

структур к материалам подобного рода для использования их как ориентир на пути снижения пылегазовых эмиссий действующих предприятий с целью нормализации нарушенного на прилегающей территории геохимического фона и исключения возникновения новых техногенных аномалий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мари Г.* Природа и человек. СПб., 1966. 587 с.
2. *Лайель Ч.* Основные начала геологии. М., 1866. Т. 1.
3. *Тимирязев К.А.* Точно ли человеку грозит близкая гибель? М., 1899.
4. *Ферсман Е.А.* Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1955. Т. 3. 798 с.
5. *Вернадский В.И.* Несколько слов о ноосфере // Биосфера. М., 1967. С. 349-358.
6. *Глазовская М.А.* Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1964. 230 с.
7. РД 52.24.360-2008. Массовая концентрация фторидов в водах. Методика выполнения измерений потенциометрическим методом с ионоселективным электродом. Ростов н/Д, 2008. 25 с.

8. *Сает Ю.Е., Смирнова Р.С.* Геохимические принципы выявления зон воздействия промышленных выбросов в городских агломерациях // Вопросы географии: сб. М.: Мысль, 1983. Сб. 120. С. 45-55.
9. *Перельман А.И., Касимов Н.С.* Геохимия ландшафта. М.: Астра-2000, 1999. 763 с.
10. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения: приказ № 20 Росрыболовства. М., 2010.

Поступила в редакцию 25 сентября 2012 г.

Davydova N.D. TECHNOGENIC FLOWS OF POLLUTANTS AND CHANGES IN GEOCHEMICAL ENVIRONMENT OF COMPONENTS OF TAIGA AND STEPPE GEOSYSTEMS OF SIBERIA

It is shown that under conditions of technogenic pollution, comprehensive assessment of changes in matter composition of the components of geosystems, made on a quantitative basis of monitoring, offers a realistic possibility of taking relevant decisions and managing the quality of natural environment.

Key words: noosphere; technogenesis; pollution; pollutants; geosystems; geochemical environment.

УДК 631.48:930.26

ПАЛЕОПОЧВЫ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КАК ИНДИКАТОРЫ РАЗВИТИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ГОЛОЦЕНЕ

© В.А. Демкин, М.В. Ельцов, Т.С. Демкина, Т.Э. Хомутова

Ключевые слова: степь; природная среда; палеопочвы; археологические памятники.

На основе изучения подкурганых педохронорядов разработана концептуальная модель эволюции почв нижневолжских степей на протяжении последних 6000 лет. Установлены закономерности вековой изменчивости морфологических, химических, микробиологических свойств палеопочв. По палеопочвенным данным реконструирована динамика увлажненности климата в регионе в эпохи энеолита, бронзы, раннего железа и средневековья. Выявлены кризисные и оптимальные этапы в истории развития природной среды во второй половине голоцена.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема истории развития природной среды и ее отдельных компонентов всегда занимала и занимает одно из ведущих мест в сфере интересов отечественных и зарубежных специалистов в области естественнонаучных дисциплин. В ее решении используется весьма широкий спектр методов и объектов изучения. Тем не менее, полученные на сегодняшний день данные о закономерностях голоценовой динамики климата, почвенно-растительного покрова в семиаридных и аридных областях Евразии зачастую носят неоднозначный и даже противоречивый характер. Прогресс в этой области видится в максимальной интеграции исследований, выбора наиболее репрезентативных объектов, содержащих информацию для различных отраслей знания. Подтверждением сказанному могут служить многочисленные примеры совместных работ специалистов в области археологии и естественных наук, которые привели к возникновению и активному развитию новых междисциплинарных научных направлений, в частности геоархеологии, петроархеологии, зооархеологии, археофитоиндикации, археологического почвоведения [1].

Около 6000 лет назад у степных энеолитических племен юга России появился новый тип погребального обряда: над могильной ямой и окружающей ее поверхностью стал насыпаться холм из почвенно-грунтового материала. В отечественную научную литературу археологические памятники подобного рода вошли под названием «курганы». Традиция курганного погребального обряда сохранялась у степного населения бронзового (III–II тыс. до н. э.), раннежелезного (I тыс. до н. э. – IV в. н. э.) веков, раннего и развитого этапов средневековья (V–XIV вв. н. э.). Существующая хронология археологических культур в рамках упомянутых исторических эпох дает возможность определить время сооружения того или иного памятника с точностью от 200–300 до 30–50 лет. В пределах отдельного курганного могильника, куда, как правило, входят разновозрастные памятники, можно исследовать достаточно длительный (до 6000 лет) и дробный погребенный педохроноряд, включающий палеопочвы целой серии временных срезов, нередко до пяти-шести и более. Эффективность таких исследований в решении задач голоценовой эволюции биосферы и ее отдельных компонентов оказывается чрезвычайно высокой, что объясняется прежде всего спецификой объекта изучения.

Как известно, почвы являются едва ли не единственным природным образованием, интегрально отражающим в виде определенных свойств и признаков климатические, литологические, геоморфологические, геохимические, биологические, гидрологические и многие другие условия их формирования и развития. Оказываясь *in situ* в погребенном («законсервированном») состоянии подкурганые палеопочвы до настоящего времени сохраняют «палеоэкологическую память».

РАЙОН И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследованная нами территория восточноевропейских степей включает Среднерусскую, Приволжскую, Ергенинскую возвышенности и Прикаспийскую низменность в пределах Волгоградской, Ростовской областей и Республики Калмыкия. Климат региона умеренно континентальный. С северо-запада на юго-восток количество атмосферных осадков уменьшается с 400 до 250–300 мм/год, а среднегодовая температура возрастает с 5,4 до 8,1 °С. В почвенно-географическом отношении регион входит в зоны сухих и пустынных степей с темно-каштановыми и каштановыми, светло-каштановыми и бурными полупустынными почвами соответственно.

Объектами изучения послужили палеопочвы археологических памятников (курганов) эпох энеолита (IV тыс. до н. э.), бронзы (конец IV–II тыс. до н. э.), раннего железа (V в. до н. э. – IV в. н. э.) и средневековья (XIII–XIV вв. н. э.). С использованием почвенно-археологического методического подхода [2] исследовано более 350 памятников в составе около 30 могильников, включающих от 3–5 до нескольких десятков курганов, относящихся, как правило, к различным культурно-хронологическим этапам развития древних и средневековых обществ.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГОЛОЦЕНОВОЙ ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВ

Полученные данные свидетельствуют о том, что на протяжении IV–III тыс. до н. э. эволюция почв сухих и пустынных степей Нижнего Поволжья происходила на уровне подтипов от темно-каштановых к каштановым, от каштановых к светло-каштановым со сдвигом границ почвенных подзон к северу. Смещение границ природных зон (подзон), вероятно, имело место лишь в пограничной полосе шириной в несколько десятков километров. В каждом из исследованных природных регионов (Среднерусская, Приволжская, Ергенинская возвышенности, Прикаспийская низменность) во второй половине III тыс. до н. э. отчетливо прослеживается резкая смена условий почвообразования, которая обусловила интенсификацию процесса дефляции, значительное засоление, дегумификацию и окарбончивание палеопочв. Это привело к опустыниванию ландшафтов и формированию в конце III тыс. до н. э. на водоразделах и высоких речных террасах, древнеморской равнине каштановидных полупустынных палеопочв. Для них были характерны отсутствие признаков солонцеватости и текстурной дифференциации профиля, монотонность окраски, маломощный гумусовый горизонт с содержанием гумуса менее 2 %, поверхностная карбонатность, отсутствие сегрегационных форм карбонатных аккумуляций, значительная засоленность профиля, низкие значения магнитной восприимчиво-

сти. По сравнению с предшествующим временем в каштановидных палеопочвах запасы карбонатов в слое 0–50 см возросли в 1,5–2 раза, легкорастворимых солей и гипса в верхней двухметровой толще – в 2,5–3 раза. По организации профиля и морфолого-химическим свойствам они были весьма близки современным бурным почвам, развитым в настоящее время на буграх Бэра в низовьях Волги в полупустынной зоне. Следует отметить, что подобного облика палеопочвы, названные «лессовидными» [3], были обнаружены под курганами возрастом около 4000 лет в сухостепной зоне Северного Причерноморья. Таким образом, во 2-й половине III тыс. до н. э. в степях Нижнего Поволжья произошла конвергенция почвенного покрова с преобразованием темно-каштановых, каштановых, светло-каштановых почв и солонцов в каштановидные полупустынные почвы, которые в хроноинтервале 4200–3900 лет назад занимали доминирующее положение в регионе. В первой половине II тыс. до н. э. наступила очередная смена условий почвообразования, вероятно, вызванная ростом степени атмосферной увлажненности. Она обусловила дивергенцию почвенного покрова со вторичным формированием к середине II тыс. до н. э. ареалов зональных каштановых почв и солонцов на месте каштановидных. Следовательно, возраст современных каштановых солонцовых комплексов региона не превышает 3500 лет. Смена природных условий вызвала увеличение содержания гумуса и возрастание мощности гумусового горизонта почв, интенсификацию нисходящей миграции легкорастворимых солей и гипса, перестройку карбонатного профиля. Таким образом, в эпохи средней и поздней бронзы (~4300–3500 лет назад) в нижневолжских степях произошли весьма существенные, быстрые и обратимые эволюционные преобразования почв на таксономическом уровне типа.

Палеопочвенные исследования курганов раннежелезного века показали, что на протяжении VI в. до н. э. – IV в. н. э. в палеопочвах сухих и пустынных степей происходили циклические изменения морфологических, химических, микробиологических, магнитных свойств, что свидетельствует об определенной динамике увлажненности климата. Она оказывала заметное влияние на процессы засоления/рассоления, солонце- и гумусообразования, биологическую активность палеопочв солонцовых комплексов. Это вызывало существенные изменения структуры почвенного покрова с обратимыми эволюционными преобразованиями палеопочв на уровне типов, родов или видов за несколько десятков лет. Впервые установлено, что во влажные эпохи в нанопонижениях рельефа формировались луговато-каштановые палеопочвы-эфмеры, которые с наступлением засушливых условий вновь трансформировались в солонцы и зональные каштановые почвы [4].

Характерной особенностью средневековых палеопочв XIII–XIV вв. н. э. на всех исследованных объектах нижневолжских степей является существенное отличие их свойств как от предшествующего времени, так и от современных фоновых. В это время активизировались процессы гумусообразования, рассоления и рассолонцевания почв, произошла перестройка карбонатного профиля, резкие преобразования претерпели почвенные микробные сообщества. Эти данные дают основания считать, что в эпоху развитого средневековья произошли довольно существенные изменения климата в сторону его гумидизации.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ДИНАМИКИ УВЛАЖНЕННОСТИ КЛИМАТА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 6000 ЛЕТ

Выявленные закономерности вековой динамики различных почвенных свойств и развития почв в целом в значительной мере определялись изменчивостью климата за историческое время. На основе изучения подкурганых педохронорядов нами выявлены основные диагностические палеопочвенные признаки, отражающие состояние и вековую динамику степени увлажненности климата в степной зоне за историческое время [2]. К их числу относятся содержание и профильное распределение карбонатов, гипса и легкорастворимых солей; формы и количество минеральных новообразований; выраженность признаков солонцеватости; содержание и состав гумуса; величина магнитной восприимчивости. В аридные климатические эпохи в почвенном профиле возрастали запасы легкорастворимых солей, гипса, карбонатов, зоны их аккумуляции перемещались ближе к поверхности; трансформировались формы новообразований карбонатов; уменьшались мощность гумусового слоя и содержание гумуса; интенсифицировались процессы ветровой эрозии и импัลверизации солей с солончаков и акватории Каспийского моря. Напротив, при гумидизации климата происходило рассоление почвенно-грунтовой толщ, увеличивались содержание гумуса и величина магнитной восприимчивости в гор. А1, происходило рассолонцевание почв, в гор. В1 формировались обильные новообразования оксидов марганца. Кроме того, нами установлены микробиологические параметры, дающие контрастную характеристику микробного сообщества в степных палеопочвах в аридные и гумидные климатические периоды [5]. К их числу относятся активная биомасса микроорганизмов и ее доля от суммарной микробной биомассы (C_{MB}) и $C_{орг}$ почвы; экологотрофическая структура микробного сообщества; соотношение численности микроорганизмов, использующих легкодоступное органическое вещество – растительные остатки и труднодоступное – гумус; индекс олиготрофности. Если, например, для палеопочв были характерны значительная биомасса активных микроорганизмов и их высокая доля от C_{MB} и $C_{орг}$ почвы, преобладание в экологотрофической структуре микроорганизмов, использующих легкодоступные органические вещества, высокие значения отношения численности микробов, использующих растительные остатки и гумус, низкие величины индекса олиготрофности, то это свидетельствует о гумидизации климата, обусловившей в засушливой степной зоне увеличение продуктивности фитоценозов, а следовательно, большую биомассу поступающего в почву травяного растительного опада. Сравнительный анализ количественных и качественных показателей морфолого-химических и микробиологических свойств палеопочв подкурганых хронорядов дает возможность реконструировать направленность и масштабы вековой изменчивости атмосферной увлажненности, определить хронологическую позицию гумидных и аридных периодов в развитии климата за последние 6000 лет. Использование комплекса различных почвенных характеристик заметно повышает детальность и достоверность природно-климатических реконструкций. Именно такой подход использован нами для реконструкции динамики атмосферной увлажненности в восточноевропейских степях

за последние 60 вв. Его суть состоит в том, что с учетом таксономической принадлежности палеопочв, степени их засоленности, гумусированности, солонцеватости, микробиологической активности и др. возможна оценка нормы атмосферных осадков в прошлые исторические эпохи по сравнению с современной. При реконструкции увлажненности климата принимался в расчет и тот факт, что в настоящее время разница в среднегодовом количестве осадков в сухих степях Волго-Донского междуречья и в пустынно-степной зоне Заволжья составляет 50–70 мм.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в IV тыс. до н. э. палеопочвы региона развивались в условиях повышенной атмосферной увлажненности с нормой осадков более 400 мм/год (табл. 1). Природная обстановка, наиболее близкая современной, имела место в конце IV – 1-й пол. III тыс. до н. э. Около 5000 лет назад началась постепенная аридизация климата, продолжавшаяся на протяжении тысячелетия и достигшая максимума на рубеже III–II тыс. до н. э. За это время среднегодовая норма атмосферных осадков снизилась не менее чем на 100–150 мм и достигла уровня 200–250 мм/год. В конечном счете, около 4000 лет назад в степях Восточной Европы возник самый масштабный палеоэкологический кризис за последние 6000 лет. В XVIII–XVII вв. до н. э. в исследуемом регионе началось смягчение климатических условий с увеличением количества атмосферных осадков до 300–400 мм/год в сухих степях Волго-Донского междуречья и до 250–350 мм/год в пустынно-степной зоне Заволжья. Пик этого увлажнения пришелся, вероятно, на середину II тыс. до н. э. и повлек за собой значительные эволюционные преобразования почв со сдвигом ландшафтных рубежей к югу. Очередной засушливый этап приходился на конец II – первую треть I тыс. до н. э.

Савромато-сарматскую культурно-историческую эпоху в климатическом отношении можно рассматривать как эпоху чередования микропльвиальных и микроаридных периодов продолжительностью до 150–200 лет (табл. 1). Савроматский гумидный период (IV–V вв. до н. э.) сменился раннесарматским аридным (IV–III вв. до н. э.) со снижением среднегодовой нормы атмосферных осадков не менее чем на 50–70 мм. Относительно влажными климатическими условиями как в Волго-Донском междуречье, так и в Заволжье характеризовались I в. до н. э., I и IV вв. н. э. (380–400 и 300–350 мм/год соответственно), а наиболее засушливыми – 2-я пол. II – 1-я пол. III вв. н. э. (330–350 и 250–280 мм/год). Промежуточная и близкая ситуация по степени увлажненности имела место в 1-й пол. II в. н. э. и во 2-й пол. III в. н. э. (350–380 и ~300 мм/год).

Судя по свойствам подкурганых палеопочв, можно полагать, что норма атмосферных осадков в золотоордынское время превышала современную на 70–100 мм и составляла в Волго-Донском междуречье 420–450 мм/год, а в Заволжье – 350–400 мм/год (табл. 1). Увеличение атмосферной увлажненности повлекло за собой региональную миграцию природных рубежей к югу, в частности, экспансию сухостепных ландшафтов в пределы пустынно-степных. На основании палеопочвенных данных мы можем говорить о существовании в южнорусских степях «средневекового климатического оптимума», пик которого приходился на XIII в. Однако уже в конце XIV–XV вв. н. э. наступила очередная аридизация климата, которая, по-видимому, в основном и обусловила заметные изменения многих свойств

Таблица 1

Реконструкция увлажненности климата нижневолжских степей в эпохи энеолита, бронзы, раннего железа и средневековья (IV тыс. до н. э. – XIV в. н. э.)

Археологические культуры	Время	Волго-Донское междуречье, сухостепная зона	Заволжье, пустынно-степная зона
		Осадки, мм/год	
Энеолит			
Новоданиловская	Конец V – 1-я четв. IV тыс. до н. э.	> 400	> 350
Эпоха бронзы			
Ямная	XXXI–XXVIII вв. до н. э.	350–370	280–300
Раннекатакомбная	XXV–XXIII вв. до н. э.	300–350	250–300
Поздне- и посткатакомбные	XXII–XIX вв. до н. э.	200–250	< 200
Покровская, срубная	XVIII–XIII вв. до н. э.	300–400	250–350
Эпоха раннего железа			
Савроматская	VI–V вв. до н. э.	~400	330–350
Раннесарматская	2-я пол. IV–III вв. до н. э.	300–350	250–280
	2-я пол. II–I в. до н. э.	~400	330–350
Среднесарматская	I в. н. э.	380–400	300–330
	1-я пол. II в. н. э.	350–380	~300
Позднесарматская	2-я пол. II – 1-я пол. III вв. н. э.	330–350	250–280
	2-я пол. III в. н. э.	350–380	~300
	Конец III–IV вв. н. э.	380–400	300–330
Средневековье			
Хазары, печенеги, половцы	VIII–XI вв. н. э.	300–350	250–280
Золотая Орда	XIII–XIV вв. н. э.	420–450	350–400
Современность		350–370	280–300

почв восточноевропейских степей в постзолотоордынское время (снижение содержания гумуса, увеличение засоленности и др.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования нескольких десятков подкурганых педохронорядов позволили установить, что в эпоху ранней бронзы (2-я пол. IV – 1-я половина III тыс. до н. э.) эволюция почв нижневолжских степей происходила на уровне подтипов со сдвигом границ почвенных подзон к северу. В каждом из исследованных природных регионов отчетливо прослеживается усиление аридизации климата во 2-й пол. III тыс. до н. э., которая привела к опустыниванию ландшафтов. Среднегодовая норма атмосферных осадков снизилась не менее чем на 100–150 мм и достигла уровня 200–250 мм/год. В конечном счете, около 4000 лет назад в нижневолжских степях возник палеоэкологический кризис. Это сказалось на хозяйственном укладе племен поздне- и посткатакомбного времени, обусловив их переход к подвижному пастушескому скотоводству. В результате аридизации климата во 2-й пол. III тыс. до н. э. произошла конвергенция почвенного покрова с преобразованием каштановых почв и солонцов в каштановидные полупустынные почвы, которые в хроноинтервале 4200–3900 лет назад занимали доминирующее положение в регионе. В 1-й пол. II тыс. до н. э. наступила очередная смена условий почвообразования, вызванная ростом степени атмосферной увлажненности. Она обусловила дивергенцию почвенного покрова со вторичным формированием к середине II тыс. до н. э. ареалов зональных каштановых почв и солонцов на месте каштановидных. Вследствие сложившихся благоприятных

палеоэкологических условий резко возросла численность населения срубной культуры (XVI–XII вв. до н. э.), а для палеоэкономики этой эпохи было характерно сочетание земледелия и скотоводства.

Временная изменчивость морфологических, химических, микробиологических, магнитных свойств палеопочв в хроноинтервале 2600–1600 лет назад характеризовалась ритмичностью в связи с вековой динамикой увлажненности климата с колебаниями среднегодовой нормы атмосферных осадков в пределах ± 30 –50 мм. Климатические изменения обуславливали эволюционные преобразования каштановых палеопочв и палеосолонцов на типовом, родовом или видовом уровнях. В природном отношении время существования савромато-сарматской культурно-исторической общности можно рассматривать как эпоху чередования микроплувиальных и микроаридных периодов продолжительностью 100–200 лет. Периодическая смена ландшафтных и метеорологических условий сказывалась на жизни сарматских племен, регулируя маршруты и сроки их сезонных перекочевков, влияя на особенности расселения, региональные и глобальные миграции.

Характерной особенностью средневековых палеопочв нижневолжских степей XIII–XIV вв. н. э. является существенное отличие их свойств как от предшествующего времени, так и от современных фоновых. В это время активизировались процессы гумусообразования, рассоления и рассолонцевания почв, произошла перестройка карбонатного профиля, резкие преобразования претерпели почвенные микробные сообщества. В эпоху развитого средневековья произошли довольно существенные изменения климата в сторону гумидизации. Среднегодовая норма атмосферных осадков пре-

вышла современную на 70–100 мм. Увеличение атмосферной увлажненности повлекло за собой региональную миграцию природных рубежей к югу, в частности, экспансию сухостепных ландшафтов в пределы пустынно-степных. На основании палеопочвенных данных мы можем говорить о существовании в нижеволжских степях «средневекового климатического оптимума», пик которого приходился на XIII в. Благоприятная почвенно-ландшафтная и климатическая обстановка, сложившаяся в золотоордынское время, в определенной мере способствовала существенному изменению этнополитической ситуации в регионе, появлению многочисленных городищ, переходу средневековых кочевников к полуоседлому образу жизни.

Таким образом, разновозрастные археологические памятники (курганы) степной зоны юга России представляют собой уникальные объекты, своего рода природный архив, сохранивший информацию о голоценовых палеопочвах, о состоянии почвенных микробных сообществ, о закономерностях вековой динамики климата и степени ее влияния на эволюцию почв и ландшафтов на протяжении последних 60 веков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демкин В.А. Палеопочвоведение и археология: интеграция в изучении истории природы и общества. Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1997. 213 с.
2. Демкин В.А., Борисов А.В., Демкина Т.С. [и др.] Волго-Донские степи в древности и средневековье (по материалам почвенно-археологических исследований). Пушино: SYNCHROBOOK, 2010. 120 с.

3. Герасименко Н.П. Изменения природной среды в степной зоне Украины в течение среднего и позднего периодов эпохи бронзы // Эволюция почвенного покрова. Пушино, 2009. С. 187-189.
4. Демкин В.А., Демкина Т.С., Хомутова Т.Э. [и др.]. Отражение динамики увлажненности климата за историческое время в свойствах палеопочв археологических памятников степной зоны // Региональные эффекты глобальных изменений климата. Воронеж: Научная книга, 2012. С. 295-299.
5. Демкина Т.С., Хомутова Т.Э., Каширская Н.Н. [и др.] Микробиологические исследования палеопочв археологических памятников степной зоны // Почвоведение. 2010. № 2. С. 213-220.

БЛАГОДАРНОСТИ: Исследования проводились при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №12-04-00385) и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН (направления 4 и 28).

Поступила в редакцию 25 сентября 2012 г.

Demkin V.A., Eltsov M.V., Demkina T.S., Khomutova T.E. PALEOSOILS OF STEPPE ARCHAEOLOGICAL MONUMENTS AS INDICATORS NATURE DEVELOPMENT DURING HOLOCENE

Based on the studies of under-kurgan pedo-chrono-sequences the conceptual model of evolution of soils in the Lower Volga steppes within past 6000 years has been developed. The regularities on the centennial variability of morphological, chemical, microbial properties of paleosoils are elucidated. From the paleosoil data the dynamics of climate humidity in the region within the Eneolith, Bronze, Early Iron and Middle Age epochs is reconstructed. The crises and optima stages in the history of the natural development during the Holocene are revealed.

Key words: steppe; environment; paleosoils; archaeological monuments.

УДК [546.815]:631.445.51(574.41)

СВИНЕЦ В ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЕ В УСЛОВИЯХ МОНО- И ПОЛИЭЛЕМЕНТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

© Н.В. Калентьева

Ключевые слова: почва; почвенные компоненты; тяжелые металлы; формы соединений свинца; моно- и полиэлементное загрязнение.

Впервые в темно-каштановой почве Семипалатинского Прииртышья установлены особенности содержания и распределения форм соединений свинца в зависимости от вида и уровня загрязнения. Показано, что в незагрязненной почве преобладающая часть металла прочно закреплена почвенными составляющими. Установлено, что в ходе загрязнения почвы исходное соотношение форм элемента меняется. Выявлены различия в поглощении металла почвой при разных видах и уровнях загрязнения, а также преобладающие механизмы иммобилизации элемента почвенными компонентами.

ВВЕДЕНИЕ

Исследованию поведения свинца в почвах в последние годы уделяется большое внимание. Повышенный интерес к свинцу вызван его приоритетным положением в ряду основных загрязнителей окружающей природной среды и токсичностью для микроорганизмов, растений, животных и людей. Степень и направленность воздействия свинца определяется не только концентрацией его почвах, но и его химическими формами

в жидкой фазе и характером взаимодействия с почвенными компонентами. Среди этих компонентов глинистые минералы, оксиды Fe, Mn, Al и органическое вещество считаются наиболее важными группами, которые участвуют и конкурируют между собой в процессах иммобилизации свинца.

Особого внимания заслуживает вопрос поведения свинца в почвах при полиэлементном загрязнении, поскольку в условиях техногенеза почва, как и другие компоненты экосистем, как правило, загрязняется не-