

А.О. АЛЕКСЕЕВ, Т.В. АЛЕКСЕЕВА

**ОКСИДОГЕНЕЗ ЖЕЛЕЗА
В ПОЧВАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ**



ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ
И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПОЧВОВЕДЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

А.О. Алексеев, Т.В. Алексеева

**ОКСИДОГЕНЕЗ ЖЕЛЕЗА
В ПОЧВАХ
СТЕПНОЙ ЗОНЫ**

Москва
ГЕОС
2012

УДК 631.4
ББК 26.323
И 48

Алексеев А.О., Алексеева Т.В. Оксидогенез железа в почвах степной зоны.
М.: ГЕОС, 2012. – 204 с. + 4 цв. вкл.; ил.
ISBN 978-5-89118-608-8

В монографии изложены результаты исследования процесса оксидогенеза железа, обусловленного действием природных и антропогенных факторов, в почвах степной зоны юго-востока европейской части России на основе комплекса параметров, отражающих состояние соединений железа в почвах.

Показано, что оксидогенез железа в степных почвах – важный и информативный комплекс процессов с участием биотических и абиотических факторов. На основании проведенных минералогических и микробиологических исследований представлен цикл формирования и преобразования оксидов железа в почвах степной зоны. Обнаружено формирование высокодисперсного почвенного магнетита и рассмотрены пути его формирования. Продемонстрирована определяющая роль железоредуцирующих бактерий в образовании почвенного магнетита в степных почвах и в формировании в связи с этим профиля магнитной восприимчивости и намагниченности почв. Выявлены прямые корреляции величин магнитных характеристик почв со среднегодовыми атмосферными осадками для современных степных почв европейской части России. Содержание почвенного магнетита может рассматриваться как «магнитная запись» в почве о предшествующих условиях окружающей среды степей. Полученный инструмент позволяет получить количественные характеристики климатических условий для почв степей юго-востока Русской равнины в плейстоцене и голоцене. На основе исследования минералогических и магнитных параметров большого набора почв, погребенных под разновозрастными насыпями археологических памятников степей юго-востока Русской равнины, а также плейстоценовых лессово-почвенные комплексов, получены количественные характеристики климатических условий в голоцене и плейстоцене. Разработанные положения оксидогенеза железа в почвах раскрывают и обосновывают практическое использование магнитных методов измерений в палеоэкологических целях и исследованиях, связанных с вопросами эволюции биосферы.

Книга может быть интересна для широкого круга специалистов – почвоведов, геологов, географов и экологов.

Рецензент: доктор биологических наук *Л.О. Карпачевский*



*Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований по проекту № 12-04-07130-д*

Издание РФФИ не подлежит продаже

© А.О. Алексеев, Т.В. Алексеева, 2012
© ИФХиБПП РАН, 2012
© ГЕОС, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Глава 1. Геохимия соединений железа в почвах и методы их изучения	6
1.1. Геохимическая характеристика железа	6
1.2. Железо в почвах и процессы выветривания	8
1.2.1. Роль климата в процессе выветривания	8
1.2.2. Дренажность, роль рельефа в процессе выветривания.....	9
1.2.3. Роль исходного субстрата в процессе выветривания	9
1.2.4. Роль pH и Eh условий	11
1.2.5. Роль органического и живого вещества в почвах	12
1.3. Биогенный цикл железа	14
1.3.1. Бактериальное окисление железа	15
1.3.2. Бактериальное восстановление железа.....	17
1.4. Важнейшие железистые минералы почв и их диагностические параметры	22
1.5. Методы изучения почвенных оксидов железа.....	29
1.5.1. Химические анализы	29
1.5.2. Мёссбауэровская (ЯГР) спектроскопия	29
1.5.3. Рентгеновская дифрактометрия	32
1.5.4. Магнитные методы	32
1.6. Состояние железа в почве.....	39
Глава 2. Объекты и методы исследования	40
2.1. Почвы Ставропольской возвышенности	40
2.2. Палеопочвы археологических памятников позднего голоцена	47
2.2.1. Приволжская возвышенность, Ергенинская возвышенность, Прикаспийская низменность	48
2.3. Лёссово-почвенные комплексы юго-востока Русской равнины	53
2.3.1. Терско-Кумская равнина	53
2.3.2. Азово-Кубанская низменность	55
2.4. Методы исследований.....	58
Глава 3. Геохимия железа в почвах степных ландшафтов и особенности оксидогенеза	60
3.1. Соединения железа в почвах макрокатены на восточном склоне Ставропольской возвышенности	60
3.1.1. Распределение форм железа по результатам химических анализов	60
3.1.2. Состояние железа в илистой фракции почв (данные Мессбауэровской спектроскопии)	62

3.1.3. Содержание железа в почвенных растворах, поверхностных и грунтовых водах.....	69
3.2. Соединения железа в почвах макрократены северо-западного склона Ставропольской возвышенности, включая орошаемые почвы.....	80
3.2.1. Морфологические особенности почв, связанные с состоянием железа	80
3.2.2. Содержание и соотношение форм железа в орошаемых почвах.....	82
3.3. Содержание и соотношение форм железа в почвах почвенного комплекса гильгай (юго-восток Ставропольской возвышенности).....	86
Глава 4. Магнитные свойства и минералогия соединений железа степных почв	93
4.1. Магнитная восприимчивость почв сопряженных ландшафтов	93
4.2. Магнитная минералогия соединений железа степных почв.....	100
4.2.1. Глинистая минералогия почв и почвообразующих пород региона.....	103
4.2.2. Магнитные свойства почв и почвообразующих пород региона.....	103
4.2.3. Результаты изучения магнитных фракций.....	107
4.3. Связь магнитных и минералогических свойств современных степных почв с существующими климатическими условиями.....	117
Глава 5. Роль железоредуцирующих бактерий в формировании магнитных свойств степных почв	122
5.1. Исследование твердой фазы продуктов, полученных после инкубирования проб.....	124
5.1.1. Каштановые почвы (Волгоградская обл.)	124
5.1.2. Чернозем обыкновенный почвы (Ставропольский край)	125
5.2. Оценка размеров формирующихся при участии биогенного фактора почвенных магнетитов.....	132
5.3. Схема путей формирования оксидов железа в почвах степной зоны	135
Глава 6. Изменения минералогических и магнитных свойств почв в связи с динамикой климата степей в голоцене и плейстоцене	137
6.1. Исследование голоценовых палеопочв юго-востока Русской равнины.....	139
6.1.1. Изменения состояния соединений железа в почвах за историческое время (Курганный могильник "Авилово")	142
6.1.2. Изучение возможности диагенетических изменений в палеопочвах, погребенных под курганной насыпью.....	149
6.1.3. Изменения минералогических и поверхностных свойств почв в связи с динамикой климата степей за историческое время (Курганная группа «Калмыкия»).....	153

6.2. Исследование плейстоценовых лёссово-почвенных комплексов юго-востока Русской равнины	161
6.2.1. Основные проблемы стратиграфии и палеогеографии лёссово-почвенной формации	163
6.2.2. Лёссово-почвенный разрез "Отказное"	165
6.2.3. Лёссово-почвенные комплексы Азово-Кубанской низменности	171
Заключение	176
Литература	179