

Групповой состав железа в эмбриоземах техногенных ландшафтов степного ядра Кузбасса

В. Г. ДВУРЕЧЕНСКИЙ

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
630099, Новосибирск, ул. Советская, 18
E-mail: dvu-vadim@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

Содержание форм железа в профиле эмбриоземов техногенных ландшафтов степного ядра Кузбасса и зональных почв позволило выявить генетические различия, которые весьма существенны, что, в свою очередь, рассматривается как диагностический показатель характера, интенсивности и направленности почвенных процессов.

Ключевые слова: эмбриоземы, техногенные ландшафты, формы железа, генезис почв, направленность почвообразования.

В почвоведении большое значение придается химическим элементам, определяющим формирование диагностических признаков генезиса почв, особенно железу, которое, переходя в закисные или окисные формы и меняя при этом валентность, активно вступает во взаимодействие со всеми продуктами почвообразования. Этим оно диагностирует направление почвообразования, типовые особенности многих почв, определяет различную их окраску. В полной мере сказанное относится и к формирующимся почвам техногенных ландшафтов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследованы инициальные, органоаккумулятивные, дерновые и гумусово-аккумулятивные эмбриоземы [1] в техногенных ландшафтах степного ядра лесостепной зоны Кузбасса.

Известно, что содержание железа в почвах колеблется от 2 до 35 %, повышаясь в

тонких фракциях до 10–45 % [2]. Вероятно, и в почвах техногенных ландшафтов содержание железа будет близко к этим значениям.

Все железо, находящееся в почвах и определяемое химическими и физико-химическими методами, делится нами на следующие группы и формы:

1. Общее или валовое, распространение которого в профиле отражает его перераспределение, но не выявляет причин последнего и не объясняет различие в окраске почв.

2. Силикатное, связанное в минералах. Условно подразделяется на прочно- и рыхлосвязанное. Важность определения силикатного железа состоит в его соотношении с несиликатным. Это соотношение необходимо для выяснения: а) количества содержания прочно- и рыхлосвязанного силикатного и несиликатных форм железа в минералах почвообразующих пород; б) стадийности преобразования железосодержащих минералов в почвообразующей толще и перераспределения железа при лессиваже; в) степени разрушения железосодержащих минералов и

Двуреченский Вадим Геннадьевич

выноса железа в растворах с последующим его осаждением, контролируемым формированием железисто-иллювиальных горизонтов.

3. Несиликатное – свободное железо, которое делится по степени окристаллизованности на сильно- и слабоокристаллизованное. Эти соединения могут служить показателем относительной молодости почв и пород. Аморфная форма несиликатного железа образуется при выветривании железистых силикатных минералов [3]. Аморфная форма подвижна и в связи с этим служит индикатором почвообразования.

Все перечисленные формы железа, включая аморфную, не связанную с органическим веществом почвы, имеют преимущественно литогенное происхождение. И лишь одна форма – аморфное железо, связанное с органическим веществом почвы, имеет педогенное происхождение.

Таким образом, изучение группового состава железа степного ядра Кузбасса проводилось исходя из следующих представлений:

1. Преобладание силикатного железа над несиликатным может обуславливаться слабой степенью выветрелости пород или относительной молодостью почвообразования в техногенном ландшафте.

2. С накоплением железа связано проявление ряда элементарных почвообразовательных процессов, контролируемых соотношением и распределением его свободных форм.

3. Содержание и дифференциация форм железа в генетическом профиле эмбриозема, соотношение этих форм в мелкоземе эмбриоземов диагностирует особенности генезиса эмбриоземов техногенных ландшафтов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В районе Моховского углеразреза, расположенном в степном ядре, входящем в южную лесостепную зону, в основном представлены четвертичные отложения, которыми являются карбонатные лессовидные суглинки. Они повсеместно перекрывают пермские коренные углевмещающие породы. Мощность лессовидных суглинков изменяется от 1,5–3,0 м на склонах до 35–40 м и более на водоразделах. Минералогический состав их крупных фракций представлен кварцем, полевы-

ми шпатами, слюдами, примесями ярко- и желто-зеленого хлорита, эпидота, роговой обманки и циркона. Из вторичных преобладают минералы монтмориллонитовой группы и гидрослюд [4]. Эти породы обладают наивысшим в данной зоне плодородием и являются главными потенциально плодородными породами (ППП), пригодными для технологической рекультивации с высоким почвенно-экологическим эффектом [5].

В отвалы, которые формируются в результате применения неселективной по породам технологии, помимо карбонатных суглинков попадает смесь песчаников, аргиллитов, алевролитов и угля в различных пропорциях. В связи с этим поверхность отвала отличается мозаичностью почвенного покрова и хаотичной смесью почвообразующих пород. Поэтому содержание валового железа отражает только количество его в микроочагах [6] и лишь некоторое его перераспределение в профиле, т. е. является особенностью заложённого разреза.

Эмбриозем инициальный. Поскольку в профиле инициального эмбриозема отсутствуют органогенные горизонты, почвенно-генетической профильной дифференциации форм железа здесь не наблюдается. Содержание валового железа в профиле почвы колеблется в мелкоземе от 5 % в верхней части профиля до 7,5 % в нижней (см. таблицу). Представлено оно большей частью силикатной формой и в меньшей степени сильноокристаллизованной формой несиликатного железа. Из-за отсутствия развитых почвенных процессов все оно литогенного происхождения, т. е. унаследовано от пород, отсыпанных в отвалы в фазу техногенеза. Следует отметить незначительное содержание аморфной формы железа.

Эмбриозем органоаккумулятивный. В отличие от инициального эмбриозема в профиле органоаккумулятивного хотя и присутствует органогенный горизонт A_0 , но профильной дифференциации форм железа, как и в инициальном эмбриоземе, не наблюдается. Их распределение хаотично, хотя по сравнению с инициальным эмбриоземом содержание валового железа в мелкозему органоаккумулятивного эмбриозема немного меньше – до 4 %. Валовое железо представлено

силикатной формой и сильноокристаллизованной формой несиликатного железа. Содержание аморфного железа в профиле органоаккумулятивного эмбриозема незначительное. Отмечаются только следы его присутствия. Следовательно, и в данном типе эмбриоземов, как и в инициальном, активность процессов почвообразования определить невозможно.

Эмбриозем дерновый. В дерновом эмбриоземе профильная дифференциация проявляется более четко. Здесь присутствует биогенный горизонт в виде дернины мощностью до 8 см. В связи с этим активизируется физическое и химическое преобразование исходного субстрата. Содержание валового железа в мелкоземе дернового эмбриозема невелико и практически равномерное во всем профиле и составляет в горизонте A_d 4,40 %, увеличиваясь в подорганогенных горизонтах до 5,79 %. Силикатное железо преобладает над несиликатным, которое представлено окристаллизованными формами. Соотношение силикатных и несиликатных форм железа зависит от степени выветрелости пород. Здесь же преобладание силикатного железа над несиликатным говорит об их слабой выветрелости.

Главной особенностью дернового эмбриозема являются наличие и характер поведения аморфного железа. Общее содержание этой формы постепенно увеличивается с глубиной. Но если количество аморфной формы железа, не связанной с органическим веществом, на порядок увеличивается в подорганогенном горизонте и продолжает увеличиваться с глубиной, то аморфная форма железа, связанного с органическим веществом, наоборот, свой максимум имеет в органогенном горизонте A_d и непосредственно под ним. Далее происходит резкое уменьшение содержания этой формы. А на глубине 55 см она практически исчезает. Таким образом, в дерновом горизонте дернового эмбриозема отмечается увеличение подвижных форм железа, в основном педогенного происхождения. Этому способствуют и большое количество разложившегося травянистого опада, и слабкокислая среда этого горизонта. Все это ведет к развитию процессов синтеза педогенного органического вещества, хотя процес-

сы накопления органического вещества развиты слабо.

Гумусово-аккумулятивный эмбриозем. В профиле гумусово-аккумулятивного эмбриозема происходит существенная трансформация почвообразующего субстрата под воздействием процессов разложения и синтеза органического вещества. Поэтому этот тип эмбриоземов обладает относительно развитым профилем и имеет помимо дернины гумусово-аккумулятивный горизонт.

Содержание валового железа в мелкоземе этого типа эмбриоземов постепенно увеличивается с глубиной – от 4–5 % в органогенных горизонтах до 7 % в горизонте С. Силикатное железо преобладает над несиликатным не во всех горизонтах, а только в органогенных. В нижних горизонтах содержание этих форм железа становится одинаковым. Это происходит, во-первых, из-за наличия сильноокристаллизованной формы несиликатного железа. Эта форма образовалась в допедогенный период при формировании осадочных озерных (лагунных) отложений. Во-вторых, из-за нисходящей миграции в нижнюю часть профиля подвижных форм железа вследствие разрушения железосодержащих минералов в ходе химического, физико-химического и биохимического выветривания в гумусово-аккумулятивном горизонте. По этой причине в глубине профиля эмбриозема наблюдается увеличение количества слабоокристаллизованного и аморфного железа. В целом аморфной формы железа в гумусово-аккумулятивном эмбриоземе содержится немного. Это объясняется, по-видимому, тем, что эмбриоземы в техногенных ландшафтах степного ядра Кузбасса относительно зонального ландшафта находятся в условиях повышенной температуры и более сильного периодического иссушения, т. е. характеризуются значительной ксероморфностью, хорошей аэрацией, обусловленной сильной каменистостью пород. По этой причине в них преобладают окислительные условия, благоприятствующие кристаллизации аморфных форм железа. Иными словами, в гумусово-аккумулятивном эмбриоземе степного ядра Кузбасса идет переход части аморфного железа в его слабоокристаллизованную форму. Это осу-

Горизонт	Глубина, см	Валовое	Силикатное		Несиликатное		общее	
			1*	2*	1	2	1	3*
<i>Выщелоченные черно</i>								
A	0–10	5,32	3,61	67,86	1,71	32,14	1,46	27,44
A	10–20	4,88	3,22	66,05	1,66	33,95	1,43	29,30
AB	25–45	5,54	3,73	67,24	1,81	32,76	1,69	30,56
B ₁	50–60	5,41	3,82	70,56	1,59	29,44	1,47	27,29
B ₂	65–75	5,41	3,91	72,36	1,50	27,64	1,40	25,84
B _к	90–100	5,61	4,22	75,20	1,39	24,80	1,29	23,00
C _к	>170	5,74	4,38	76,35	1,36	23,65	1,29	24,50
<i>Эмбриоземы техногенных</i>								
C	0–2	4,99	2,15	43,09	2,84	56,91	2,64	52,90
C	2–13	5,99	4,00	66,78	1,99	33,22	1,75	29,22
C	13–35	5,99	4,10	68,45	1,89	31,55	1,60	26,71
C	35–55	7,59	5,82	76,68	1,77	23,32	1,40	18,45
<i>Органоакку</i>								
C	0–3	3,60	2,80	77,78	0,80	22,22	0,73	20,27
C	3–15	3,80	2,27	59,74	1,53	40,26	1,46	38,42
C	15–30	3,40	2,00	58,83	1,40	41,17	1,34	39,41
C	30–50	3,40	2,10	61,76	1,30	38,24	1,23	36,18
<i>Дер</i>								
A _д	0–8	4,40	2,79	63,41	1,61	36,59	1,44	32,73
C	8–20	5,39	4,17	77,37	1,22	22,63	0,99	18,36
C	20–30	5,00	4,00	80,00	1,00	20,00	0,76	15,20
C	42–55	5,79	4,80	82,90	0,99	17,10	0,72	12,44
<i>Гумусово-ак</i>								
A _д	0–2	3,80	2,56	67,37	1,24	32,63	1,06	27,89
A ₁	2–10	4,80	2,88	60,00	1,92	40,00	1,74	36,25
A ₁ C	10–20	5,19	3,00	57,80	2,19	42,20	1,97	37,96
C	35–45	6,39	3,12	48,83	3,27	51,17	2,92	45,69
C	55–65	6,39	3,10	48,51	3,29	51,49	2,77	43,35

П р и м е ч а н и е. 1* – содержание форм железа в мелкозем, %; 2* – процентное отношение к валовой форме; 3* – процентное отношение к аморфной форме.

ществляется в основном в подорганогенных горизонтах.

Аморфное железо в органогенных горизонтах гумусово-аккумулятивного эмбриозема представлено самой подвижной органической формой. Этому способствуют, как и в дерновом эмбриоземе, и большое количество опада растительного происхождения, и сла-

бокислая среда этого горизонта. Все это ведет к развитию процессов накопления педогенного органического вещества, которые преобладают над процессами минерализации. С глубиной количество аморфного железа увеличивается в основном за счет железа, не связанного с органическим веществом эмбриозема.

Распределение форм железа (%) в эмбриоземах и зональной почве степного ядра Кузбасса

Окristаллизованное				Аморфное					
сильнокристаллизованное		слабокристаллизованное		общее		органическое		неорганическое	
1	4*	1	4	1	3	1	5*	1	5
<i>земли степного ядра</i>									
0,05	1,00	1,41	26,44	0,25	4,70	0,19	3,50	0,06	1,20
0,10	2,10	1,33	27,20	0,23	4,65	0,19	3,84	0,04	0,81
0,26	4,70	1,43	25,86	0,12	2,20	0,06	1,10	0,06	1,10
0,53	9,85	0,94	17,44	0,12	2,15	0,04	0,80	0,08	1,35
0,60	11,00	0,80	14,84	0,10	1,80	0,04	0,80	0,06	1,00
0,63	11,30	0,66	11,70	0,10	1,80	0,04	0,75	0,06	1,05
0,58	11,00	0,71	13,50	0,07	1,60	0,02	0,55	0,05	1,05
<i>ландшафтов. Инициальный</i>									
1,08	21,64	1,56	31,26	0,20	4,01	0,16	3,21	0,04	0,80
1,16	19,37	0,59	9,85	0,24	4,00	0,19	3,17	0,05	0,83
1,32	22,04	0,28	4,67	0,29	4,84	0,12	2,00	0,17	2,84
1,26	16,60	0,14	1,85	0,37	4,87	0,07	0,92	0,30	3,95
<i>мулятивный</i>									
0,39	10,82	0,34	9,45	0,07	1,95	0,05	1,39	0,02	0,56
1,02	26,84	0,44	11,58	0,07	1,84	0,05	1,31	0,02	0,53
1,19	35,00	0,15	4,41	0,06	1,76	0,03	0,88	0,03	0,88
1,10	32,35	0,13	3,83	0,07	2,06	0,01	0,29	0,06	1,77
<i>новый</i>									
1,07	24,32	0,37	8,41	0,17	3,86	0,15	3,41	0,02	0,45
0,67	12,43	0,32	5,93	0,23	4,27	0,13	2,41	0,10	1,86
0,59	11,80	0,17	3,40	0,24	4,80	0,09	1,80	0,15	3,00
0,55	9,50	0,17	2,94	0,27	4,66	0,06	1,04	0,21	3,62
<i>кумулятивный</i>									
0,73	19,21	0,33	8,68	0,18	4,74	0,16	4,21	0,02	0,53
1,26	26,25	0,48	10,00	0,18	3,75	0,15	3,13	0,03	0,62
1,25	24,09	0,72	13,87	0,22	4,24	0,16	3,08	0,06	1,16
1,29	20,18	1,63	25,51	0,35	5,48	0,12	1,88	0,23	3,60
1,18	18,47	1,59	24,88	0,52	8,14	0,11	1,72	0,41	6,42

му железу; 3* – процентное отношение к несиликатному железу; 4* – процентное отношение к окристаллизованному железу;

Как известно, с накоплением железа связано проявление ряда элементарных почвообразовательных процессов, контролируемых соотношением и распределением его свободных форм [3]. Поэтому появляется возможность говорить о направленности почвообразовательных процессов. В частности, развитие эмбриоземов со слабым увлажнением, с

интенсивными процессами выветривания, умеренной аэрацией, невысоким содержанием органического вещества и отсутствием условий для возникновения конкреций направлено в сторону формирования ксероморфных почв, соответствующих аридным почвам. Общая черта этих почв – невысокое содержание всех форм несиликатного железа,

кроме слабоокристаллизованных его соединений, которыми представлено почти все несиликатное железо.

Зональная почва. Зональными автоморфными почвами элювиальных позиций естественных ландшафтов степного ядра Кузбасса являются выщелоченные черноземы. Количество и содержание форм железа в выщелоченных черноземах имеют свою специфику. Исследованиями Зонна [7], Кармановой [8], Ерошкиной [9] показано, что для всех биоклиматических зон и типов почвы характерно определенное соотношение между силикатным и несиликатным железом. Так, в составе степных черноземных почв силикатного железа содержится 66–75 % от валового, несиликатного – 25–34 % от валового [7]. В выщелоченных черноземах степного ядра Кузбасса установлена аналогичная закономерность: силикатного железа содержится 66,05–75,20 % от валового, несиликатного – 27,64–33,95 % от валового. Это говорит о том, что железо выщелоченного чернозема в основном неподвижно и связано в минералах. Подобное соотношение силикатного железа с несиликатным свидетельствует о том, что степень разрушения железосодержащих минералов, количество которых незначительно, низкая. Выноса железа в растворах при формировании иллювиального горизонта не происходит.

Аморфной формы в выщелоченном черноземе содержится немного. Поэтому подвижность железа имеет незначительную степень. Это объясняется тем, что зональные почвы, как и почвы техногенных ландшафтов степного ядра Кузбасса, характеризуются ксероморфностью, хотя и в меньшей степени. Поэтому педогенного железа, связанного с органическим веществом, содержится мало и его миграция вглубь ограничивается указанными причинами.

ВЫВОДЫ

Групповой состав железа эмбриоземов степного ядра Кузбасса и зональных почв диагностирует существенные генетические различия, которые проявляются в следующем:

1) преобладании силикатного железа над несиликатным. В техногенных ландшафтах степного ядра это обуславливается слабой степенью выветрелости пород и молодостью почвообразования;

2) проявлении элементарных почвообразовательных процессов, в особенности накопления педогенного органического вещества, которые преобладают над процессами минерализации. Однако темп этого накопления низкий;

3) содержании и особенностях дифференциации форм железа (в частности, самой подвижной, аморфной, которой в органогенных горизонтах содержится достаточно) в генетическом профиле эмбриозема, а также в соотношении этих форм в мелкозем. Все это диагностирует особенности генезиса эмбриоземов техногенных ландшафтов степного ядра Кузбасса.

По указанным причинам зональная направленность процессов почвообразования выражена слабо и эмбриоземы степного ядра Кузбасса следует считать азональными образованиями. Наиболее развитые в эволюционном отношении гумусово-аккумулятивные эмбриоземы в настоящее время находятся в метастабильной климаксовой фазе. Все различия в групповом составе железа между эмбриоземом гумусово-аккумулятивным и зональным выщелоченным черноземом указывают на то, что техногенные ландшафты лесостепной зоны Кузбасса являются экоклимом [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Курачев В. М., Андроханов В. А. Классификация почв техногенных ландшафтов // Сиб. экол. журн. 2002. № 3. С. 255–261.
2. Зонн С. В., Рукака А. Н. Методы определения несиликатных форм железа в почвах // Почвоведение. 1978. № 2. С. 89–101.
3. Зонн С. В., Вин-Хтин Маунг. О формах железа, методах их определения и значении для диагностики тропических почв // Почвоведение. 1971. № 5. С. 7–20.
4. Рагим-заде Ф. К. Техногенные элювии вскрышных пород угольных месторождений Сибири, оценка их потенциального плодородия и пригодности для восстановления почвенного покрова: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1977.
5. Андроханов В. А., Куляпина Е. Д., Курачев В. М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск, 2004.
6. Полохин О. В. Специфика преобразования минеральных форм фосфатов при почвообразовании в тех-

- ногенных ландшафтах // Сиб. экол. журн. 2007. № 5. С. 843–847.
6. Зонн С. В. Железо в почвах. М.: Наука, 1982.
7. Карманова Л. А. Общие закономерности соотношения и распределения форм железа в основных генетических типах почв // Почвоведение. 1978. № 7. С. 49–62.
8. Ерошкина А. Н. Содержание различных форм железа и углерода в субтропических почвах Западной Грузии // Там же. 1974. № 7. С. 44–54.
9. Курачев В. М. Теоретические и практические проблемы рекультивации нарушенных земель и современные способы их решения // Сиб. экол. журн. 1998. № 6. С. 509–515.

Group Composition of Iron in the Embryozems of Technogenic Landscapes in the Steppe Kernel of the Kuznetsk Basin

V. G. DVURECHENSKY

*Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS
630099, Novosibirsk, Sovetskaya str., 18
E-mail: dvu-vadim@yandex.ru*

Comparison between the parity of forms of iron in the structure of embryozems of the technogenic landscapes in the steppe kernel of the Kuznetsk Basin and zonal soils allowed revealing the genetic distinctions which are essential. In turn, this is considered as the diagnostic parameter of the character, intensity and orientation of soil processes.

Key words: embryozems; technogenic landscapes; forms of iron; genesis of soils; orientation of soil formation.