

УДК 631.415.1:631.43

## ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЕННЫХ ОРТШТЕЙНОВ

Тимофеева Я. О.

*Биолого-почвенный институт Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, Россия (690022, Владивосток, пр-т Столетия Владивостока, 159), e-mail: timofeeva@biosoil.ru*

Рассмотрены особенности общих физических и физико-химических свойств почвенных ортштейнов в почвах различного генезиса. Получены данные о величине влажности, плотности твердой фазы, порозности и реакции среды ортштейнов. Ортштейны характеризуются большей плотностью твердой фазы, меньшей влажностью и порозностью. Реакция среды ортштейнов по сравнению с почвенной массой более кислая. Установлено дифференцированное влияние процесса оглеения на физические свойства ортштейнов. При усилении оглеения нижней части почвенного профиля влажность и порозность ортштейнов увеличивается. Анализ почвенных ортштейнов и мелкозема свидетельствует об отсутствии прямолинейной зависимости между свойствами вмещающих почвенных горизонтов и ортштейнов.

Ключевые слова: ортштейны, физика почв, кислотность почв.

## PHYSICAL AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF SOIL HARDPAN

Timofeeva Y. O.

*Institute of Biology and Soil Science, Far Eastern Branch, Russian Academy of Science, Vladivostok, Russia, (690022, Vladivostok, avenue Stoletiya of Vladivostok, 159), e-mail: timofeeva@biosoil.ru*

Peculiarities general physical and physicochemical hardpans properties considered in deferent genesis soils. Dates of moisture, density of the solid phase, porosity and acidity of hardpans have been obtained. The hardpans are characterized by bigger density of solid phase, smaller moisture and porosity. Acidity of hardpan is higher in comparison with soil weight sourer. The differentiated influence of gley process on hardpan physical properties is established. The hardpan moisture and porosity increased when gley strengthening in the lower part of a soil profile. The analysis soil and hardpan indicates the absence rectilinear dependence between properties of the containing soil horizons and hardpans.

Keywords: hardpans, soil physics, soil acidity.

### Введение

Ортштейны представляют собой плотные, минеральные стяжения и являются самостоятельными природными телами с определенным внутренним строением, составом и свойствами, которые существенно отличаются от почвенных. Всестороннее изучение ортштейнов имеет большое теоретическое значение для выявления местных особенностей процессов почвообразования и функционирования почвенного покрова в целом. На основании результатов исследования ортштейнов можно судить об интенсивности и направленности процессов трансформации первичных и вторичных минералов, аккумуляции элементов в почве, поглощении ионов из почвенного раствора твердыми частицами и обратный переход из твердой фазы и т.п. Формирование ортштейнов сопровождается усложнением их организации, изменением существующих и появлением новых характерных особенностей.

Физико-химические и физические свойства ортштейнов определяются направленностью основного почвообразовательного процесса и корректируются в зависимости от

накладывающихся. Как и в почве, характеристики физических и физико-химических показателей в ортштейнах зависят от элементного состава, содержания влаги, органических и минеральных составляющих, характера упаковки частиц и структурных отдельностей и т.д. Немногочисленные исследования свойств выявили сходство между величиной показателей в ортштейнах и вмещающих горизонтах почв. Однако в большинстве случаев изучение свойств ортштейнов проводилось выборочно на одном, редко двух типах почв, а порой даже на отдельных горизонтах почвенного профиля. В настоящее время в почвоведении установлен и утвержден целый ряд параметров, характеризующих форму и вещественный состав ортштейнов, на основании которых можно определить условия их формирования [2, 6]. Имеющиеся результаты экспериментальных исследований физических и физико-химических свойств ортштейнов весьма разрозненны, и определение каких-либо зависимостей по ним достаточно проблематично.

Задачей настоящей работы является изучение основных физических и физико-химических свойств ортштейнов, выделенных из разных типов почв.

### **Материалы и методы исследований**

Изучение отдельных свойств ортштейнов проводилось на материале, выделенном из трех типов почв (бурозем оподзоленный, агротемногумусово-глеевая типичная, аллювиальная слоистая типичная), с отличными показателями рассматриваемых параметров. Ортштейны выделяли из почвы методом мокрого просеивания через мелкоячеистые (0,5 мм) капроновые сита с предварительным отмачиванием в воде и последующей декантацией. Дальнейшая очистка ортштейнов от посторонних примесей проводилась в лабораторных условиях с помощью электромагнитного сепаратора марки 138Т (Россия) при силе тока 10 А, что стало возможным за счет высокого содержания в ортштейнах высокодисперсных гидроксидов железа, обладающих магнитными свойствами [1]. Для изучения основных физических свойств ортштейнов были определены: естественная влажность (весовым методом), плотность твердой фазы (весовым методом) и порозность отдельных агрегатов (парафиновым методом) [5]. Определение порозности отдельных агрегатов выполнено на ортштейнах и почвенных отдельностях размером 4 – 5 мм, ортштейны такого размера формируются лишь при определенном сочетании условий конкрециеобразования, поэтому установить эту величину во всех опытных образцах не представлялось возможным.

Данные, полученные в результате исследований, подвергали статистической обработке с использованием формул и компьютерных программ Statistic и Excel [4].

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Результаты определения физических свойств ортштейнов и их сравнение с аналогичными свойствами почвенного мелкозема представлены на рисунке 1.

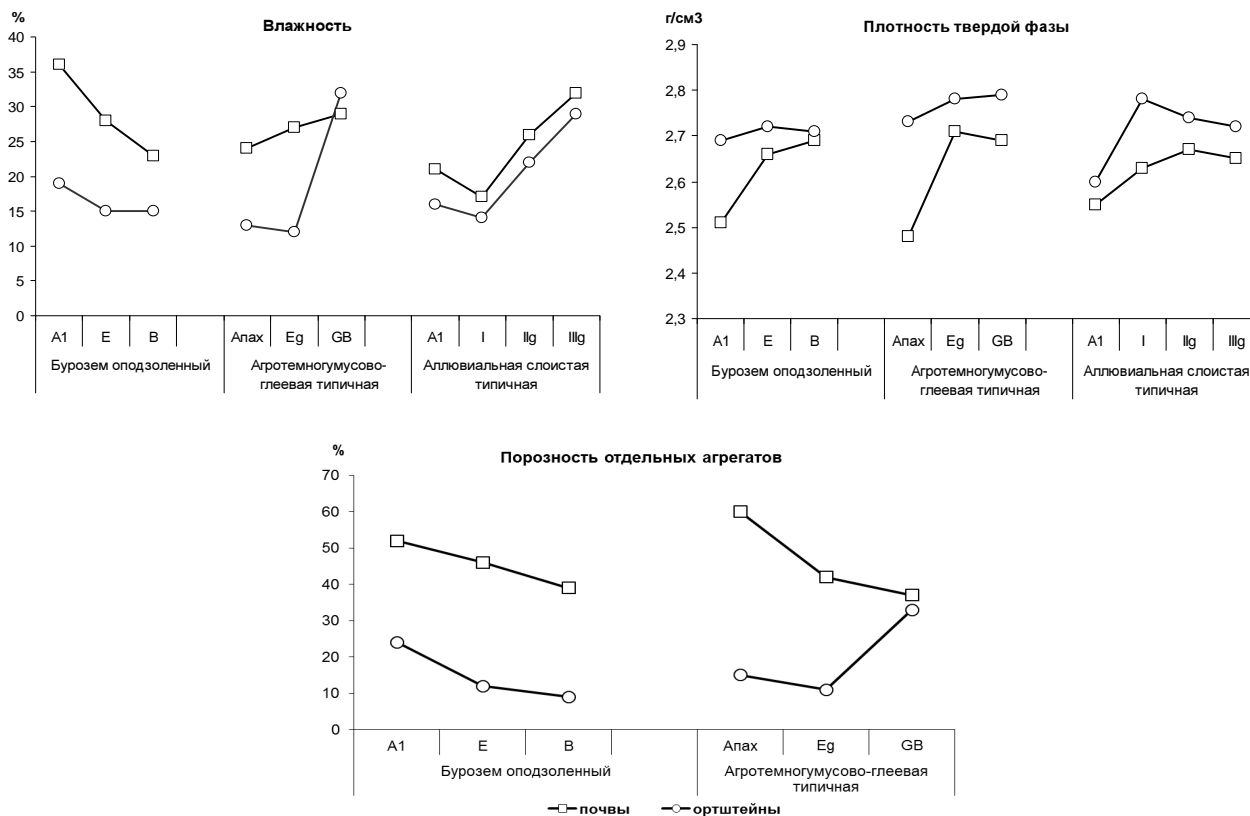


Рис. 1. Физические свойства ортштейнов и вмещающих горизонтов различных типов почв

Значения естественной влажности отражают влажность образца на момент отбора. Влажность ортштейнов всегда меньше влажности почв. При проявлении процессов оглеения содержание влаги в ортштейнах увеличивается, и разница между величиной влажности в почвах и ортштейнах сокращается.

Плотность твердой фазы ортштейнов оказалась выше плотности твердой фазы почвенной массы. При этом для ортштейнов, сформированных в различных горизонтах профиля, отмечается неоднородность по рассматриваемому признаку. Ортштейны гумусо-аккумулятивных горизонтов отличаются самой низкой величиной этого показателя. Плотность твердой фазы ортштейнов, также как и почв, увеличивается в нижних минеральных горизонтах бурозема оподзоленного и агротемногумусово-глеевой типичной почвы. В аллювиальных слоистых почвах на фоне увеличения плотности твердой фазы вниз по профилю в почвенном материале закономерного увеличения этого показателя в ортштейнах не происходит. Как правило, ортштейны с максимальной плотностью твердой фазы формируются в средней части профиля. Близкие показатели плотности твердой фазы ортштейнов, сформированных в разных типах почв, вероятно, обусловлены их единым происхождением, а также более высоким, по сравнению с почвенным мелкоземом, содержанием конкрециеобразующего компонента и его частичной окристаллизацией.

Порозность является одним из важнейших свойств почвы, характеризующих ее водный и воздушный режимы. Значения порозности отдельных агрегатов показывают, что в ортштейнах поры занимают значительно меньший объем. В ортштейнах бурозема оподзоленного величина порозности снижается с продвижением к нижней части профиля вслед за уменьшением порозности почвенных агрегатов. В агротемногумусово-глеевой типичной почве порозность ортштейнов размером 4–5 мм в нижней части профиля, наоборот, увеличивается.

Физические свойства ортштейнов находятся в непосредственной зависимости с условиями их формирования. Оглеение приводит к увеличению порозности и влажности ортштейнов. Причиной этому могут быть два противоположно направленных процесса. Первый связан с активной миграцией основных конкрециеобразующих элементов в анаэробных условиях в виде слабо окристаллизованных соединений и их осаждением на поверхности ортштейнов. Второй, наоборот, вызван диффузией коллоидных гидроксидов Fe и Mn из ортштейнов в почву. Накопление или потеря таких форм конкрециеобразующих элементов вызывает ощутимые изменения физических свойств ортштейнов, которые становятся более похожи на свойства почвенного мелкозема.

Физико-химические свойства почв определяются процессами, происходящими в основном между ее твердой и жидкой фазами (почвенным раствором). При уменьшении концентрации раствора часть веществ поступает в него из твердой фазы почвы, и, наоборот, при увеличении концентрации часть веществ выпадает из раствора, присоединяясь к твердой фазе. Одной из важнейших характеристик почв является ее реакция среды (рН). Кислотность почв обусловлена наличием водородных ионов в почвенном растворе и содержанием обменных ионов  $H^+$  и  $Al^+$  в почвенном поглощающем комплексе. При определении кислотности выделяют два ее вида – активную или актуальную (кислотность непосредственно почвенного раствора) и потенциальную (кислотность почвенного раствора плюс дополнительное количество ионов  $H^+$ , поступивших в раствор из слоя компенсирующих ионов при эквивалентном обмене).

Ортштейны, являясь биоминеральными телами, относятся к твердой фазе почв. Их взаимодействие с почвенным раствором определяется качественным составом и, в первую очередь, содержанием слагающих Fe, Mn-соединений и зависит от контрастности окислительно-восстановительного режима. Учитывая отличительные особенности ортштейнов, можно сказать, что актуальная кислотность этих новообразований определяется концентрацией ионов  $H^+$ , входящих в состав поверхностных комплексов адсорбированных на внешней поверхности ортштейнов, а потенциальная кислотность дополняется ионами  $H^+$ , входящими в состав новообразованного вещества ортштейнов.

Результаты определения кислотности различных типов почв и ортштейнов показывают, что значения рН ортштейнов меньше почвенной величины (табл. 1).

**Таблица 1**

Реакция среды ортштейнов и вмещающих горизонтов почв

Горизонт, глубина, см	рН							
	почва				ортштейны			
	водное		солевое		водное		солевое	
	М	$\pm \sigma$	М	$\pm \sigma$	М	$\pm \sigma$	М	$\pm \sigma$
Бурозем типичный								
A1 4-12	5,98	0,27	5,56	0,30	5,74	0,16	5,01	0,28
A1B12-28	6,17	0,36	5,36	0,31	4,77	0,20	3,53	0,21
B 28-57	6,07	0,33	5,31	0,19	5,02	0,32	3,79	0,26
Бурозем оподзоленный								
A1 0,5-10	5,72	0,08	4,72	0,20	4,51	0,24	3,70	0,27
E 10-40	6,08	0,27	4,51	0,22	4,78	0,19	3,52	0,23
B 40-79	5,88	0,22	4,46	0,19	5,16	0,26	3,36	0,20
Подбел темногумусовый типичный								
A1 1,5-12	6,18	0,08	4,96	0,15	6,07	0,22	4,51	0,24
E 12-25	5,74	0,19	4,55	0,28	5,45	0,19	4,08	0,32
EBg 25-32	5,71	0,17	4,73	0,14	5,20	0,12	4,03	0,20
Bg 32-118	6,04	0,21	4,61	0,07	5,59	0,19	4,14	0,26

Примечание: М – среднее арифметическое,  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение.

Кислотность водной суспензии ортштейнов находится в интервале кислой и слабокислой реакции среды, а солевой – в диапазоне очень сильнокислой, сильнокислой и кислой. Реакция среды водной суспензии ортштейнов мало отличается от уровня водного рН вмещающих горизонтов, однако, разделение кислотности ортштейнов по профилю почв не обнаруживает прямой связи с величиной рН почвенного мелкозема. Солевой рН ортштейнов резко отличается от почвенного в сторону увеличения кислотности, что обусловлено высоким по сравнению с почвенной массой содержанием железистых минеральных коллоидов, которые при взаимодействии с раствором нейтральной соли образуют хлориды.

Природа кислотности ортштейнов так же, как и почв, зависит от совокупного действия множества факторов. Наиболее значимыми являются: минералогический состав, наличие свободных солей, содержание и качество органического вещества. Минералогический состав ортштейнов отличается от почвенного преобладанием Fe-гидроксидов различной степени окристаллизованности, откуда Fe в результате реакций катионного обмена переходит в раствор, подкисляя его. Целенаправленной идентификации свободных солей в составе ортштейнов не проводилось, и в настоящий момент невозможно достоверно определить их влияние на величину рН. Содержание органического вещества в ортштейнах ниже, чем в почвенном мелкоземе. По имеющимся данным, гумус ортштейнов характеризуется фульватным составом и в два раза большей ароматичностью макромолекул по сравнению с гумусовыми кислотами почв [3]. Также в ортштейнах обнаружено незначительное

количество тканей высших растений, функциональные группы и составляющие органические кислоты, которых могут дополнять подкисление реакции среды [3].

### **Заключение**

Анализ изученных физических параметров показывает, что ортштейны представляют собой прочные компоненты почвенной массы за счет плотной упаковки конкрециеобразующих материалов, а также за счет более упорядоченной внутренней организации. От почвенного мелкозема они отличаются меньшей влажностью и порозностью и большей плотностью твердой фазы. Для ортштейнов характерно увеличение кислотности и снижение величины рН. Кислая реакция среды ортштейнов отчасти способствует проявлению аккумулялирующей способности новообразований в отношении ряда металлов (Co, Pb, Ni, Cu).

### **Список литературы**

1. Бабанин В. Ф., Иванов А. В., Пухов Д. Э., Шипилин А. М. Магнитные свойства конкреций подзолистой поверхностно-оглеенной почвы // Почвоведение. – 2000. – № 10. – С. 1224-1232.
2. Зайдельман Ф. Р., Никифорова А. С. Генезис и диагностическое значение новообразований почв лесной и лесостепной зон. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. – 216 с.
3. Ковалева Н. О., Ковалев И. В. Особенности органического вещества железисто-марганцевых конкреций серых лесных почв (по данным  $^{13}\text{C}$  ЯМР-спектроскопии) // Вестник Моск. ун-та. Сер. 17, Почвоведение. – 2003. – № 2. – С. 25-32.
4. Лакин Г. Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 344 с.
5. Практикум по почвоведению / отв. ред. И. С. Кауричев. – М.: Колос, 1973. – 279 с.
6. Росликова В. И. Марганцево-железистые новообразования в почвах равнинных ландшафтов гумидной зоны. – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 292 с.

*Работа выполнена при поддержке грантов Президиума ДВО РАН №12-III-B-09-192, № 12-III-D-09-035, №12-III-B-06-086.*

### **Рецензенты:**

Голов Владимир Иванович, д.б.н., главный научный сотрудник лаборатории почвоведения и экологии почв Федерального государственного бюджетного учреждения науки Биолого-почвенного института Дальневосточного отделения РАН, г. Владивосток.

Пуртова Людмила Николаевна, д.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории почвоведения и экологии почв Федерального государственного бюджетного учреждения науки Биолого-почвенного института Дальневосточного отделения РАН, г. Владивосток.