

АГРОХИМИЯ И ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 911.2:631.4

doi: 10.17223/19988591/26/1

Д.А. Гаврилов¹, А.А. Гольева²

¹ Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск, Россия

² Институт географии РАН, г. Москва, Россия

Микробиоморфное исследование почв со вторым гумусовым горизонтом южно-таежной подзоны Западной Сибири

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 13-05-90708 мол_рф_нр).

В результате исследования нами установлено, что вторые гумусовые горизонты представляют собой реликты лугово-болотного почвообразования, педолитореликты (аллювиальная почва), а также литореликты (сапрпель). Генезис вторых гумусовых горизонтов связан с улучшением дренируемости территории вследствие углубления речной сети. Образование на глубине вторых гумусовых горизонтов есть результат регионального этапа седиментации и погребения. По данным микробиоморфного анализа в растительном покрове не выявлено изменений, выходящих за рамки зональных характеристик южно-таежной подзоны.

Ключевые слова: *второй гумусовый горизонт; микробиоморфный анализ; фитолиты; спикеры губок; лугово-болотное почвообразование; погребенные почвы.*

Введение

Подзона южной тайги Западной Сибири характеризуется повсеместным распространением текстурно-дифференцированных почв, в профиле которых имеются морфоны или целый темноцветный (второй) гумусовый горизонт. Изучение генезиса второго гумусового горизонта (ВГГ) продолжается более 100 лет, однако исследователи до сих пор придерживаются противоречащих друг другу гипотез. Согласно одной гумусовый горизонт является продуктом современного педогенеза (иллювиальное происхождение [1, 2]); согласно другой – реликтом среднеголоценового дернового почвообразования (реликтовое происхождение [3, 4]).

Сегодня гипотеза реликтового происхождения ВГГ является наиболее аргументированной. Большинство ее сторонников считают, что ВГГ – это остаток органо-аккумулятивного горизонта среднеголоценовых темноцвет-

ных почв, который образован в результате смещения природных зон к югу и влияния процесса подзолообразования на органо-аккумулятивный профиль среднеголоценовых почв. Особой среди приверженцев климатогенной гипотезы генезиса ВГГ считают позицию И.А. Соколова [5], который предположил иной механизм образования ВГГ – погребение среднеголоценовых почв под плащеобразными субаэральными осадками.

Исследователи высказывали различные гипотезы о типах почв, послуживших прототипом ВГГ. В качестве исходных древних почв называли почвы степной и лесостепной зон автоморфных, полугидроморфных и гидроморфных условий почвообразования – серые лесные, черноземы, черноземно-луговые, лугово-черноземные, луговые почвы с признаками осолонцевания и осолодения [4, 6–9] или лугово-болотные и болотные [10–12].

Таким образом, исследователи так и не пришли к общему мнению о прототипах почв, условиях и механизме их формирования.

С появлением новых палеоэкологических методов исследования (прежде всего микробиоморфного) открылась возможность вернуться к дискуссии о генезисе ВГГ Западной Сибири. Именно микробиоморфный метод нашел широкое применение в исследовании генезиса почв и отложений как в нашей стране, так и за рубежом [13–21].

Данная работа посвящена выявлению региональных особенностей формирования вторых гумусовых горизонтов почв южно-таежной подзоны Западной Сибири по данным микробиоморфного анализа.

Материалы и методики исследования

Объекты исследования расположены в южно-таежной подзоне Западной Сибири на Васюганской наклонной равнине вблизи Плотниковского стационара Института почвоведения и агрохимии СО РАН (п. Плотниково Бакчарского района Томской области). Серия заложенных разрезов охватывает основное разнообразие почв со вторым гумусовым горизонтом (AU[hh]), которые расположены в разных геоморфологических позициях относительно русла реки Икса.

Рельеф изучаемой территории пологоувалистый, со слабым уклоном от водораздела к руслу реки. Почвообразующие породы представлены покровными карбонатными лёссовидными отложениями суглинистого и глинистого гранулометрического состава.

На участке, расположенном на 10 м выше меженного уреза воды, на относительно близком расстоянии друг от друга были заложены разрезы, вскрывающие толщи органо-аккумулятивной серогумусовой [AW (0–1 см) – AY (1–28 см) – AU[hh] (28–44 см) – B (44–60 см)] [22] и дерново-подзолистой [O (0–3 см) – AY (3–10 см) – EL (10–20 см) – AU[hh] (20–43 см) – AU[hh]BT (43–55 см) – BT1 (55–70 см) – BT2 (70–100 см) – CCA (100–150 см)] почв со вторым гумусовым горизонтом. Рельеф изучаемого участка выровненный,

с выраженными микрозападинами. Органо-аккумулятивная серогумусовая почва находится в микропонижении, в смешанном осиново-березово-еловом лесу, а дерново-подзолистая – на повышении, в елово-кедровом.

На высоте четырех метров относительно уреза воды у края низинного болота была исследована гумусово-квазиглеевая почва [O (0–4 см) – AU (4–30 см) – AUQ (30–40 см) – Q (40–50 см)], имеющая в Классификации почв СССР (1977) название «дерново-глеевая». Данный разрез был вскрыт с целью проверки гипотезы сторонников климатогенной теории генезиса ВГГ [9], согласно которой дерново-глеевая почва является наиболее сохранившимся аналогом среднеголоценовой черноземно-луговой почвы в условиях усиления процесса заболачивания в позднеголоценовый период.

На берегу реки Икса на три метра выше меженного уреза воды был изучен профиль почвы, который, как и в предыдущих разрезах, имеет в своем строении ВГГ. На данный момент почва функционирует в полугидроморфных условиях под пологом осиново-кедрово-соснового разнотравного леса, но в профиле имеются признаки аллювиального этапа её развития. Почва диагностируется как аллювиальная гумусовая [O (0–8 см) – AY (8–18 см) – C[~] (18–44 см) – [AU] (44–60 см) – I C (60–70 см) – II C (70–90 см) – III C (90–100 см)].

Исследование объектов происходило в два этапа: полевое обследование с отбором образцов и их камеральная обработка с выделением и изучением микробиоморфной фракции [19].

Образцы для микробиоморфного анализа согласно задачам исследования отобраны в каждом пятом сантиметре с соблюдением генетических границ горизонтов: в органо-аккумулятивной серогумусовой и гумусово-квазиглеевой почвах – с поверхности, а в дерново-подзолистой и аллювиальной гумусовой почвах – с верхней границы ВГГ, так как она хорошо морфологически выражена. Всего отобрано 26 образцов.

Выделение микробиоморфной фракции проведено по общепринятой методике [14, 15] с последующим ее изучением под оптическим и электронным микроскопами (Jedl Jsm-6610 LV).

Микробиоморфный метод основан на изучении кремнеземистых и органогенных микроостатков биоты (фитолиты, диатомовые водоросли, спикулы губок, пыльца, споры, раковинные амебы, древесный и растительный детрит, остатки корней, микроскопические углистые частицы, грибные гифы). Комплексное исследование всего разнообразия микробиоморф и профильное их распределение позволяют диагностировать условия почвообразования, генезис некоторых почвообразующих пород (аллювий), выявить наличие наносов и эрозионных смывов, тип увлажненности почвы, реконструировать локальные и региональные группировки флоры [15].

Результаты исследования и обсуждение

Сторонниками климатогенного генезиса ВГГ построена схема позднеголоценовой эволюции (деградации) темноцветных почв, которая основывает-

ся на степени трансформации процессом оподзоливания органо-аккумулятивного горизонта исходных почв в основных компонентах современного почвенного покрова южной тайги в условиях уменьшения теплообеспеченности и повышения увлажненности климата. Общая схема выглядит следующим образом: среднеголоценовые темноцветные почвы → дерново-глеевые → дерново-подзолистые остаточнo-гумусовые → болотные почвы [3, 4, 9]. Как видно из этой схемы, слабо затронутый процессом оподзоливания гумусово-аккумулятивный горизонт дерново-глеевой почвы рассматривается как наиболее сохранившаяся часть среднеголоценовой почвы, поэтому нами были изучены органо-аккумулятивная серогумусовая и гумусово-квасиглеевая почвы, которые в Классификации почв 1977 г. рассматривались в ряду разнообразных по свойствам и генезису типов дерново-глеевых почв [22].

Органо-аккумулятивная серогумусовая почва со вторым гумусовым горизонтом. Органо-аккумулятивная серогумусовая почва характеризуется сложным строением органопрофиля, в нижней части которого имеется реликтовый гумусовый горизонт. Более ранними исследователями вся гумусовая толща рассматривалась как единый горизонт, поэтому в схеме эволюции реликтового гумусового горизонта органо-аккумулятивная серогумусовая почва не представлена.

Согласно микробиоморфному анализу, горизонт АУ на глубине 6–7 см содержит максимальное количество аморфной органики и детрита во всем разрезе (см. таблицу). В фитолитном спектре присутствуют фитоциты луговых и лесных злаков с преобладанием первых (рис. 1). Есть фитоциты хвойных (см. рис. 3, G), но их мало. Состав фитолитного спектра отражает формирование горизонта в условиях лиственного леса, в древостое которого присутствовали хвойные породы деревьев. В рассматриваемом горизонте на глубине 12–13 см количество микробиоморф в три раза больше, чем в вышележащей части горизонта. Детрита и органики мало. Состав фитоцитов характеризуется тем же набором, что и фитолитный спектр вышележащей толщи. Но обнаруженные целая и корродированная спиккулы губок позволяют утверждать, что почва хотя и функционировала в таких же условиях, как на этапе, отраженном в фитолитном спектре верхней части горизонта АУ, но при большей увлажненности.

В нижней части серогумусового горизонта на глубине 18–19 см содержится максимальное количество микробиоморф в разрезе, особо многочисленны диатомовые водоросли и спиккулы губок (см. рис. 1). В остальном фитолитный состав аналогичен характеристикам спектра вышележащей части горизонта АУ. Состав микробиоморфной фракции отражает переувлажненные условия функционирования почвы в прошлом, причем увлажнение почвенного профиля осуществлялось за счет застойных вод. На глубине 27–28 см также отмечается большое количество биогенного кремнезема, в котором увеличивается доля диатомовых водорослей. Фитолитный спектр близок по составу к

спектрам вышележащей толщи, но встречен единичный некорродированный фитолит степных злаков (см. рис. 3, *H*). Условия почвообразования также реконструируются как гидроморфные. Наличие фитолитов аридных трав может объяснить привносом их с территории водосбора, где в автоморфных условиях могли произрастать степные злаки.

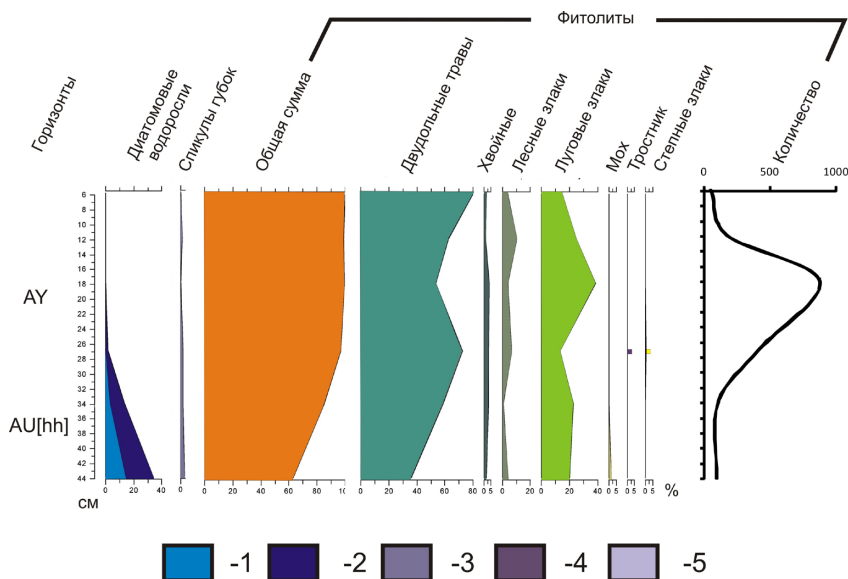


Рис. 1. Микробиоморфный профиль органо-аккумулятивной серогумусовой почвы:
 1 – диатомовые водоросли целые; 2 – диатомовые водоросли, осколки;
 3 – спикулы губок корродированные; 4 – спикулы губок целые;
 5 – спикулы губок реликтовые

Fig. 1. Microbiomorphical profile of organo-accumulative gray humic soil:
 1 – whole diatomic algae; 2 – fragments of diatomic algae;
 3 – corroded sponge spicules; 4 – whole sponge spicules; 5 – relic sponge spicules

Во втором гумусовом горизонте на глубине 34–35 см состав микробиоморфной фракции характеризуется наличием большого количества диатомовых водорослей, детрита хвойных и единичной пыльцы (см. рис. 1). В фитолитном спектре преобладают фитолиты луговых трав. Количество диатомовых водорослей позволяет говорить о том, что в данном месте существовал водоем с застойными водами и второй гумусовый горизонт является, скорее всего, сапропелем.

В горизонте В (44–45 см) состав микробиоморфной фракции аналогичен такому в предыдущем горизонте, но количество диатомовых водорослей (рис. 3, *A*) существенно выше, причем преобладающей группой являются диатомовые с целым скелетом.

**Сравнительное полуколичественное содержание микробиоморф /
Comparative semi-quantitative content of microbiomorphs**

Горизонты / Horizons	Глубина, см / Depth, cm	Детрит / Detritus	Аморфная органика / Amorphous organics	Диатомовые водоросли / Спикулы губки / Diatomae algae / Sponge spicules	Фитолиты / Phytoliths	Цвет фракции / Fraction colour	Другие частицы / Other particles
<i>Органо-аккумулятивная серогумусовая со вторым гумусовым горизонтом / Organo-accumulative gray humic soil with the second humus horizon</i>							
AY	6–7	++	++	–	++	Бурый / Brown	Детрит мелкий / Small detritus
	12–13	+	+	–//+	+++		
	18–19	+	+	–//+	+++		
	27–28	+	+	+//+	+++		
AU[hh]	34–35	+	+	++//+	+++	Грязно- бурый / Soot- coloured	Детрит хвойных, пыльца / Detritus of conifers, pollen
B	44–45	+	Ед.	++++//+	++		Детрит крупный, гифы / Coarse detritus, hyphae
<i>Дерново-подзолистая почва со вторым гумусовым горизонтом / Soddy-podzolic soil with the second humus horizon</i>							
AU[hh]	21–22	+	+	Ед./Ед.	+++	Бурый / Brown	Детрит мелкий / Small detritus
	26–27	+	++	–//Ед.	+++		
	31–32	+	+	–//+++	+++		
	36–37	+	+	–//+++	+		
	43–44	–	–	Ед./+	+		
AU[hh]	47–48	+	+	–//++	+	Бурый / Brown	Детрит мелкий / Small detritus
BT	52–53	+	+	–//++	+		
BT	57–58	Ед.	–	–//+	+		
<i>Гумусово-квасиглеевая / Humic-quasigley soil</i>							
AU	4–5	+	+	–	+++	Бурый / Brown	Детрит мелкий / Small detritus
	9–10	+	+	–	+++		Детрит хвойных / Detritus of conifers
	14–15	+	+	Ед./–	+++	Черный / Black	Травянистый и древесный детрит, пыльца, корни / Grassy and woody detritus, pollen, roots
	19–20	+	++	–	+	Бурый / Brown	Травянистый и древесный детрит / Grassy and woody detritus
	24–25	+	++	–//Ед.	++	Черно- бурый / Black- brown	Обугленный травянистый и древесный детрит, корни, гифы / Carbonized grassy and woody detritus, roots,
	29–30	+	++	+//+	+++	Черно- бурый / Black- brown	hyphae

Окончание таблицы / Table (end).

Горизонты / Horizons	Глубина, см / Depth, cm	Детрит / Detritus	Аморфная органика / Amorphous organics	Диагетомовые водоросли / Спиккулы губки / Diatomic algae / Sponge spicules	Фитолиты / Phytoliths	Цвет фракции / Fraction colour	Другие частицы / Other particles
<i>Аллювиальная гумусовая / Alluvial-humic</i>							
[AU]	39–40	+	+	-//+++	+	Бурый / Brown	Детрит мелкий / Small detritus
	44–45	+	+	+//+++	+		
	54–55	+	+	+//++	++		
IC	64–65	+	+	-//++	++		

Примечание. Крестиками показано сравнительное содержание микробиоморф: +++ много; ++ средне; + мало; Ед. – единично; - отсутствуют /

Note. Comparative content of microbiomorphs is marked with an +: +++ many, ++ average, + few; Ед. – singular; - absent.

Таким образом, органо-аккумулятивная серогумусовая почва со сложным органопрофилем была сформирована на органогенном субстрате мелкого водоема, который на современном этапе развития почвы фиксируется в профиле как второй гумусовый горизонт. По мере осушения водоема на органогенном субстрате поселилась луговая растительность. Затем, по данным профильного распределения микробиоморфной фракции, луговая почва была погребена (18–19 см). Далее в ходе относительного снижения уровня грунтовых вод в растительном покрове стал преобладать лиственный лес. Сформировался характерный почвенный профиль (верхние 0–19 см). При этом многие морфологические признаки бывших переувлажненных условий функционирования территории и погребения были стерты последующим полугидроморфным процессом почвообразования: ровная нижняя граница сапропеля стала языковатой.

Гумусово-квасиглеевая почва в Классификации почв России (2004) является непосредственным аналогом дерново-глеевой почвы (Классификация почв, 1977), которая считается классическим примером наиболее сохранившейся среднеголоценовой темноцветной почвы. Исследователи полагают, что прототипами данной почвы следует считать лугово-черноземные и луговые почвы, возможно, с признаками осолонцевания и осолодения [8, 9, 24].

По данным микробиоморфного анализа в темно-гумусовом горизонте на глубине 4–5 и 9–10 см отмечено аккумулятивное распределение микробиоморф, характерное для идеальной модели почвообразования [25]. Среди фитолитов в равной доле представлены лесные и луговые злаки (рис. 2), отражающие формирование почвы в условиях смешанного хвойно-лиственного леса.

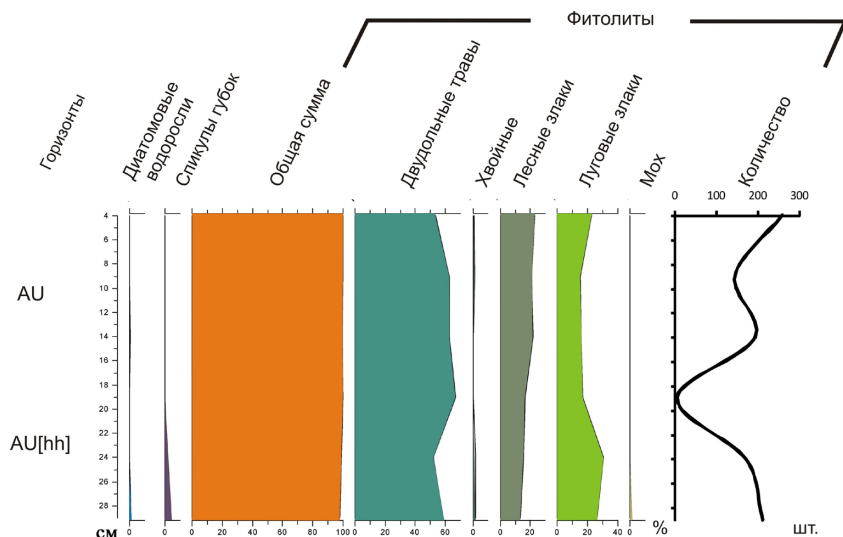


Рис. 2. Микробиоморфный профиль гумусово-квазиглеевой почвы.
Условные обозначения см. на рис. 1

Fig. 2. Microbiomorphological profile of humic-quasigley soil. Symbols: See fig. 1

На глубине 14–15 см в темно-гумусовом горизонте отмечаются повышенное содержание обугленных фитоцитов и черный цвет микробиоморфной фракции (см. таблицу, рис. 2). Присутствуют травянистый и древесный детрит, корни, пыльца и спикулы губок. Подобный состав микробиоморфа и их морфологический облик являются свидетельством пожара на данном участке. При этом рассматриваемая часть гумусового горизонта является погребенной. Пожар уничтожил сомкнутый растительный покров и вызвал эрозию, в результате которой в микропонижениях произошло погребение почв. Об открытости пространства свидетельствует наличие пыльцы, маркирующей всегда верхнюю часть гумусового горизонта. Погребенный гумусовый горизонт сформирован в условиях повышенной увлажненности в лиственном лесу. Последующее окрашивание гумусом погребенной толщи стерло морфологические признаки бывшего погребения, поэтому горизонт [AU] имеет такой однородный морфологический облик.

На глубине 19–20 см содержится небольшое количество фитоцитов. Однако состав спектра отражает также состав растительного покрова, близкого к лиственному лесу (см. рис. 3, E, F). Фитоцитов хвойных пород деревьев обнаружено не было. Состав фитоцитного спектра свидетельствует об одном из этапов седиментации, но согласно данным микробиоморфного анализа он отличается меньшей проработанностью процессом почвообразования.

На глубине 24–25 см образец обогащен микробиоморфной фракцией, ко-

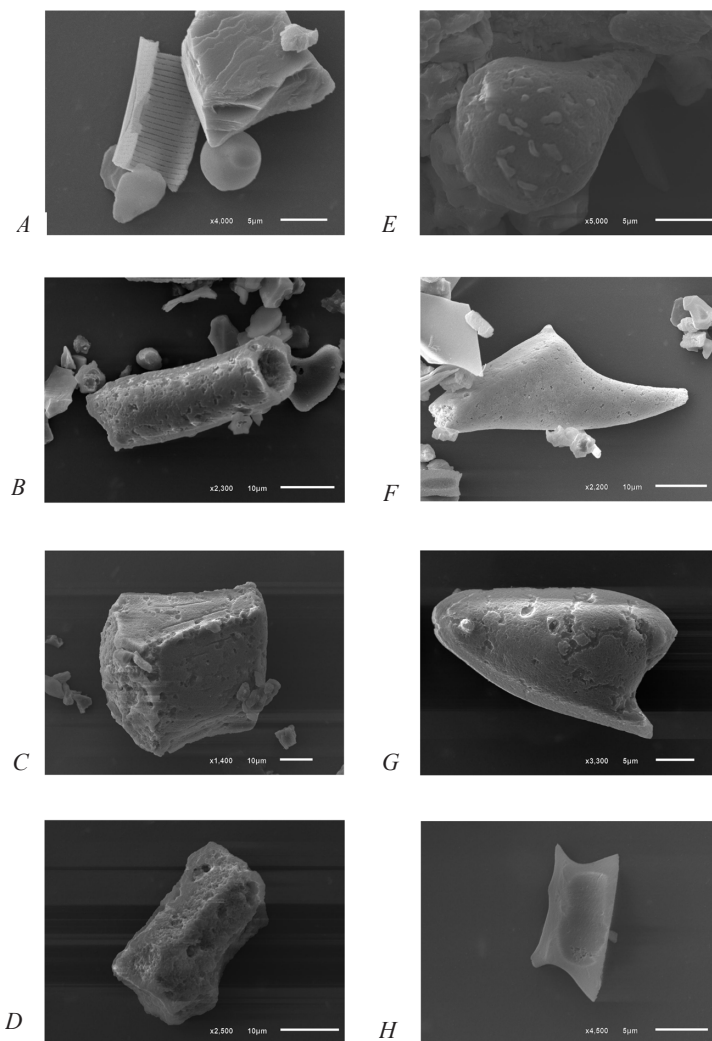


Рис. 3. Разнообразие микробиоморф изученных почв: *A* – диатомовые водоросли (слева) и мох (справа), органо-аккумулятивная серогумусовая почва, горизонт В (44–45 см); *B* – спонжа спекула, дерново-подзолистая почва, горизонт АU[hh] (26–27 см); *C* – фитолит тростника, аллювиальная гумусовая почва, горизонт С (64–65 см); *D* – фитолит хвойных пород деревьев, дерново-подзолистая почва, горизонт АU[hh] (36–37 см); *E, F* – фитолит луговых злаков, гумусово-квасиглеевая почва, горизонт АU (24–25 см); *G* – фитолит лесных злаков, дерново-подзолистая почва, горизонт АU[hh]; *H* – фитолит степных злаков, органо-аккумулятивная серогумусовая почва, горизонт АU[hh] (34–35 см). Фото Д.А. Гаврилов, А.А. Гольева

Fig. 3. Diversity of microbiomorphs of the studied soils: *A* – diatomic algae (left) and moss (right), organo-accumulative gray humic soil, horizon B (44–45 cm); *B* – sponge specula, soddy-podzolic soil, horizon AU[hh] (26–27 cm); *C* – Phragmites phytolith, alluvial humic soil, horizon C (64–65 cm); *D* – phytolith of conifers, soddy-podzolic soil, horizon AU[hh] (36–37 cm); *E, F* – phytolith of meadow crops, humic quasigley soil, horizon AU (24–25 cm); *G* – phytolith of forest crops, soddy-podzolic soil, horizon AU[hh]; *H* – phytolith of steppe crops, organo-accumulative gray humic soil, horizon AU[hh] (34–35 cm). Photo D.A. Gavrilov, A.A. Golyeva

торая представлена в основном фитолитами.

Состав фитолитного спектра аналогичен таковым спектрам вышележащей толщи почвы. Много аморфной органики и обугленного детрита. Обнаружены целые спикулы. На данном этапе почва функционировала под тем же типом растительного покрова, что и в последующем, она снова пережила пожар. Следует отметить, что наличие спикул губок и преобладание луговых злаков над лесными позволяет сделать вывод о распространении луговой почвы на данном участке.

Нижняя часть темно-гумусового горизонта (29–30 см) содержит большое количество фитолитов, разнообразие и соотношение которых соответствуют ранее рассмотренным фитолитным спектрам разреза. Имеются спикулы и диатомовые водоросли. Много аморфной органики и обугленного детрита. Согласно составу микробиоморфной фракции произрастающие растения на почве также подвергались пожару. Условия почвообразования были гидроморфными.

Таким образом, гумусово-квасиглеевая почва имеет сложное строение профиля, в котором выделяется гумусовый горизонт на глубине 24–30 см, сформированный в более гидроморфных условиях, чем вышележащая толща гумусового горизонта. Этот горизонт является погребенным, так как имеет пик в распределении фитолитов. Вышележащая толща является серией наносов (4–14 и 14–24 см), которые были переработаны процессами почвообразования в схожих условиях и функционировали под пологом смешанного хвойно-лиственного леса. Данные факты позволяют объяснить генезис большой мощности гумусового горизонта гумусово-квасиглеевой почвы, а также поставить под сомнение ранее высказанное предположение о наибольшей сохранности гумусового горизонта среднеголоценовых темноцветных почв.

Дерново-подзолистая почва со вторым гумусовым горизонтом. Дерново-подзолистая почва с ВГГ согласно схеме позднеголоценовой эволюции темноцветных почв является максимально деградировавшей формой реликтового органо-аккумулятивного горизонта под влиянием подзолообразовательного процесса. Мнения исследователей о прототипе почв, послуживших основой для ВГГ, расходятся. В наиболее ранних работах высказывались предположения о том, что этим прототипом являются луговые и лугово-болотные почвы [8, 10, 23], а в более поздних – черноземы и лугово-черноземные [9]. Н.А. Караваева расширила представления о генезисе ВГГ дерново-подзолистых почв и в своих работах подчеркивает, что ВГГ являются реликтом разных компонентов почвенного покрова территории водораздела среднеголоценовой лесостепи – серых лесных, черноземов выщелоченных и оподзоленных, лугово-черноземных и луговых почв [4].

Микробиоморфное изучение дерново-подзолистой почвы показало, что в верхней части второго гумусового горизонта содержится большое количество фитолитов с максимумом на глубине 26–27 см, среди которых преобладают луговые злаки при участии лесных (см. рис. 4). Имеется небольшое

количество спикул губок (рис. 3, В) и диатомовых водорослей. По микробиоморфному составу можно сказать, что на данном этапе почва функционировала под пологом лиственного леса.

В средней части ВГГ (31–32 см) отмечаются большое количество микробиоморф и сохранение состава фитолитного спектра относительно вышележащей части горизонта. Но в микробиоморфной фракции содержатся спикулы губок, среди которых есть и представители плейстоценового времени. Обнаружен также единичный фитолит некорродированного степного злака. Данный состав микробиоморфов позволяет сделать вывод о том, что почвенный горизонт сформирован на аллювиальном субстрате, переработанном процессом лугового почвообразования. Наличие реликтовых форм спикул свидетельствует об аллювиальном происхождении этой части почвообразующей породы.

В нижней части ВГГ (36–37 и 43–44 см), в иллювиально-гумусовом (47–48 и 52–53 см) и текстурном (57–58 см) горизонтах в составе микробиоморфной фракции отмечается большее количество спикул. Фитолитов мало. Состав микробиоморфов отражает аллювиальный генезис почвообразующей породы, а также повышенную увлажненность условий почвообразования времени начала формирования ВГГ.

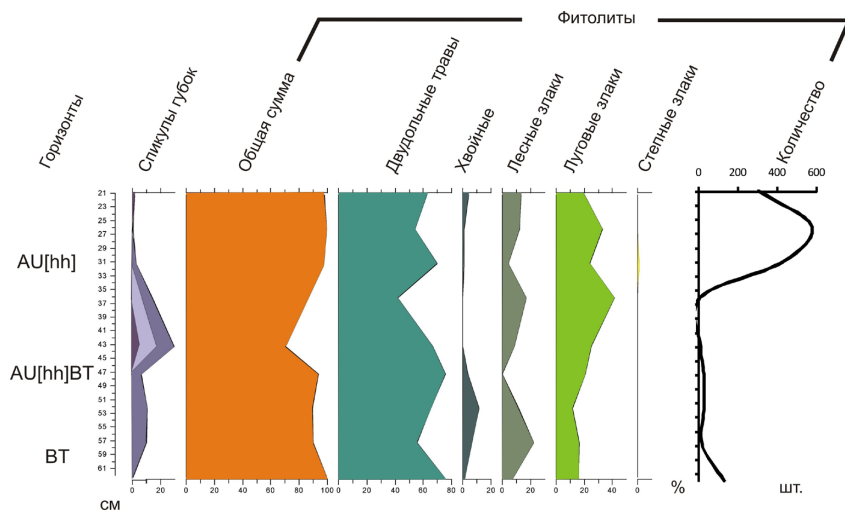


Рис. 4. Микробиоморфный профиль дерново-подзолистой почвы.
Условные обозначения: см. рис. 1

Fig. 4. Microbiomorphical profile of soddy-podzolic soil. Symbols: See fig. 1

Таким образом, почвообразующая порода сформирована в условиях повышенной обводненности территории (аллювий). По мере уменьшения увлажненности на аллювии формировалась луговая почва и распространялся лиственный лес. Максимум в профильном распределении микробиоморф-

ной фракции в верхней границе ВГГ позволит выделить этап погребения почвы. Отсутствие фитолитов степных злаков в микробиоморфных спектрах ВГГ в гумусово-квасиглеевой и дерново-подзолистой почвах позволяет отрицать раннее предположение исследователей о распространении черноземно-луговых почв в среднем голоцене на рассматриваемой территории, а скорее всего, предполагать общие экологические условия их формирования в гидроморфных условиях.

Аллювиальная гумусовая почва. Все исследователи вторых гумусовых горизонтов для среднего голоцена отмечали широкое развитие луговых и лугово-болотных почв в современных границах южно-таежной подзоны. Ведущее место среди факторов формирования этих типов почв отводилось климату, который характеризовался как более влажный и теплый. Но по данным микробиоморфного анализа обнаруженные признаки обширного распространения аллювиальных отложений, существования открытых водоемов и гидроморфных условий почвообразования на территории части водораздела реки Икса позволяют связывать генезис ВГГ с дополнительной увлажненностью территории в условиях высокого уровня грунтовых и речных вод. Последующее позднеголоценовое изменение условий почвообразования – снижение уровня грунтовых вод и уменьшения разлива рек – можно объяснить не столько изменением климата в сторону похолодания, сколько врезанием речной сети в относительно податливый лёссовый материал. Для доказательства этого предположения нами была исследована аллювиальная гумусовая почва, находящаяся на коренном берегу реки Икса на три метра выше меженного уреза воды под пологом зрелого осиново-кедрово-соснового разнотравного леса.

При морфологическом обследовании строения аллювиальной гумусовой почвы на глубине 44–60 см было отмечено наличие ВГГ. В слоях на глубине 36–37, 44–45 и 54–55 см в составе микробиоморф преобладают спикулы губок с максимумом в верхней части горизонта (рис. 5), большинство имеют целый скелет. Данный состав микробиоморф характеризует речной аллювий. На глубине 44–45 и 54–55 см отмечается наличие диатомовых водорослей и фитолитов тростника, что маркирует замедленное течение вод и пойменные условия увлажнения профиля.

В аллювиальном слое на глубине 64–65 см в составе микробиоморф преобладают спикулы, среди которых встречаются реликтовые формы. Обнаружен фитолит тростника (см. рис. 3, С).

Таким образом, согласно морфологическим и микробиоморфным данным второй темно-гумусовый горизонт является аналогом слабо развитой пойменной почвы, которая сформирована в условиях синлитогенеза. Погребение пойменной почвы на глубине 44–60 см и выход на современном этапе аллювиальной гумусовой почвы из пойменного режима функционирования позволяют утверждать, что русло реки Икса на протяжении голоцена врезается в лёссовую породу.

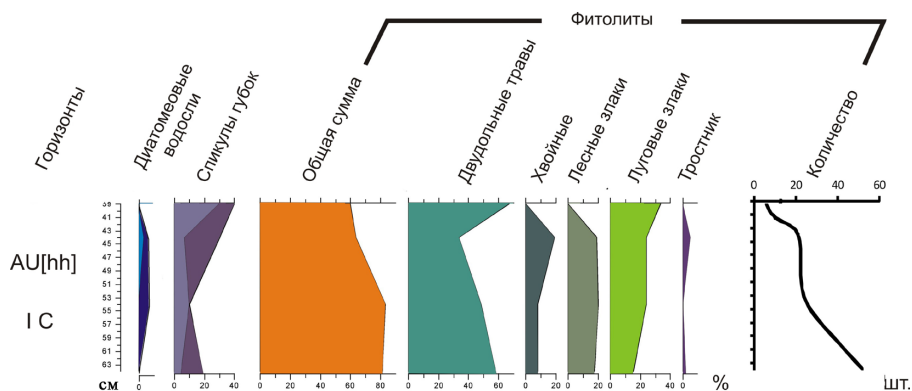


Рис. 5. Микробиоморфный профиль аллювиальной гумусовой почвы.
Условные обозначения: см. рис. 1

Fig. 5. Microbiomorphical profile of alluvial humic soil. Symbols: See fig. 1

Заключение

Применение микробиоморфного метода в исследовании почв южно-таёжной подзоны Западной Сибири со сложным органопрофилем позволило определить ряд принципиальных моментов в объяснении генезиса вторых гумусовых горизонтов.

Почвообразующая порода, на которой происходило формирование вторых гумусовых горизонтов, а также сами ВГГ несут в себе информацию о переувлажненных условиях функционирования территории исследования в плейстоцене (реликтовые формы спикул губок) и ранне-среднем голоцене.

Образование ВГГ связано с улучшением дренируемости территории в ходе углубления русла реки Иксы и, как следствие, – расчлененности рельефа, что подтверждается довольно высоким расположением в профиле ВГГ аллювиальной гумусовой почвы относительно современного меженного уреза воды, а также формированием среднеголоценовых луговых почв на аллювиальном субстрате.

Залегающие на некоторой глубине темноцветные гумусированные прослойки (горизонты) в изученных профилях являются реликтом лугово-болотного почвообразования, а также педолитореликтом, образованным в результате аллювиального отложения органического материала или накопления его в условиях маловодного водоёма (сапропель).

По данным микробиоморфного анализа не было выявлено изменений в растительном покрове, выходящих за рамки зональных характеристик южной тайги (подтайги), но следует отметить большую распространенность в прошлом интразонального лугового ландшафта (лугово-болотных почв) от-

носителем современности. Отмечены флуктуации между лиственными и хвойно-лиственными лесами, которые можно объяснить уменьшением обводненности территории или постпирогенными сукцессиями.

Механизм образования вторых гумусовых горизонтов почв южно-таежной подзоны Западной Сибири связан с их погребением, а не с наложением процесса подзолообразования на черноземообразование, как предполагалось ранее [9].

Гумусово-квизиглеевая почва имеет сложный генезис органопрофиля, в котором нижняя часть гумусового горизонта (второй гумусовый горизонт) погребена под педогенно переработанными впоследствии осадками.

В микробиоморфных спектрах ВГГ во всех почвах отмечается небольшая доля представителей степных злаков, не имеющих следов коррозии, которая может образоваться в результате воздействия почвенных процессов. Появление представителей степной флоры объясняется привносом их с более засушливых территорий водосбора (более высокие элементы рельефа). Присутствие степных злаков и факт погребения лугово-болотных почв под толщей отложений может также маркировать кратковременный этап аридизации, не связанный с генезисом вторых гумусовых горизонтов.

Литература

1. Пономарева В.В., Точельников Ю.С. Некоторые данные о составе и свойствах гумуса и вопросы генезиса почв со вторым гумусовым горизонтом южной тайги Западной Сибири // Доклады Института географии Сибири и Дальнего Востока. 1968. Вып. 20. С. 23–32.
2. Нечаева Е.Г., Лайвиньши М.Я. Закономерности пространственного распределения подзолистых почв со вторым гумусовым горизонтом // Доклады Института географии Сибири и Дальнего Востока. 1970. Вып. 25. С. 38–48.
3. Добровольский Г.В., Афанасьева Т.В., Василенко В.И., Ремезова Г.Л. О генезисе и географии почв Томского Приобья // Почвоведение. 1969. № 10. С. 3–12.
4. Караваева Н.А. Генезис и эволюция второго гумусового горизонта в почвах южной тайги Западной Сибири // Почвообразование и выветривание в гумидных ландшафтах. М.: Наука, 1978. С. 133–157.
5. Соколов И.А., Гаджиев И.М., Курачев В.М., Хмелев В.А. О генезисе и эволюции текстурно-дифференцированных почв // Генезис, эволюция и география почв Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1988. С. 89–98.
6. Драницын Д.А. Вторичные подзолы и перемещение подзолистой зоны на север Обь-Иртышского водораздела // Известия Докучаевской почвенной комиссии. 1914. № 2. С. 1–34.
7. Горшенин К.П., Сельская Н.В. Почвы Рыбинско-Карагалинского заболоченного пространства // Труды Почвенного института им. В.В. Докучаева. 1929. № 1. С. 3–84.
8. Уфимцева К.А. Почвы южной части таёжной зоны Западно-Сибирской равнины. М.: Колос, 1974. 203 с.
9. Гаджиев И.М. Эволюция почв южной тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. 455 с.
10. Петров Б.Ф. К вопросу о происхождении второго гумусового горизонта в подзолистых почвах Западной Сибири // Труды Томского университета. 1937. Т. 92. С. 43–69.

11. Будина Л.П., Ерохина А.А. Генетические особенности дерново-подзолистых глееватых холодных почв со вторым гумусовым горизонтом Красноярского края // Почвоведение. 1969. № 10. С. 13–28.
12. Дюкарев А.Г. Ландшафтно-динамические аспекты таежного почвообразования в Западной Сибири. Томск : Науч.-техн. литература, 2005. 283 с.
13. Макеев А.О. Поверхностные палеопочвы лёссовых водоразделов Русской равнины. М. : Молнет, 2012. 260 с.
14. Гольева А.А. Микробиоморфные комплексы природных и антропогенных ландшафтов: генезис, география, информативная роль. М.: УРСС, 2008. 256 с.
15. Golyeva A. Biomorph analysis as a part of soil morphological investigations // Catena. 2001. № 43. P. 217–230. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0341-8162\(00\)00165-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0341-8162(00)00165-X)
16. Гольева А.А. Фитолиты и их информативная роль в изучении природных и археологических объектов. Москва ; Сыктывкар ; Элиста, 2001. 140 с.
17. Piperno D.R. Phytolith analysis: an archaeological and geological perspective. San Diego : Academic Press, 1988. 280 p.
18. Piperno D.R. Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists. Maryland : AltaMiraPress, 2006. 238 p.
19. Golyeva A. Various phytolith types as bearers of different kinds of ecological information // Plant, People and Places – Recent Studies in Phytolith Analysis. Madella M., Debora Z. (eds.). Oxbow, Oxford, 2007. P. 196–208.
20. Byron Sudbury J. Quantitative phytolith analysis: a working example from modern prairie soils and buried Holocene A horizons. Ponca City, Oklahoma : Phytolith Press, 2011a. 288 p.
21. Byron Sudbury J. Sponge Spicules in the Opossum Creek soil profile, Nowata County // Biogenic silica from an Opossum Creek soil profile, Nowata County, Oklahoma USA. Byron Sudbury, J. (ed.). Oklahoma : Phytolith Press, 2011b. P. 75–103.
22. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. Почвы Васюганской равнины со сложным органомпрофилем // Почвоведение. 2011. Т. 44, № 5. С. 525–538.
23. Гаджиев И.М. О генезисе вторичноподзолистых почв Васюганья. Генезис почв Западной Сибири // Труды Биологического института. 1964. Вып. 12. С. 5–16.
24. Добровольский Г.В., Афанасьева Т.В., Василенко В.И. О возрасте и реликтовых признаках почв Томского Приобья // Материалы к симпозиуму 4-го совещания географов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1969. С. 117–119.
25. Targulian V.O., Goryachkin S.V. Soil memory: types of record, carriers, hierarchy and diversity // Revista Mexicana de Ciencias Geologicas. 2004. Vol. 21, is. 1. P. 1–8.

*Поступила в редакцию 16.12.2013 г.; повторно 14.01.2014 г.;
принята 19.04.2014 г.*

Авторский коллектив:

Гаврилов Денис Александрович – канд. биол. наук, м.н.с. лаборатории биогеоценологии Института почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск, Россия).

E-mail: denis_gavrilov@list.ru

Гольева Александра Амуриевна – д-р геогр. наук, в.н.с. лаборатории географии и эволюции почв Института географии РАН (г. Москва, Россия).

E-mail: alexandragolyeva@rambler.ru

Denis A. Gavrilov¹, Alexandra A. Golyeva²

¹*Laboratory of Biogeocenology, Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation.*

E-mail: denis_gavrilov@list.ru

²*Laboratory of Soil Geography and Evolution, Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation.*

E-mail: alexandragolyeva@rambler.ru

Microbiomorphic research of soils with the second humus horizon of the West Siberian southern taiga subzone (Russia)

This work was partially supported by RFBR grant №13-05-90708 mol_rf_nr

Long-term studying of such wide-spread phenomenon in the southern taiga subzone as the second humus horizon made researchers create the theory of illuvial or relict genesis. At the present stage, the theory of relict genesis is the most proved. The problems of determining the soils which served as the bases for the second humus horizons forming have not been solved so far. Different soils of steppe and forest-steppe zones of automorphic and semihydromorphic soil forming conditions (Chernozems, Meadow-Chernozems, Chernozem-Meadow or Meadow-Bog and Meadow-Forest soils) are supposed to be original ancient soils. The question how the second humus horizons are formed is still being discussed. Our article is devoted to the results of studies on microbiomorphs (phytoliths, diatoms, sponges, pollen and spores) to reveal regional peculiarities of forming the second humus horizons of the Western Siberian southern taiga subzone soils.

The studied objects are located within the Vasyugan plain (Tomsk oblast, Russia). A series of broken sections covers basic varieties of soils with the second humus horizon (AU[hh]), which are located in different geomorphological positions relative to the Ikksa riverbed. The examination included two stages: field observation with sampling and further cameral treatment with isolating and studying the microbiomorphic fraction. Our results have demonstrated that the second humus horizons are relicts of meadow-bog pedogenesis and also pedolythorelicts formed due to alluvial sedimentation of organic material or its accumulation in water-short lake (sapropel). The second humus horizon genesis is connected with drainage improvement of the territory due to the Ikksa riverbed becoming deeper. The second humus horizons forming within the profile is the result of regional sedimentation stage and their burning. According to microbiomorphic analysis data, we have not revealed any phytocenosis changes overcoming subtaiga zonal characteristics. The studying results expand the knowledge of the second humus horizon genesis and of evolution of soil forming conditions in the Western Siberian south-taiga subzone in the second half of Holocene.

The article contains 5 figures, 1 table and 25 ref.

Key words: the second humus horizon; microbiomorphic analysis; phytoliths; sponges; meadow-bog pedogenesis; buried soils.

References

1. Ponomareva VV, Tochelnikov IuS. Nekotorye dannye o sostave i svoystvakh gumusa i voprosy genezisa pochv so vtorym gumusovym gorizontom yuzhnoy taygi Zapadnoy Sibiri [Some data on the composition and properties of humus and genesis problems of soils with the second humus horizon of southern taiga in West Siberia]. *Doklady Instituta geografii Sibiri i Dal'nego Vostoka – Proceedings of the Institute of Geography of Siberia and the Far East*. 1968;20:23-32. In Russian
2. Nechaeva EG, Laivins MIA. Zakonomernosti prostranstvennogo raspredeleniya podzolistykh pochv so vtorym gumusovym gorizontom [Spatial distribution patterns of podzolic soils with the second humus horizon]. *Doklady Instituta geografii Sibiri i Dal'nego Vostoka – Proceedings of the Institute of Geography of Siberia and the Far East* 1968;25:38-48. In Russian
3. Dobrovolskii GV, Afanaseva TV, Vasilenko VI, Remezova GL. O genezise i geografii pochv Tomskogo Priob'ya [On genesis and geography of soils of Tomsk Priobje]. *Pochvovedenie*. 1969;10:3-12. In Russian
4. Karavaeva NA. Genezis i evolyutsiya vtorogo gumusovogo gorizonta v pochvakh yuzhnoy taygi Zapadnoy Sibiri [Genesis and evolution of the second humus horizon in the soils of southern taiga of Western Siberia]. *Pochvoobrazovanie i vyvetrивanie v gumidnykh landshaftakh* [In: *Pedogenesis and Weathering in Humid Landscapes*]. Targulian VO, editor. Moscow: Nauka; 1978. p.133-157. In Russian
5. Sokolov IA, Gadzhiev IM, Kurachev VM, Khmelev VA. O genezise i evolyutsii teksturno-differentsirovannykh pochv [On genesis and evolution of texture-differentiated soils]. *Genezis, evolyutsiya i geografiya pochv Zapadnoy Sibiri* [In: *Genesis, Evolution and Geography of Soils in Western Siberia*]. Novosibirsk: "Nauka" Sibirskoe Otdelenie; 1988. p.89-98. In Russian
6. Dranitsyn DA. Vtorichnye podzoly i peremeshchenie podzolistoy zony na sever Ob'-Irtyskogo vodorazdela [Secondary podzols and the shift in the podzol zone in the northern part of the Ob'-Irtysk watershed]. *Izvestiya Dokuchaevskoy pochvennoy komissii – Proceedings of Dokuchaev Soil Commission*. 1914;2:1-34. In Russian
7. Gorshenin KP, Selskaia NV. Pochvy Rybinsko-Karagalinskogo zabolochennogo prostranstva [Soils of the Rybinsk-Karagalinskii wetland space]. *Trudy Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva – Proceedings of V.V. Dokuchaev Soil Science Institute*. 1929;1:3-84. In Russian
8. Ufimtseva KA. Pochvy yuzhnoy chasti taezhnoy zony Zapadno-Sibirskoy ravniny [Soils of the southern taiga zone of the West Siberian plain]. Moscow: Kolos; 1974. 203 p. In Russian
9. Gadzhiev IM. Evolyutsiya pochv yuzhnoy taygi Zapadnoy Sibiri [Evolution of taiga soils in Western Siberia]. Novosibirsk: Nauka; 1982. 455 p. In Russian
10. Petrov BF. K voprosu o proiskhozhdenii vtorogo gumusovogo gorizonta v podzolistykh pochvakh Zapadnoy Sibiri [On the origin of the second humus horizon in the Western Siberian podzolic soils]. *Trudy Tomskogo Universiteta – Proceedings of Tomsk University*. 1937;92:43-69. In Russian
11. Budina LP, Erokhina AA. Geneticheskie osobennosti dernovo-podzolistykh gleevatykh kholodnykh pochv so vtorym gumusovym gorizontom Krasnoyarskogo kraya [Genetic features of sod-podzolic gleysolic cold soils with second humus horizon of Krasnoyarsk Krai]. *Pochvovedenie*. 1969;10:13-28. In Russian
12. Dyukarev AG. Landshaftno-dinamicheskie aspekty taezhnogo pochvoobrazovaniya v Zapadnoy Sibiri [Landscape and dynamic aspects of taiga soil formation in Western Siberia]. Tomsk: NTL Publishing; 2005. 284 p. In Russian
13. Makeev AO. Poverkhnostnye paleopochvy lessovykh vodorazdelov Russkoy ravniny [Surface paleosols of loess areas in the center of the Russian plain]. Moscow: Molnet; 2012. 260 p. In Russian

14. Golyeva AA. Phytoliths and their information role in natural and archeological objects. Moscow-Syktvykar-Elista: Polteks; 2011. 140 p. In Russian
15. Golyeva AA. Biomorphic analysis as a part of soil morphological investigations. *Catena*. 2001;43(3):217-230. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0341-8162\(00\)00165-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0341-8162(00)00165-X)
16. Golyeva AA. Microbiomorphic analysis as a tool for natural and anthropogenic landscape: genesis, geography, information. Moscow: URSS; 2008. 256 p. In Russian
17. Piperno DR. Phytolith analysis an archaeological and geological perspective. San Diego: Academic Press; 1988. 280 p.
18. Piperno DR. Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists. Maryland: AltaMiraPress, Lanham MD; 2006. 238 p.
19. Golyeva AA. Various phytolith types as carriers of different kinds of ecological information. In: *Plant, People and Places – Recent Studies in Phytolith Analysis*. Madella M, Debora Z, editors. Oxford: Oxbow Books; 2007. p. 204-208.
20. Sudbury JB. Quantitative phytolith analysis: a working example from modern prairie soils and buried holocene A horizons. Ponca City, Oklahoma: Phytolith Press; 2011. 288 p.
21. Sudbury JB. Sponge spicules in the opossum creek soil profile, Nowata County. In: *Bio-genic silica from an Opossum Creek soil profile, Nowata County, Oklahoma USA*. Sudbury JB, editor. Oklahoma: Phytolith Press; 2011. p. 75-103.
22. Dyukarev AG, Pologova NN. Soils of the Vasyugan Plain with complex organic profiles. *Eurasian Soil Science*. 2011;44(5):480-492. doi: 10.1134/S106422931105005X
23. Gadzhiev IM. O genezise vtorichnopodzolistykh pochv Vasyugan'ya. Genezis pochv Zapadnoy Sibiri. Genesis of soils of Western Siberia [On genesis of secondary podzol soils of the Vasyugan plain]. *Trudy Biologicheskogo Instituta – Proceedings of the Biological Institute*. 1964;12:5-16. In Russian
24. Dobrovolskii GV, Afanaseva TV, Vasilenko VI. O vozraste i reliktovykh priznakakh pochv Tomskogo Priob'ya [On the age and properties of relict soils of Tomsk Priobje]. Materialy k simpoziumu 4 soveshchaniya geografov Sibiri i Dal'nego Vostoka [*Proceedings of the Symposium for the 4th Meeting of the Siberian and Far Eastern Geographers*]. Novosibirsk. 1968. p.117-119. In Russian
25. Targulian VO, Goryachkin SV. Soil memory: types of record, carriers, hierarchy and diversity. *Revista Mexicana de Ciencias Geologicas*. 2004;21(1):1-8.

Received 16 December 2013;

Revised 14 January 2014;

Accepted 19 April 2014