



УДК 631.416 + 631.42: 543

Содержание макро- и микроэлементов в серых лесных почвах Приангарья, осложнённых палеокриогенезом

А. А. Козлова¹, О. В. Зарубина²

¹Иркутский государственный университет, Иркутск

²Институт геохимии СО РАН им. А. П. Виноградова, Иркутск

E-mail: allak2008@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности внутрипрофильной дифференциации элементов в серых лесных почвах Приангарья, развитых в условиях бугристо-западного рельефа. Район исследований активно подвергается антропогенному воздействию, что оказывает значительное влияние на химический состав почв.

Ключевые слова: палеокриогенез, бугристо-западный рельеф, внутрипрофильная дифференциация элементов, геохимическое сопряжение почв, антропогенное воздействие.

Введение

Многие свойства почв зависят от состава материнских почвообразующих пород, поскольку почвы в основном наследуют содержание элементов, в них находящихся. Содержание макро- и микроэлементов в породах и почвах Приангарья определяется, в частности, литогенной неоднородностью [12].

Заметное влияние на состав и свойства исследуемых почв оказало также своеобразие палеогеографической обстановки в Приангарье, приведшее к формированию бугристо-западного рельефа. Рельеф представляет собой чередование бугров и западин округлой и овальной формы, диаметр бугров составляет около 5–20 м, превышение над западинами достигает 0,5–3 м. Начало его формирования относят к позднему плейстоцену (примерно 10,5–11 тыс. лет назад), когда образовались полигональные структуры, разбитые заполненными жильным льдом трещинами. В начале и оптимуме голоцена на месте жильного льда возникли псевдоморфозы, или мерзлотные клинья, преобразованные в дальнейшем в западины, на месте же полигонов образовались бугры [4; 5].

Почвенный покров, развитый в условиях бугристо-западного рельефа, отличается сложным строением и значительной неоднородностью. Почвы, сформированные в этих условиях, выделяются разновозрастностью и гетерогенностью. Судя по небольшой мощности органогенных горизонтов ($A_0+A_d+A_1+AB =$ около 20 см), сходных на буграх и западинах,

и учитывая характеристики спорово-пыльцевого комплекса, можно предполагать молодость верхней толщи почв, возраст которой равен нескольким сотням или первым тысячам лет. В западинах же сформирован двух- и трёхчленный профиль, составляющие которого могут сильно различаться по возрасту. Тёмноцветный погребённый горизонт западин, возможно, образовался в оптимальную фазу голоцена. В одну из фаз дефляции позднеголоценового времени, связанную с деятельностью человека (кочевническая или пастбищно-земледельческая фазы), произошло, вероятно, развевание поверхности бугра и перенос материала в депрессии [4; 5; 6; 10].

Дискретность почвенного покрова проявляется в систематическом чередовании относительно «простых» почвенных профилей в пределах повышений и почвенных комплексов в пределах понижений [4].

Геоморфологические особенности территории, связанные с проявлениями мезо- и микро-рельефа, обуславливают развитие почв, находящихся в определенной связи, называемой генетическим (геохимическим) соподчинением, или геохимическим сопряжением [17]. В условиях мезорельефа геохимическая связь имеет одностороннюю направленность, т. е. почвы низких участков находятся под влиянием более высоких. В условиях микро-рельефа геохимическое сопряжение определяет двустороннюю вертикальную миграцию влаги в почвах по схеме микрозападина – микроповышение. При переувлажнении микроповышений атмосферной влагой происходит миграция во-

ды сверху вниз, их иссушение вызывает энергичное подтягивание вод по капиллярам.

В зонах активного антропогенного воздействия на распределение элементов в профиле почв оказывают влияние ещё и атмосферное загрязнение, применение удобрений, распашка территории и др. Территория Приангарья в разной степени подвержена таким воздействиям: основные загрязнители – крупные промышленные производства – расположены в её южной части. Здесь же находится большинство сельскохозяйственно освоенных земель.

Целью работы явилось установление зависимости свойств целинных и освоенных серых лесных почв Приангарья от состава почвообразующих пород, литогенной неоднородности, связанных с проявлениями бугристо-западного рельефа геоморфологических особенностей территории, степени антропогенного воздействия.

Материалы и методы

Для исследований закладывались две сопряжённые пары разрезов в пределах лесного ландшафта и на обезлесенном участке на водоразделе рек Иркут и Кая, в 5 км к юго-западу от городской черты Иркутска на склоне общей юго-восточной направленности с углом уклона около 5°. Эта территория в значительной степени осложнена бугристо-западными формами микрорельефа, поэтому закладка разрезов производилась на каждом из элементов палеокриогенного комплекса.

Названия почв приведены согласно Классификации и диагностике почв СССР [7].

Почвенный комплекс лесного ландшафта состоит из серой лесной мощной почвы с погребённым гумусовым горизонтом в западине и формулой профиля O–Ad–A–[A]–B–C и серой лесной среднеческой остаточнокarbonатной на бугре O–Ad–A–AB–B–Cca (вскипание от 10 % HCl с глубины 78 см). Согласно нивелирному ходу высота бугра над западиной составляет 3,5 м, диаметр бугра с запада на восток равен 22 м. Растительность: березняк папоротниковый.

На обезлесенном участке (по-видимому, залежь около 5 лет) почвенный комплекс представлен серой лесной мощной глееватой с погребённым гумусовым горизонтом в микропонижении: Ap–AB–[A]–[A]g, а также серой лес-

ной маломощной остаточнокarbonатной на микроповышении: Ap–B1–Bca–Cca (вскипание от 10 % HCl с глубины 38 см). Согласно нивелирному ходу высота бугра составляет 54 см, его диаметр с запада на восток равен 37 м. При освоении эти почвы были нарушены и теперь по морфологическому строению их можно отнести к антропогенно-преобразованным. Растительность представлена разнотравьем: клевер, половник, лабазник, вейник.

Изучение химических, физических и физико-химических свойств почв из разрезов проведено потенциометрическим, титриметрическим и гравиметрическим методами [1; 2] в лаборатории кафедры почвоведения ИГУ. Валовое содержание макро- и микроэлементов определено с помощью атомно-эмиссионного метода анализа [9]. Определение содержания подвижных форм макро- и микроэлементов (1 н HCl) выполнено атомно-абсорбционным методом.

Результаты и обсуждение

Описанные выше целинные и освоенные почвы бугров и западин существенно различаются не только по морфологическому строению, но и по физико-химическим характеристикам, прежде всего гранулометрическому составу.

Исследованные серые лесные почвы относятся к лёгким суглинкам (табл. 1). По-видимому, это связано с их местоположением: они залегают на увале, занимая среднюю часть склона, почвообразующими породами являются юрские песчаники.

Почва бугра в лесу (разрез 2) достаточно однородна по содержанию и распределению песка и крупной пыли – эти фракции являются преобладающими, их содержание колеблется от 73 до 79 %, что говорит о литогенной однородности почвенной толщи. Т. В. Турсина [16] предлагает изменение суммарного содержания фракции песка и крупной пыли в соседних горизонтах на 10–15 % рассматривать как литогенную неоднородность почвенной толщи, приводящей к двучленности профиля, чего в данной почве не наблюдается. Однако при этом профиль почвы несколько дифференцирован по илу, показатель текстурной дифференциации (КД) равен 2, что говорит о выносе тонкодисперсных частиц вниз по профилю.

Химические, физические и физико-химические показатели серых лесных почв Приангарья в бугристо-западинном рельефе

Разрез, угодье, положение по микрорельефу	Горизонт глубина, См	рН Н ₂ O	% гумуса	ммоль(+)/кг ⁻¹		W, %	ρ_b , г/см ³	Гранулометрический состав, (размер частиц, мм), %		
				Ca ²⁺	Mg ²⁺			физ. песок > 0,01	ил < 0,001	физ. глина < 0,01
Разрез 1. Целина, западина	Ad 3–13	6,3	15,3	41,5	9,5	63,5	0,4	78	8	22
	A 13–37	5,8	6,98	32,0	6,5	24,0	1,0	67	14	33
	[A] 37–70	6,0	6,72	31,5	10,1	25,7	0,9	62	15	38
	B 70–105	6,4	0,65	13,0	6,0	19,0	1,2	76	9	24
	C 105–125	6,8	0,36	11,5	7,4	22,9	1,4	76	12	24
Разрез 2. Целина, бугор	Ad 3–7	6,8	7,24	39,0	12,6	60,0	0,4	75	9	25
	A 7–16	6,0	5,69	24,3	6,7	17,1	0,9	73	13	27
	AB 16–30	6,6	1,19	17,0	7,0	12,1	1,3	76	6	24
	B 30–78	6,7	0,52	18,0	7,5	13,4	1,4	75	12	24
	Cca 78–130	8,6	0,83	28,5	6,0	16,7	1,3	79	4	21
Разрез 3. Залежь, микропонижение	Ap 0–20	6,7	4,65	22,7	5,3	17,7	1,4	69	9	31
	AB 20–40	6,7	3,62	27,6	5,9	17,7	1,4	73	9	27
	[A] 40–60	5,8	8,28	35,5	5,0	43,6	0,9	73	9	27
	[A]g 60–140	6,5	5,17	26,3	5,2	43,6	0,9	73	9	27
Разрез 4. Залежь, микроповышение	Ap 0–20(25)	6,7	2,00	15,0	6,5	12,2	1,4	53	20	47
	B1 20(25)-38	8,5	1,55	26,3	3,3	11,9	1,5	73	7	27
	Bca 38–65	8,6	1,45	27,6	4,0	15,1	1,5	65	2	35
	Cca 65–130	8,7	0,52	26,8	3,0	15,1	1,4	68	7	32

В западине на целине (разрез 1) чётко выделяется трёхчленная толща по содержанию грубодисперсных фракций песка и пыли, отвечающих за литогенную неоднородность почв. Так, дерновый горизонт представлен лёгким суглинком с содержанием мелкого песка 52 %, количество физического песка составляет 78 %, что связано с его эоловым переносом с распаханых земель. В горизонтах A и [A] содержание физического песка снижается на 11 и 14 % соответственно, причиной чего может являться повышенное содержание гумуса в этих горизонтах. Далее вниз по профилю содержание песка и крупной пыли вновь растёт, в горизонте B1 достигая максимальных значений. Гранулометрический состав этого горизонта представлен супесью, суммарное количество крупных фракций достигает 76 %. Наблюдаемое явление, возможно, связано с особенностями строения западин, которые, являясь криогенными трещинами, играют роль естественных дренажей, по которым в результате таяния мерзлоты могли протекать процессы суффозии и выноса тонкодисперсных фракций из профиля.

Литогенную неоднородность строения западин также подтверждает то, что трещины заполнялись различным почвенным материалом, сформированным в различных биоклиматических условиях [6]. В. А. Кузьмин [10; 11]

отмечает, что в западине современное почвообразование происходит в поверхностной толще более тяжёлого гранулометрического состава, чем в погребённых отложениях, что связано, по его мнению, с определённым этапом развития природы.

В целом утяжеление гранулометрического состава в верхней части профиля западин и наличие более лёгкого в аналогичных горизонтах на бугре может быть обусловлено перемещением тонкодисперсных частиц с бугров в западины в результате поверхностного стока [3; 5; 10].

В ходе сельскохозяйственного освоения произошло значительное утяжеление гранулометрического состава пахотного горизонта исследуемых почв как на бугре, так и в западине, по причине резкого изменения при освоении их водно-теплового режима, а также припахивания нижних более тяжёлых по гранулометрическому составу слоёв.

Исследование физико-химических свойств почв бугров и западин на целине и в залежи выявило их значительную вариабельность (см. табл. 1). Реакция среды в исследуемой почве на бугре колеблется от слабокислой в гумусовых горизонтах до щелочной в карбонатных. В западине середина профиля выделяется кислой реакцией среды, показатель pH верхней и нижней толщ приближается к нейтральным значе-

ниям. При освоении данных почв наблюдается эрозионный снос почвенного материала, а также перенос его при механической обработке с бугров в западины, в результате чего к поверхности поднимаются карбонатные горизонты, которые могут включаться в распашку и в значительной степени подщелачивать пахотный горизонт.

Наиболее контрастно в исследуемых почвах выглядят показатели содержания гумуса (см. табл. 1). Так, содержание гумуса в целинной почве бугра максимально в дерновом и гумусовом горизонтах, с глубиной его количество быстро снижается. Почва западины в большей степени, чем на бугре, обогащена органическим веществом вплоть до глубины 70 см, где содержание гумуса составляет 6,72 %. При освоении происходит значительное снижение содержания гумуса: почти в три раза по сравнению с целиной, особенно на микроповышении. В микропонижении наблюдается своеобразный перевёрнутый гумусовый профиль, в котором верхняя часть и, прежде всего, пахотный горизонт менее гумусированы, чем нижележащие погребённые горизонты. Причиной деградации освоенных почв, сопровождающейся значительной потерей гумуса, являются дефляция [10; 11] и водная плоскостная эрозия, существенно усиливающиеся после распаивания [3].

Высокое содержание обменных оснований традиционно для серых лесных почв региона, особенно обогащён ими дерновый горизонт исследуемой целинной почвы как на бугре, так и в западине. Освоенные почвы несколько обеднены обменными основаниями, что обусловлено перемешиванием трёх горизонтов (Ad, A и B), влекущим усреднение содержания обменных Ca и Mg.

Наиболее влажным (W , %) оказался дерновый горизонт целинной почвы бугра и западины (около 60 %). Вниз по профилю влажность почвы на бугре резко падает до 17 % и ниже, в западине увлажнение почвы снижается менее резко. Известно, что при освоении происходит прогрессивное иссушение особенно корнеобитаемой толщи, которое, в основном, обусловлено усилением расхода влаги вследствие повышения температуры почвы, увеличением турбулентного тепло- и влагообмена в приземном слое воздуха, улучшением светового режима и уничтожением напочвенного покрова, хорошо изолирующего тепло и влагу [14]. Поэтому влажность пахотных горизонтов освоен-

ной почвы на обоих элементах микрорельефа колеблется незначительно. Вниз по профилю на микроповышении наблюдается её незначительное повышение. В микропонижении, наоборот, влажность погребённых гумусовых горизонтов достигала максимальных значений.

Данные по плотности (ρ_b , г/см³) отражают общую закономерность, характерную для лесных почв, где минимальная плотность наблюдается в дерновом горизонте почв бугра и западины на целине. В результате действия сельскохозяйственной техники, а также перемешивания горизонтов, верхняя часть освоенных почв значительно уплотнилась.

Полученные результаты показали, что показатели содержания ряда элементов в рассматриваемых разрезах не испытывают значительных колебаний (табл. 2). Так, концентрация Fe близка к кларку литосферы, однако на целине заметно некоторое её повышение в средней части профиля почвы на бугре и в западине, связанное, по-видимому, с выносом из верхних горизонтов. Концентрация Ca промежуточна между кларком литосферы и кислых пород. Его содержание повышено в органогенных, погребённых гумусовых и карбонатных горизонтах.

Концентрация Mg близка к кларку литосферы, его повышенное содержание также приурочено к карбонатным горизонтам на буграх. Концентрация Ti не испытывает значительных отклонений от значения кларка в литосфере как на целине, так и в освоенной почве, хотя и несколько превышает его.

Содержание Mn мало меняется по профилю и близко к кларку литосферы. Марганец является биофильным элементом, поэтому его содержание несколько повышено в дерновых горизонтах целинной почвы бугра и западины. При освоении почв со снижением содержания в них гумуса количество марганца в пахотных горизонтах заметно уменьшается. Однако погребённые гумусовые горизонты западины, значительно обогащенные гумусом, оказались также обеднены марганцем. Этот факт может служить подтверждением того, что в период формирования этих горизонтов существовали иные биоклиматические условия с широким участием травянистой растительности, имеющей значительно меньшую величину коэффициента биологического поглощения марганца, чем у древесной растительности [11; 12].

Элементный состав серых лесных почв бугров и западин

Глубина горизонта, см	%					мг/кг							
	Fe	Ca	Mg	Ti	Mn	Ba	Sr	Cr	V	Cu	Ni	Co	Pb
Разрез 1. Целина, западина. Серая лесная с погребённым гумусовым горизонтом													
Ad 3–13	3,0	2,54	1,19	0,43	0,12	<200	<100	89	116	35	52	8	27
A 13–37	4,2	1,49	1,26	0,50	0,10	<200	277	84	130	39	57	14	22
[A] 37–70	4,0	2,43	1,43	0,51	0,10	<200	334	91	130	35	62	13	13
B 70–105	3,8	1,55	1,34	0,42	0,09	<200	269	103	135	29	55	14	16
C 105–125	4,7	1,45	1,74	0,42	0,10	936	294	104	148	24	73	17	18
Разрез 2. Целина, бугор. Серая лесная остаточо-карбонатная													
Ad 3–7	3,5	1,56	1,35	0,39	0,12	<200	<100	84	113	33	53	13	14
A 7–16	4,6	1,42	1,47	0,49	0,12	605	278	101	143	33	75	18	15
AB 16–30	5,4	1,71	1,72	0,52	0,10	<200	287	128	157	35	78	18	18
B 30–78	5,1	1,45	1,41	0,46	0,08	671	250	128	159	42	94	20	15
Cca 78–130	4,7	3,76	1,67	0,47	0,09	823	260	132	151	36	81	17	19
Разрез 3. Залежь, микропонижение. Серая лесная глееватая с погребённым гумусовым горизонтом													
Ap 0–20	4,6	2,08	1,54	0,45	0,09	608	220	120	134	32	66	15	19
AB 20–40	4,0	1,86	1,49	0,50	0,09	646	210	101	122	32	65	15	18
[A] 40–60	4,4	1,62	1,46	0,38	0,08	710	251	95	112	34	57	12	19
[A]g 60–140	4,4	1,96	1,62	0,44	0,10	713	210	100	130	36	69	16	17
Разрез 4. Залежь, микроповышение. Серая лесная остаточо-карбонатная													
Ap 0–20(25)	4,6	2,09	1,56	0,47	0,09	877	231	102	142	2	70	16	22
B1 20(25)-38	4,6	1,63	1,55	0,42	0,09	753	188	113	138	39	80	17	26
Cca 38–65	4,4	3,33	1,75	0,41	0,09	918	195	110	130	43	77	16	<10
Cca 65–130	4,4	3,40	1,80	0,41	0,09	920	200	115	130	42	75	16	15
Кларк по Виноградову (1962)	Литосфера												
	4,7	3,0	1,9	0,45	0,10	650	340	83	90	47	58	18	16
	Кислые породы												
	2,7	1,6	0,6	0,23	0,06	830	300	25	40	20	8	5	20

Содержание Sr близко к кларку кислых пород или ниже его. В дерновых горизонтах под лесом выявлено минимальное содержание Sr за пределами точности метода. В почвах под лесом содержание Sr минимально в верхних горизонтах. Этот элемент в почвах под лесом накапливается слабо. Другие элементы группы железа (Ni, Co) сохраняют одинаковую или близкую концентрацию в пахотном и подпахотном горизонте, за исключением меди, содержание которой в пахотном горизонте на бугре на порядок ниже, чем в остальных горизонтах обеих почв. С глубиной данные элементы преимущественно накапливаются, по видимому, из-за действия карбонатного геохимического барьера и смены кислотно-основных условий.

Интересно поведение бария в исследуемых почвах. Так, верхняя гумусированная толща и горизонт В целинной почвы западины обеднены этим элементом. При этом в горизонте С западины и в гумусовом горизонте и горизон-

тах В и Сca на бугре наблюдается его заметное накопление, что связано с пестротой почвообразующих пород. При освоении происходит значительное увеличение количества Ba, особенно в пахотном горизонте на бугре, поскольку при распахивании наблюдаются дефляция и водная эрозия, т. е. снос верхнего материала, в результате чего ближе к поверхности подтягиваются почвообразующие породы, обогащённые этим элементом. По причине сноса почвенного материала произошла аккумуляция бария и в почве микропонижения.

Изучение подвижных форм элементов, растворимых в 1 н HCl, показало, что в целинных почвах палеокриогенного комплекса наблюдается повышенная концентрация подвижных форм биофильных элементов (Ca, K, Mn). Это может быть связано с более высоким содержанием органического вещества и большей мощностью гумусового горизонта по сравнению с почвами освоенного ландшафта (табл. 3).

Таблица 3

Показатели содержания подвижных форм макро- и микроэлементов, растворимых в 1 н HCl, из исследованных серых лесных почв Приангарья

Глубина горизонта, см	%				мг/кг									1·10 ⁻¹ мг/кг	
	Al	Fe	Ca	Mg	K	Na	Mn	Zn	Cu	Ni	Co	Cr	Sr	Pb	Cd
Разрез 1. Лес, западина. Серая лесная мощная с погребённым гумусовым горизонтом															
Ad 3–13	0,10	0,08	0,50	0,07	20,5	16,0	290	8,9	2,9	3,1	1,8	1,1	19,0	3,3	3,0
A 13–37	0,25	0,27	0,36	0,13	24,0	15,5	220	8,1	3,2	6,6	2,4	4,0	14,0	0,5	3,0
[A] 37–70	0,22	0,21	0,35	0,12	22,5	12,5	130	7,0	1,5	6,1	2,2	3,4	15,5	1,1	0,2
B 70–105	0,19	0,21	0,21	0,10	27,5	10,5	99	6,2	1,3	4,0	2,0	3,9	9,7	1,1	0,2
C 105–125	0,18	0,26	0,15	0,13	14,3	11,0	90	7,5	1,7	3,9	1,2	4,4	4,7	4,8	0,0
Разрез 2. Лес, бугор. Серая лесная среднемощная остаточно-карбонатная															
Ad 3–7	0,11	0,09	0,48	0,07	10,5	12,0	220	10,6	2,8	3,6	2,8	1,6	16,0	0,7	1,2
A 7–16	0,21	0,23	0,22	0,12	38,5	11,0	265	8,3	2,5	5,4	3,4	4,2	9,0	0,6	1,0
AB 16–30	0,20	0,23	0,17	0,13	34,0	9,0	140	7,3	2,9	3,8	2,7	4,3	5,5	1,1	0,1
B1 30–78	0,25	0,34	0,22	0,18	34,0	12,5	125	10,2	5,5	6,8	2,9	6,1	4,8	1,3	0,0
Cca 78–130	0,16	0,19	0,25	0,15	38,5	15,0	110	9,7	4,9	7,2	3,1	6,4	4,0	1,5	0,0
Разрез 3. Залежь, микропонижение. Серая лесная мощная глееватая с погребённым гумусовым горизонтом															
Ap 0–20	0,18	0,24	0,21	0,11	44,5	14,5	100	7,8	3,1	4,2	2,7	3,7	5,0	2,0	1,0
AB 20–40	0,16	0,22	0,23	0,11	34,5	10,5	130	7,9	5,2	4,8	2,7	3,7	4,0	0,8	1,8
[A] 40–60	0,12	0,18	0,11	0,16	28,0	14,0	135	7,3	4,5	3,6	2,0	2,7	5,0	1,4	0,2
[A]g 60–140	0,13	0,14	0,23	0,08	45,5	10,0	135	6,9	2,5	3,7	2,3	2,3	7,0	1,3	0,2
Разрез 4. Залежь, микроповышение. Серая лесная маломощная остаточно-карбонатная															
Ap 0–20(25)	0,14	0,17	0,23	0,09	35,0	9,5	150	6,8	2,6	3,7	2,4	2,4	8,0	1,3	2,4
B120(25)-38	0,22	0,19	0,26	0,15	19,5	15,0	110	7,7	1,5	5,9	2,1	3,3	12,0	0,9	0,5
Cca 38–65	0,16	0,19	0,22	0,11	28,5	15,0	110	7,7	2,9	5,2	2,1	3,4	8,0	1,0	0,2
Cca 65–130	0,16	0,22	0,23	0,11	24,5	15,5	110	7,9	2,2	4,8	2,7	3,7	7,0	0,8	0,8
Величина ПДК (мг/кг)								23,0	3,0	4,0	5,0	6,0		6,0	1,0

В средней и нижней части профиля сосредоточены Fe, Al, Mg, что обусловлено строением минеральной части почвы, поскольку данные элементы входят в состав первичных и вторичных минералов. В верхней части профиля целинных почв повышено содержание таких микроэлементов, как Zn, Cu, Mn, Sr, Pb, Cd; при этом Co и Cr сосредоточены в средней и нижней частях профиля согласно их содержанию в почвообразующей породе. Содержание токсичных элементов, особенно Cd, в целинной почве западины достигает трёх ПДК в дерновом и гумусовом горизонте. На бугре в этих же горизонтах концентрация кадмия несколько ниже и составляет 1,2 и 1 ПДК [13]. Содержание подвижных форм свинца, а также Zn, Cu, Ni, Co, во всех исследуемых почвах не превышало предельно-допустимых концентраций.

При освоении наблюдается существенное изменение профиля почв. Мощность гумусового горизонта в них заметно снижается. По этой причине происходит резкое снижение содержания подвижных форм биотфильных элементов – Ca, K, Mn. Содержание таких элементов, как Fe, Mg, Cu, Ni, Co, Cr, растёт в верхних го-

ризонтах освоенных почв в связи с включением в механическую обработку нижележащих минеральных горизонтов, вплоть до почвообразующей породы на повышенных элементах рельефа. В результате снижения содержания гумуса в освоенных почвах снизилось и содержание токсичных элементов, таких как Cd и Pb.

Выводы

1. Состав и свойства исследуемых серых лесных почв региона в большей степени зависят от химического состава почвообразующих пород, чем от действия процессов почвообразования (биогенной аккумуляции элементов, развития элювиально-иллювиальных процессов). Особенно тесная связь химического состава почв и пород наблюдается на буграх, где почвы автономные, генетически и геохимически самостоятельные. В западинах почвы занимают подчинённое положение и являются генетически и геохимически зависимыми от автономных, поэтому они могут аккумулировать различные элементы, в том числе токсичные (Cd, Pb) и радиоактивные (Sr).

2. Почва бугра в лесу литологически однородна по профилю, являясь почвой полигонов ненарушенного строения. Литогенная неоднородность состава и свойств почв объясняется особенностью строения западин, генетически являющихся криогенными трещинами, заполненными различным почвенным материалом. Наличие второго гумусового горизонта подтверждает дискретность почвообразования в них. Это оказывает существенное воздействие на распределение свойств и элементов по профилю исследуемых почв.

3. В целинных почвах наблюдается повышенное содержание как валовых, так и подвижных форм биофильных элементов (Ca, K, Mn), а также тяжёлых металлов (Zn, Cu, Sr, Pb, Cd). В средней и нижней части профиля сосредоточены Fe, Al, Mg, Co и Cr, что обусловлено особенностями строения минеральной части почвы, поскольку данные элементы входят в состав первичных и вторичных минералов почвообразующих пород.

3. Антропогенное воздействие в виде распахивания сопровождается эрозионным сносом почвенного материала с бугров в западины, в результате чего к поверхности поднимаются карбонатные горизонты, которые могут включаться в распашку и в значительной степени изменять физико-химические свойства и химический состав пахотного горизонта.

4. Наблюдается значительное снижение мощности гумусового горизонта и содержания гумуса в почвах при освоении, обусловленное существенно усилившимися процессами дефляции и плоскостной эрозии, его подщелачивание на фоне снижения количества обменных оснований за счёт перемешивания горизонтов Ad, A и B, влекущего усреднение содержания обменных Ca и Mg.

5. В результате распахивания почв отмечено утяжеление гранулометрического состава пахотного горизонта из-за резкого изменения водно-теплового режима, а также припахивания нижних более тяжёлых по гранулометрическому составу слоёв, а также уплотнение под действием сельскохозяйственной техники.

6. Эрозионный снос почвенного материала, усиление минерализации гумуса вызвали резкое снижение содержания биофильных элементов (Ca, K, Mn). Содержание Fe, Mg, Cu, Ni, Co, Cr возросло в верхних горизонтах освоенных почв, что связано с включением в механическую обработку нижележащих минеральных горизонтов, вплоть до почвообразующей породы.

Литература

1. Агрохимические методы исследования почв : руководство / под ред. А. В. Соколова. – М. : Наука, 1975. – 656 с.
2. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв : учеб. пособие / Е. В. Аринушкина. – М. : Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
3. Бычков В. И. Микрокомплексность почв в Южном Прибайкалье / В. И. Бычков // Структура почвенного покрова и методы её изучения. – М., 1973. – С. 126–133.
4. Величко А. А. Природный процесс в плейстоцене / А. А. Величко. – М. : Наука, 1973. – 256 с.
5. Воробьева Г. А. Значение позднеплейстоценовых отложений и процессов для современного почвенного покрова юга Восточной Сибири / Г. А. Воробьева // Почвы территорий нового освоения, их режимы и рациональное использование. – Иркутск : Изд-во Ин-та географии СО АН СССР, 1980. – С. 13–17.
6. Воробьева Г. А. Геология и палеогеография юга Средней Сибири в кайнозое / Г. А. Воробьева // Стратиграфия, палеогеография и археология юга Средней Сибири / отв. ред. Г. И. Медведев, Н. А. Савельев, В. В. Свинин. – Иркутск, 1990. – 165 с.
7. Классификация и диагностика почв СССР. – М. : Колос, 1977. – 223 с.
8. Контроль правильности определения микроэлементов в почвах и донных грунтах с использованием разных методов анализа. / О. В. Зарубина [и др.] // Аналитика и контроль. – 2002. – № 3. – С. 44–50.
9. Кузнецова А. И. Свидетельство об аттестации МВИ № М 06–2008 / А. И. Кузнецова, Н. Л. Чумакова, О. В. Зарубина. – Иркутск, 2008. – ФГУП ВНИИФТРИ.
10. Кузьмин В. А. Геохимические особенности почв в условиях бугристо-западного рельефа Иркутско-Черемховской равнины / В. А. Кузьмин // Региональные ландшафтно-геохимические исследования. – Иркутск : Изд-во Ин-та географии СО АН СССР, 1986. – С. 67–81.
11. Кузьмин В. А. Почвы Предбайкалья и Северного Забайкалья / В. А. Кузьмин. – Новосибирск : Наука, 1988. – 175 с.
12. Кузьмин В. А. Геохимия почв юга Восточной Сибири / В. А. Кузьмин. – Иркутск : Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2005. – 137 с.
13. Постановление № 1 о введении в действие гигиенических нормативов ГН 2.1.7.2041-06 от 23 января 2006 г.
14. Саввинов Д. Д. Гидротермический режим почв в зоне многолетней мерзлоты / Д. Д. Саввинов. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1976. – 256 с.
15. Соколов И. А. Геохимия автономного ортоэлювиального почвообразования и выветривания в тундрово-лесной зоне плато Путорана / И. А. Соколов // Природно-ландшафтные основы озёр Путорана. – Новосибирск : Наука, 1976. – С. 129–152.

16. Турсина Т. В. О генезисе и литологической неоднородности текстурно-дифференцированных почв / Т. В. Турсина // Почвоведение. – 1989. – № 3. – С. 5–20.

17. Фридланд В. М. Структура почвенного покрова / В. М. Фридланд. – М. : Мысль, 1972. – 423 с.

Contents of macro- and microelements in gray forest soils complicated by paleocryogenesis in Preangaria

A. Kozlova¹, O. V. Zarubina²

¹Irkutsk State University, Irkutsk

²A. P. Vinogradov's Institute of Geochemistry, Irkutsk

Abstract. The content of macro-and micro-elements in the Preangaria soils depends on heterogeneity of the bed-rocks that defines a variety of soils and their chemical composition. Heterogeneity of the microrelief, which is pre-determined the paleocryogenesis, causes of differentiation elements into the soil profiles and geochemical conjugation of soils developed in a hilly-hollow topography. Area of research is actively being human impacts that have a significant impact on the chemical composition of soils in the region.

Keywords: paleocryogenesis, knobby-hollow topography, differentiation elements into the soil profiles, soil geochemical conjugation, human impact

*Козлова Алла Афонасьевна
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5
кандидат биологических наук, доцент
тел./факс (395 2) 24–18–55
E-mail: allak2008@mail.ru*

*Kozlova Alla Afonasyevna
Irkutsk State University
5 Sukhe-Bator St., Irkutsk, 664003
Ph. D. in Biology, ass. prof.
phone/fax: (3952) 24–18–55
E-mail: allak2008@mail.ru*

*Зарубина Ольга Васильевна
Институт геохимии им.
А. П. Виноградова СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1а
кандидат геолого-минералогических наук
старший научный сотрудник
тел. факс (3952) 42–58–37
E-mail: zarub@igc.irk.ru*

*Zarubina Ol'ga Vasilyevna
A. P. Vinogradov's Institute of Geochemistry SB RAS
1a Favorsky St., Irkutsk, 664033
Ph. D. in Geochemistry
senior research scientist

phone/fax: (3952) 42–58–37
E-mail: zarub@igc.irk.ru*