	92,4	9,2	9,6	10,0
Разрез 9, УГВ 105 см							
A ₁	6,4	40,4	5,4	88,3	10,1	7,1	13,6
A ₂ B	5,9	35,6	1,4	96,2	6,7	7,7	10,7
B _g	5,1	31,4	1,7	94,9	5,9	12,1	9,1
G _g	5,6	32,6	1,6	96,3	4,5	16,3	10,5
Разрез 10, УГВ 35 см							
A ₁	5,2	34,6	1,1	96,8	11,5	4,6	17,2
A ₂ B	5,6	35,8	1,2	96,7	9,2	4,6	10,0
B _g	5,6	34,4	5,0	87,4	9,2	6,0	7,3
G _g	5,4	33,4	5,6	85,6	12,6	6,0	7,9

П р и м е ч а н и е . Содержание гумуса в верхних горизонтах разрезов 5, 8, 7, 9, 10 соответственно равно 2,9; 4,2; 5, 2; 3,7; 2,4 %.

В целях более детального подтверждения такого прогноза проведен водробный анализ данных о механическом составе, физико-химических и агрохимических свойствах почв подтопляемой территории Присухонской низменности (табл. 1). Исследуемые почвы отличаются тяжелым механическим составом. Некоторое его утяжеление в верхних горизонтах обусловлено заилением почв и наличием органического вещества. Вниз по профилю содержание илистой фракции ($<0,001$ мм) и физической глины уменьшается во всех разрезах, за исключением разрезов 9 и 10.

Содержание гигроскопической влаги колеблется от 4,4 до 7,9 % что характерно для почв средне- и тяжелосуглинистого механического состава. Значение $pH_{\text{сол}}$ в верхних горизонтах исследуемых почв находится в пределах 5,2—6,8 (табл. 1). Несколько выше кислотность почв разрезов 7 и 10, в которых вода находится ближе к поверхности (от 35 до 60 см в момент наблюдения). Емкость поглощения и степень насыщенности почв основаниями высокие, отсюда следует, что они не нуждаются или слабо нуждаются в известковании. В почвах разрезов 5, 6 и 9 значения $pH_{\text{сол}}$ по профилю уменьшаются. Во всех исследуемых разрезах в породе этот показатель составляет 5,0—5,6, $pH_{\text{вод}}$ исследуемых почв колеблется от 5,4 до 8,3. Нейтральную или слабощелочную реакцию имеют и грунтовые воды. Вниз по профилю уменьшается и сумма поглощенных оснований; обеспеченность почв подвижными соединениями калия изменяется от хорошей до удовлетворительной, обеспеченность подвижными формами фосфора в основном низкая, особенно если принять во внимание градации для торфяно-болотных почв, а легкогидролизуемым азотом с учетом pH среды в основном средняя.

Вниз по профилю содержание подвижных элементов питания меняется неоднозначно, что характерно для пойменных почв и обусловлено их слоистостью, привнесом водорастворимых элементов из верхних горизонтов и с водораздела, большей степенью разложения органического вещества и уменьшением соотношения C:N.

Таблица 2

Содержание катионов в почвенной суспензии (мг/л)

Горизонт	K	Ca	Mg	Fe	Mn	$pH_{\text{вод}}$	Eh , мВ по ХСЭ	
Разрез 1								
A ₁	1,8	4,5	4,6	1,7	0	6,7	270	
A ₁ B	1,4	6,0	7,8	1,9	0	7,0	263	
B	1,4	4,6	4,8	1,5	0	6,7	250	
G ^e	1,0	4,6	4,3	3,5	0,10	6,8	232	
Разрез 2								
A ₁	1,0	6,3	9,0	1,5	0	6,8	245	
A ₁ B	1,6	4,9	7,3	2,2	0	7,2	223	
B	1,6	3,7	5,4	2,9	0	7,3	215	
BC	4,7	1,9	2,1	7,9	0,02	7,6	225	
C	7,9	1,6	2,4	13,7	0,04	7,2	247	
Разрез 3								
A ₁	3,7	4,9	3,6	4,4	0,06	6,0	242	
A ₂ B	3,4	3,0	3,1	4,5	—	5,6	237	
B	6,1	1,0	1,0	6,5'	—	6,0	252	
BC	10,2	1,4	2,1	13,6	—	6,2	254	
C	3,3	—'	1,7	—	—	6,2	252	
Разрез 4								
A ₁	5,0	—	8,3	9,2	0,4	0,01	6,9	259
A ₂ B	0,3	7,3	8,3	0,8	0,20	7,0	263	
BC	2,2	6,1	6,4	2,0	—	7,2	262	
C	3,3	6,9	7,8	3,7	—	7,2	257'	

* ХСЭ — хлорсеребряный электрод.

Исследуемые почвы характеризуются довольно высокими значениями Eh, кроме верхнего горизонта разреза 9 и почв разреза 10 (табл. 2), что свидетельствует об отсутствии анаэробных условий. Резко анаэробные условия свойственны только верхним горизонтам почвы разреза 10. Содержание водорастворимых форм железа составило 0,4—17,4 мг/л, водорастворимого марганца — 0—2,7 мг/л. Соотношение Fe : Mn колеблется в очень широких пределах — от 5,2 до 673,5, соотношение $\text{NH}_4 : \text{NO}_3$ в этих же образцах составляет 0,3—0,5.

Как видно из данных табл. 3, реакция среды близка к нейтральной, содержание в растворе водорастворимых соединений Fe и Mn небольшое. Значения Eh у большинства почв достаточно высокие (300—400 мВ).

Меньшие значения Eh соответствуют разрезам с ярким проявлением оглеения (разрезы 2, 9 и 10).

Увеличение степени гидроморфности указывает на уменьшение Eh среды. Подтопление может вызвать снижение Eh, однако этот показа-

Т а б л и ц а 3

Окислительно-восстановительные свойства, pH, содержание Fe и Mn в почвенной суспензии (почва : раствор=1 : 1; август 1985 г.)

Горизонт	pH _{вод}	Eh, мВ по ХСЭ	Fe	Mn	Fe:Mn	NH ₄ :NO ₃
			мг/л			
Разрез 5						
A ₁						
	7,9	290	5,33	0,06	88,22	0,49
A ₂ B	7,9	305	4,94	0,07	69,41	0,46
в	7,4	296	3,33	0,02	163,50	0,46
G	7,9	293	3,91	0,04	96,81	0,49
Грунтовые воды	7,6	256	0	0,91	0	0,30
Разрез 6						
A ₁	6,3	237	10,31	0,44	24,50	0,50
A ₂ B	6,5	288	6,04	0,21	28,71	0,43
B	6,5	297	8,84	0,05	176,04	0,39
BC	6,4	318	17,31	0,05	346,80	0,43
C	6,4	327	13,52	0,02	673,53	0,44
Грунтовые воды	7,2	276	7,52	0,19	39,43	0,24
Разрез 7						
A ₂	6,3	330	5,2	0,17	30,71	0,35
A ₂ B _g	6,3	347	10,03	0,17	58,90	0,36
G ^k	6,1	267	8,22	0,08	102,03	0,45
Грунтовые воды	6,7	16	8,53	0,09	94,31	0,25
Разрез 8						
A ₁	7,8		12,71	0,06	211,51	0,56
A ₂ B	7,8	—	0,62	0,01	62,02	0,56
B _g	7,8	—	0,62	0,16	4,00	0,55
G ₁ ^g	8,0	310	3,61	0,11	33,00	0,52
G ₂	7,9	300	0,09	—	—	0,50
G ₃	7,9	297	—	—	—	0,52
Грунтовые воды	8,9	289	6,90	0,13	53,60	0,30
Разрез 9						
A ₂	5,8	107	4,72	0,05	93,61	0,44
A [^] B	5,8	294	3,24	0,03	106,02	0,45
в	5,9	323	4,13	0,03	137,71	0,45
G ^g	5,4	342	4,33	0,06	72,32	0,44
Грунтовые воды	6,4	381	—	0,07	0	0,30
Разрез 10						
A ₁	7,8		—19 14,21	2,74	5,22	0,40
A ₂ B	8,3	—33	4,92	0,84	6,41	0,44
B _g	8,3	—97	7,21	0,11	65,70	0,46
Грунтовые воды	6,8	—106	0	4,52	0	0,32

тель в большинстве образцов не снижается ниже 300—400 мВ (по водородному электроду), что указывает на возможное образование в данных почвах восстановленных форм соединений Fe и Mn, переходе NO_3 в NH_4 и N_2 . Однако образование H_2S и PH_4 не наблюдалось. Можно предположить, что при подтоплении исследуемой территории токсичные соединения такого рода также не будут образовываться.

Таким образом, в полугидроморфных почвах содержание Mn не поднимается выше 1 мг/л, а Fe — выше 10—30 мг/л, что исключает возможность токсикации растений этими элементами.

Проведенные исследования показали значительное варьирование в почвах соотношения подвижных форм Fe и Mn, соотношение NH_4 : NO_3 , менялось в гораздо меньшей степени.

Заключение

Изменение почвенного покрова исследуемой территории при увеличении увлажнения можно прогнозировать путем анализа особенностей почв разной степени гидроморфности, развитых на отдельных элементах мезо- и микро рельефа.

При увеличении степени гидроморфности почв Присухонской поймы выделен следующий эволюционный ряд почв: аллювиальные дерновые, аллювиальные луговые, аллювиальные луговые глеевые, аллювиальные луговые болотные, аллювиальные болотные, иловато-торфянистые (иловато-торфяно-перегнойные). На данной территории с увеличением переувлажнения Eh будет уменьшаться. Однако содержание водорастворимых соединений Fe и Mn не достигнет токсичных для растений концентраций, при этом не будут образовываться H_2S и PH_3 . В верхних горизонтах исследуемых почв, кроме дерново-глеевых, можно ожидать увеличения суммы поглощенных оснований, уменьшения кислотности и накопления органического вещества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова Л. Н. Органические вещества почвы и процессы его трансформации. — Л.: Наука, 1980. — 2. Барановская А. В. К характеристике количества и состава органического вещества в почвах Калининской области. — Почвоведение, 1952, № 5, с. 434—442. — 3. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация заболоченных почв Нечерноземной зоны РСФСР. — М.: Колос, 1981.

Статья поступила 17 марта 1986 г.

SUMMARY

Changes in soil cover with increased soil moistening on the area studied can be forecasted by analysing the characteristics of soils with different hydromorphic level developed on certain elements of meso- and microrelief.

With higher hydromorphic degree on soils of Prisukhonsky lowland the following evolutional series of soils (from alluvial-soddy up to slimy-peat-humus) and lower Eh value are forecasted. The amount of water soluble iron and manganese compounds does not achieve the level which is toxic for plants. In the upper horizons of these soils the increased overmoistening of the area may result in higher total amount of absorbed bases, lower acidity, accumulation of organic matter.