

УДК 631.4

О. А. Анциферова

ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫЕ КОНКРЕЦИОННЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ В ПОЧВАХ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

73

Изучены конкреционные новообразования почв: ортштейны, трубчатые конкреции, дерновая руда. Представлены результаты анализа морфологических свойств и химического состава конкреций. Установлено присутствие конкреций в большинстве региональных почв. Определено предварительное диагностическое значение разных групп новообразований в зависимости от режима увлажнения почв. В конкрециях всегда накапливаются Fe, Mn, Ni, P, As, иногда Zn, Cu, Cr, Y. Состав конкреций отражает особенности геохимической обстановки.

This article examines the concretionary neoformations in soils: hardpans, tubular concretions, ironstone. The results of an analysis of the morphologic properties and chemical composition of concretions are presented. Concretions were found in most regional soils. The preliminary diagnostic significance was identified for different groups of neoformations depending on the soil moistening regime. Concretions are proved to accumulate Fe, Mn, Ni, P, As, and sometimes Zn, Cu, Cr, Y. The structure of concretions reflects the features of the geochemical situation.

Ключевые слова: Fe-Mn-конкреции, ортштейны, оглеенные почвы, коэффициент накопления, диагностическое значение.

Key words: Fe-Mn concretions, hardpans, gleysolic soils, accumulation index, diagnostic significance.

Введение

Железистые и железомарганцевые конкреции широко распространены в почвах гумидной областей [1–3]. «Для их формирования необходимо и достаточно наличия в почвах и почвенных растворах подвижных форм железа и марганца; чередования окислительных и восстановительных условий, периодов избыточного увлажнения и иссушения почвенного профиля; присутствия гетеротрофных и автотрофных микроорганизмов, которые осуществляют как мобилизацию Fe и Mn, так и их отложение; наличия центров конкрециеобразования — минеральных зерен, биолитов. В ортштейнах происходит накопление Fe и Mn по сравнению с вмещающей породой» [1, с. 30]. Для почв Калининградской области данных по морфологии и составу конкреционных новообразований практически не имеется.



Объекты и методы

Исследования проводились в западной части Калининградской области в пределах холмисто-моренных и водно-ледниковых равнин. Для диагностики почв закладывались полнопрофильные разрезы. Конкреции выделялись в соответствии с рекомендованными методиками [1; 4]. В лабораторных условиях определялись морфологические свойства и фракционный состав новообразований; гранулометрический состав почвенных образцов (по Качинскому) и физико-химические свойства (рН потенциометрически, гидролитическая кислотность по Каппену, обменные катионы кальция и магния трилонометрическим методом [5]). Химический состав новообразований анализировался рентгенфлуоресцентным методом в Почвенном институте им. В. В. Докучаева РАСХН (г. Москва) [6].

74

Результаты и обсуждение

Многолетние исследования (1999–2012 гг.) показывают, что тип железомарганцевых конкреций в почвах области представлен ортштейнами, трубчатыми конкрециями (роренштейнами), дерновой рудой, рудяком.

Ортштейны входят почти во все минеральные почвы, за исключением автоморфных песчаных почв. Роренштейны приурочены в основном к дерново-глеевым почвам, образуются вокруг корней трав, имеют вытянутую форму и сквозной канал, повторяют форму корней. Дерновая руда встречается редко в дерново-глеевых почвах песчано-супесчаного состава, двучленах; на контакте ареалов глеевых почв с ожеженными грунтовыми водами и дерново-глеевых почв на карбонатных отложениях. Отдельности новообразований имеют округлую или плоскую форму с раковистой и кавернозной поверхностью. Образование связано с близким залеганием грунтовых вод с повышенным содержанием железа.

Разнообразие геоморфологических условий, неоднородность гранулометрического состава и химизма пород создает большое количество геохимических барьеров в осушенных почвах. Поэтому нередко в профиле одной почвы можно обнаружить несколько групп новообразований. Совместно встречаются: аморфные скопления гидроокиси железа и ортштейны; роренштейны и ортштейны; роренштейны, ортштейны и окисленные железистые горизонты; гумус-Fe-Al-цементационные горизонты и железистые конкреции.

В табл. 1–2 представлены аналитические данные некоторых типичных конкреционных железомарганцевых новообразований из почв региона.

Морфологическая характеристика железомарганцевых конкреций из почв агроландшафтов

Разрез, почва	Вмещающий горизонт, глубина, см	Характеристики новообразований				Содержание во вмещающем горизонте	
		Форма	Цвет	Плотность	Размер	г/кг	%
331 ДД _к Л	A ₂ g 30–45	Округлые	Черные, ржаво-черные	Прочные, твердые	Преобладают 3–10 мм	15	1,5
161 ПДу	Cg 103–119	Влянутые, округлые, трубчатые (роренштейны)	Сверху ржавые, внутри черные или ржавые	Непрочные, песчаные, при надавливании распадаются	Крупные, преобладают более 1 см	96	9,6
68 ДУ	A ₁ 0–28 AB 28–40	Округлые	Черные, реже ржаво-черные	Прочные, твердые	Преобладают от 3 мм и более	A ₁ 140–154 AB 55,5	14,0–15,4 5,5
118 ДГс	A ₁ 0–20 Ag 20–30 B _{Mn} g 33–50	Округлые в A ₁ , в B _{Mn} g – раковистые			Преобладают 3–10 мм	A ₁ 16,0 Ag 55,0 B _{Mn} g 574,3	1,6 5,5 57,4

Коэффициенты накопления некоторых элементов в железомарганцевых конкрециях

Разрез	Горизонт, глубина, см	Коэффициенты накопления элементов										
		MgO	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃	Ni	Cu	Zn	As	Sr
331	A ₂ g 30–45	0,4	0,9	2,1	0,9	30,3	2,0	1,6	1,0	1,0	1,5	1,1
	C 103–119	1,1	2,0	5,7	1,6	157,3	2,1	23,3	2,1	3,2	2,5	1,2
68	A ₁ 0–15	0,7	0,7	12,6	1,3	18,0	12,8	6,8	-	1,5	12,3	0,8
	A ₁ 15–28	0,6	0,6	11,4	1,4	28,0	22,9	7,5	-	2,5	5,9	0,8
	ABg 28–40	0,8	0,8	11,2	1,4	6,9	6,3	5,6	5,6	2,3	13,7	0,7
118	Ag 20–30	0,9	0,5	5,5	1,8	36,9	8,3	4,9	2,9	2,9	36,0	1,9
	B _{Mn} g 33–50	0,8	0,8	6,2	2,0	31,7	4,4	4,8	1,5	1,4	12,2	2,0



Разрез 331. Западина на холмистой равнине. Почва дерново-подзолистая осушенная, окультуренная, глееватая легкосуглинистая на водно-ледниковых суглинках. Реакция среды в горизонтах с ортштейнами (A_{2g}, B_g) – сильноокислая (рН_{H₂O} 4,7–4,9). Состав вмещающих горизонтов – среднесуглинистый и глинистый.

Разрез 161. Почва на водно-ледниковых песках дерново-подзолистая культурная, глубокоглееватая, супесчаная. Реакция среды в горизонте с конкрециями (С 103–119 см) – кислая (рН_{H₂O} 5,5). Гранулометрический состав вмещающего горизонта – песчаный.

Разрез 68. Почва дерново-глеевая, супесчаная, осушаемая на делювиальных отложениях и водно-ледниковых супесях. Реакция среды (рН_{H₂O}) в горизонтах с ортштейнами (A₁, AB, B_g) 5,7–6,4, глубже нейтральная.

Разрез 118. Расположен в центре заболачиваемого в осенне-весенний период понижения. Почва дерново-глеевая осушаемая, среднесуглинистая, подстилаемая карбонатными супесями и песками. Реакция среды в горизонтах с конкрециями (A₁, Ag, B_{Mn}g) – слабощелочная (рН_{H₂O} 7,3–7,5). Вмещающие горизонты среднесуглинистые.

Из результатов анализа железомарганцевых конкреций почв можно сделать следующие обобщения:

1. Ортштейны образуются в почвах песчаного, супесчаного и суглинистого состава, если к этому существуют геохимические и гидрологические предпосылки.

2. Осушительная мелиорация приводит к понижению уровня грунтовых вод в заболоченных почвах. При смене окислительно-восстановительных условий происходит образование железомарганцевых новообразований на кайме грунтовых вод при условии, что воды или породы содержат повышенное количество указанных элементов (*разрез 118*). Особенно сложные литологические условия складываются на участках с высокой пестротой почвообразующих и подстилающих пород. Примером может служить *разрез 161*, который располагается на холме, сложенном супесчано-песчаными породами, но местами осложненными линзами суглинков. На линзах образуется верховодка,двигающаяся в направлении уклонов. Режим верховодки зависит от погоды, а состав формируется при просачивании атмосферной воды через профиль почв и пород. В итоге в почве *разреза 161* складываются контрастные окислительно-восстановительные условия, что приводит к образованию ортштейнов и роренштейнов в песчаном горизонте породы, а глубже и целого ожелезненного слоя (на контакте с подстилающей породой).

3. Среди конкреций преобладают округлые черные твердые и черно-бурые ортштейны диаметром 3–10 мм. Fe-Mn-новообразования занимают от 1,5 до 9,6 % от массы почвы горизонта. В отдельных случаях наблюдается настолько обильное образование конкреций, что создается целый рудяной слой, где масса конкреций составляет около или более 50 % от массы вмещающего мелкозема (*разрез 118*). Особенностью является приуроченность рудяных конкреций (жерствы) не только к дерновому горизонту, как описано в литературе [1, с. 74], а к нижележащему оглеенному слою.



Закономерности конкрециеобразования вскрываются при профильном анализе. Так, в почве *разреза 68* максимальная концентрация ортштейнов наблюдается в горизонте A_1 . В почве *разреза 118* максимум обнаруживается в срединных глееватых горизонтах. Такие факторы объясняются разным режимом увлажнения почв, уровнем капиллярной каймы, возникновением в профиле кислотно-основных геохимических барьеров на разных глубинах.

4. В составе конкреций всех образцов накапливаются Fe, Mn, Ni, P, As по сравнению с вмещающим мелкоземом. Состав конкреций отражает особенности геохимической провинции преимущественно по As. Иногда в конкрециях аккумулируется Zn, Cu, Cr, Y. В зависимости от локальных особенностей в отдельных случаях обнаруживается накопление брома и селена, связанных с органическим веществом [7]. Редко селен концентрируется в очень значительных количествах.

А. В. Македонов отмечал, что «коэффициент концентрации железа в ортштейнах... колеблется от 2 до 9. Коэффициент концентрации марганца обычно выше и колеблется от 37 до 50. Интересно, что эти величины в указанных пределах весьма устойчивы для всей огромной территории лесной зоны умеренного пояса» [3, с. 21]. Ф. Р. Зайдельман в своих исследованиях пришел к выводу, что «коэффициенты накопления железа и марганца в ортштейнах зависят от генезиса почвообразующих пород, а внутри катен — от степени заболоченности почв» [1, с. 42]. В проанализированных нами ортштейнах это положение в общем подтверждается. Но размах варьирования характеризуется более широкими рамками в зависимости от локальных геохимических особенностей.

Предварительные выводы о диагностическом значении Fe-Mn-конкреций в осушенных почвах агроландшафтов области:

1. Железистые бурые округлые, угловатые среднего размера конкреции приурочены к супесчаным Al-Fe-гумусовым дерново- и перегнойно-подзолистым почвам, а также буроземам грунтово-глеевым и профильно-глееватым. Межхолмные понижения с уровнем грунтовых вод глубже 160 см.

2. Fe-Mn-ортштейны (максимум в A_{2g} , Bg, BCg) встречаются в глееватых почвах разных позиций (повышения, склоны, понижения) с уплотненными, утяжеленными срединными горизонтами.

3. Fe-Mn-конкреции черные или бурые раковистые с зернистой поверхностью обнаружены в контактно-глеевых почвах с подстиланием тяжелой породой, сформировавшихся на повышениях, склонах; переувлажнение обильной верховодкой с 70–140 см.

4. Дерновая руда — индикатор ожелезненных грунтовых вод и высокой опасности заохривания закрытого дренажа.

Список литературы

1. Зайдельман Ф. Р., Никифорова А. С. Генезис и диагностическое значение новообразований почв лесной и лесостепной зон. М., 2001.
2. Водяницкий Ю. Н. Химия и минералогия почвенного железа. М., 2003.
3. Македонов А. В. Современные конкреции в осадках и почвах // Труды ОИП. М., 1966. Т. 19.



4. *Зайдельман Ф. Р.* Методы эколого-мелиоративных изысканий и исследований почв. М., 2008.
5. *Воробьева Л. А.* Химический анализ почв. М., 1998.
6. *Рентгенофлуоресцентный* энергодисперсионный метод анализа почв и растений : бюллетень Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева. М., 1980. Вып. 23.
7. *Перельман А. И.* Геохимия ландшафта. М., 1966.

Об авторе

Ольга Алексеевна Анциферова — канд. с.-х. наук, доц., Калининградский государственный технический университет.

E-mail: anciferova@inbox.ru

About the author

Dr Olga Antsiferova, Ass. Prof., Kaliningrad State Technical University.

E-mail: anciferova@inbox.ru