

## Гумусное состояние почв пастбищных аласов Центральной Якутии

М.В. Оконешникова

*Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск  
mvok@yandex.ru*

**Аннотация.** Изучено гумусное состояние почв крупного пастбищного аласа Нал Тюнгюлю, расположенного в 50 км северо-восточнее г. Якутска. В сопряженном ряду аласных почв выявлено наиболее четкое влияние гидротермических условий на уровень гумусонакопления дерново-глееватых почв пояса избыточного увлажнения, чем черноземно-луговых и лугово-черноземных почв поясов нормального и недостаточного увлажнений. Различия выявляются и при сравнении запасов первой и третьей фракций гуминовых кислот, более чем в 2 раза превышающих запасы углерода соответствующих фракций черноземно-луговых и лугово-черноземных почв. Отмечается характерная особенность почв пастбищного аласа Нал Тюнгюлю – отсутствие четких закономерных различий показателей гумусного состояния черноземно-луговых и лугово-черноземных почв поясов нормального и недостаточного увлажнений, установленных ранее в почвах соответствующих поясов сенокосных аласов, что может быть вызвано пастбищной трансформацией гумусовых веществ.

Ключевые слова: гумус, гумусовые вещества, фракционный состав, тип гумуса, алас.

## Humus State of Soils of Pasture Alases in Central Yakutia

M.V. Okoneshnikova

*Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk  
mvok@yandex.ru*

**Abstract.** Humus state of soils of a large Nal Tyungyulyu alas pasture has been studied. The alas pasture is located 50 km northeast of the town of Yakutsk. Within the conjugated cohort of alas soils we have revealed the significant effect of hydrothermal conditions on the rate of humus accumulation in soddy glayic soils of the excess moisture belt, as compared to chernozem-meadow and meadow-chernozemic soils of the belts of normal and deficient moisture. The differences in the content of humic acids were observed in the first and the third fractions, which exceeded more than two fold the carbon storage in the corresponding fractions of chernozem-meadow and meadow-chernozemis soils. One can observe the peculiarity of Nal Tyungyulyu alas pasture soils - the absence of significant differences of humus state indices of chernozem-meadow and meadow-chernozemic soils of the belts of normal and deficient humidity, earlier determined in soils of the corresponding belts in hayfield alases that might be caused by the pasture transformation of humic substances.

Key words: humus, humus substances, fraction composition, type of humus, alas.

### Введение

Аласные луга составляют значительную часть сенокосных и пастбищных угодий Республики Саха (Якутия), занимая в Центральной Якутии до 50 % площади естественных кормовых угодий. Аласы как термокарстовые, особо динамичные формы рельефа относятся преимущественно к замкнутым системам и обладают очень малой емкостью деятельного слоя и специфичными

условиями формирования почвенного и растительного покровов [1–3]. Замкнутость и ограниченность объема деятельного слоя аласов обуславливают их высокую чувствительность к колебаниям внешних факторов и слабую устойчивость к любому воздействию, вызывая большой научный интерес для изучения их современного состояния. Для оценки современного состояния почв огромное значение имеет характеристика показателей гумусного состояния [4–5], которые своим составом и свойствами интегрально отражают воздействие на почву природных и антропогенных факторов. До настоящего времени в

существующих немногочисленных работах, посвященных гумусу почв аласов Центральной Якутии, предпочтение отдавалось изучению гумуса почв сенокосных аласов, так как основной целью исследований было решение задач специфики гумуса почв аласов в естественных природных условиях [6–8]. Однако в структуре сельскохозяйственных угодий Республики Саха (Якутия) значительная доля (33% от общей площади или 294, 2 тыс. га) приходится на пастбища [9].

Цель данной работы – на основе изучения группового и фракционного состава гумуса провести оценку гумусного состояния почв пастбищных аласов Центральной Якутии (на примере аласа Нал Тюнгиюлю).

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования служили почвы трех растительных поясов недостаточного, нормального и избыточного увлажнений крупного пастбищного аласа Нал Тюнгиюлю с общей площадью луговой поверхности 315 га, расположенного в 50 км северо-восточнее г. Якутска. Почвенный покров был изучен в 2001 г. во время очередного засушливого периода солнечного цикла (2000–2002 гг.), когда озеро аласа значительно обмелело и произошло увеличение площади почвенно-растительных поясов. По обобщенным в литературе многолетним агрометеорологическим данным ст. Якутск (1988–2012 гг.), среднее количество осадков за теплый период года (май–сентябрь 2001 гг.) было самым минимальным и составляло всего 68 мм, тогда как во влажные годы данный показатель доходит до 200–250 мм [10].

*Площадка 1.* Остепненный луг в поясе недостаточного увлажнения. В составе травостоя доминирующими видами являются *Poa pratensis*, *Hordeum brevisubulatum*, *Agropyrum repens*, *Carex duriuscula*. Высота травостоя 4–6 см, проективное покрытие 50 %, средняя продуктивность луга 4,6 ц/га [11]. Почва мерзлотная лугово-черноземная (разр. 8-01).

Формула морфологического строения: (Ad 0–4/5 см) – Aca (4/5–10 см) – LDca (10–33 см) – B1ca (33–70 см) – B2ca (70–100 см). Следует отметить, что формирование горизонта LD в профиле почв аласов в виде поверхностных или погребенных оторфованных, реже окарбонатенных слоев с повышенным содержанием органического вещества непосредственно связано с озерной фазой их развития [2].

*Площадка 2.* Настоящий луг в поясе нормального увлажнения. Доминируют *Puccinellia tenuiflora*, *Agrostis jacutica*, *Carex schmidtii*, *Potentilla anserine*. Средняя высота травостоя 7–10 см, проективное покрытие до 80 %, продук-

тивность луга 9,9 ц/га [11]. Почва мерзлотная черноземно-луговая (разр. 9-01).

Формула морфологического строения: Ad (0–4/5 см) – Aca (4/5–10 см) – Bca (10–21 см) – LD1ca (21–51 см) – LD2ca (51–66 см) – Bfe,ca (66–100 см).

*Площадка 3.* Влажный луг в поясе избыточного увлажнения. Доминируют *Carex eremopyroides*, *Heleocharis intersita*, *Agrostis gugantea*. Средняя высота травостоя 10–15 см, проективное покрытие 70–80 %. Микрорельеф зоогенный кочковато-мелкобугорковатый. Высота кочек и бугорков 7–10 см, диаметр 10–25 см. Почва мерзлотная дерново-глееватая (разр. 10-01).

Формула морфологического строения: Ad (0–5 см) – Aca (5–20 см) – LDca (20–45 см) – Bg,ca (45–70 см). Особые отметки: на момент описания почвенного профиля 02.08.2001 г. мерзлота была на глубине 70 см. Нижняя надмерзлотная часть горизонта Bg,ca мокрая, из стен просачивается вода.

Название почвенных разностей устанавливалось по региональной классификации, разработанной Л.Г. Еловской [12]. Физико-химические свойства почв определялись общепринятыми методами: рН водный – на рН-метре Level 1 (WTW, Germany), обменные  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  и  $Na^{+}$  – по Пфефферу, легкорастворимые соли – методом водной вытяжки, гранулометрический состав – по Качинскому, содержание и качественный состав гумуса – по Тюрину в модификации Пономаревой и Плотниковой [13–16]. Для сравнительной оценки гумусного состояния почв использовались показатели, предложенные Л.А. Гришиной и Д.С. Орловым [4]. При характеристике мощности гумусового горизонта и содержания фракции ФК-1а дополнительно применялась новая расширенная система показателей Д.С. Орлова и О.Н. Бирюковой [5].

### Результаты и обсуждение

Процессы гумусообразования протекают на фоне щелочной реакции среды и насыщенности почвенного поглощающего комплекса основаниями при сумме обменных катионов кальция, магния и натрия 5–17 ммоль/100 г, с более высокой долей ионов  $Mg^{2+}$  и  $Na^{+}$  в поверхностно слабозасоленных солонцеватых черноземно-луговых и дерново-глееватых почвах. Слабая степень засоления почв в засушливый период объясняется более низкой минерализацией воды озера проточного аласа Нал Тюнгиюлю в связи с вымыванием в особо влажные годы многих водорастворимых веществ в долинную систему [3]. Гранулометрический состав почв гетерогенный, так как почвы сформированы под влиянием аласного процесса на слоистых разнород-

ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ПАСТБИЩНЫХ АЛАСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

ных отложениях. Преимущественно среднесуглинистый, к низу легкосуглинистый в лугово-черноземных почвах, супесчано-легкосуглинистый в черноземно-луговых и среднесуглинисто-супесчано-легкосуглинистый в дерново-глеяватых почвах (табл. 1).

Профильное распределение гумуса и основных его компонентов во всех типах почв бимодальное, что объясняется периодическим включением в почвообразование озерного органического вещества, находящегося в тесной связи с изменением климатических условий на протяжении формирования почвенного тела (табл. 2–3).

Содержание общего гумуса в верхних органических горизонтах Аса и LDca лугово-черноземных почв среднее (4,2–5,3 %), в минеральных горизонтах снижается до низкого и очень низкого уровней (1,0–2,6 %). Запасы гумуса в слоях 0–20 см (100 т/га) и 0–100 см (326 т/га) средние. Степень гумификации органического вещества высокая – средняя в верхних горизонтах и слабая в нижележащем горизонте В2ca. Тип гумуса гуматно-фульватный (Сгк:Сфк 1,0–0,51). Основные компоненты гумусовых веществ (ГВ) представлены всеми фракциями. Среди гуминовых кислот (ГК) наиболее упро-

щенные по строению «свободные» ГК-1 в значительных количествах присутствуют в верхних органогенных горизонтах (30–44 % от суммы ГК), в нижележащих минеральных их количество резко сокращается и в гор. В2ca полностью отсутствуют, здесь гуминовые кислоты преимущественно представлены фракциями ГК-2 и ГК-3 (48–52 %). Количество связанных с Ca<sup>2+</sup> гуминовых кислот ГК-2 колеблется в пределах уровней низкое–среднее (8–52 %), прочно связанных гуминовых кислот ГК-3 – высокое (27–48 %).

В составе фульвокислот (ФК) выражено преобладание фракции ФК-2 (28–66 % от суммы ФК) и фракции ФК-3 (47–63 %). Содержание свободной фракции ФК-1a низкое и среднее (3,1–8,2 % от Собщ).

Черноземно-луговые почвы пояса оптимального увлажнения имеют высокое–среднее содержание гумуса (7,3–5,4 %) только в верхних дерново-гумусовых горизонтах Ad, Аса и очень низкое (0,4–1,1 %) в минеральной части профиля с незначительным повышением в погребенных горизонтах озерных отложений LD1ca и LD2ca (1,0–1,8 %). Малая мощность дерново-гумусовых горизонтов (10 см) и очень низкое

Таблица 1

Основные физико-химические показатели мерзлотных почв

Горизонт	Глубина, см	V, г/см <sup>3</sup>	Сумма частиц <0,01 мм, %	Сумма солей, %	Гумус, %	pH (H <sub>2</sub> O)	Обменные катионы, ммоль/100 г почвы			Na <sup>+</sup> , % от суммы
							Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	
Разр. 8–01, лугово-черноземная										
Аса	0–5	1,2	22,2	0,1	4,2	7,8	7,5	3,5	0,2	1,8
	5–13	1,2	26,3	0,1	3,7	7,5	9,8	3,4	0,3	2,2
LDca	13–20	1,1	21,3	0,1	4,8	7,5	10,4	3,2	0,3	1,6
	20–33	1,0	24,7	0,1	5,3	7,6	9,6	4,3	0,3	2,1
B1ca	33–70	1,2	23,8	0,1	2,6	7,9	7,0	4,5	0,2	1,7
B2ca	70–100	1,4	16,2	0,1	1,0	7,8	4,2	3,5	0,2	2,5
Разр. 9–01, черноземно-луговая										
Ad	0–4(5)	1,0	11,9	0,3	7,3	8,3	0,8	10,7	2,1	15,4
Аса	4(5)–10	1,2	8,0	0,1	5,4	8,1	1,1	3,7	0,3	5,9
Вса	10–21	1,5	10,2	0,1	0,4	8,1	1,8	4,0	0,4	5,9
LD1ca	21–30	1,3	12,5	0,1	1,0	8,0	2,7	4,5	0,4	5,3
	30–51	1,3	14,0	0,1	1,4	8,4	4,0	4,9	0,4	4,3
LD2ca	51–66	1,2	18,0	0,1	1,8	8,3	4,6	5,1	0,3	3,0
Bfe,ca	66–100	1,4	15,1	0,1	1,1	8,3				
Разр. 10–01, дерново-глеяватая										
Ad	0–5	0,9	20,5	0,3	7,7	7,6	3,7	11,5	1,4	8,4
Аса	5–10	1,0	21,7	0,2	7,5	7,7	4,5	10,2	0,6	3,9
	10–20	1,0	18,8	0,2	6,7	7,7	5,4	10,0	0,6	3,7
LDca	20–30	0,8	13,5	0,2	10,3	7,6	4,8	7,8	0,8	6,0
	30–45	0,9	15,0	0,2	11,4	7,8	5,6	8,5	0,9	6,0
Bg,ca	45–70	1,2	18,0	0,1	3,7	7,7	5,3	7,8	0,5	3,7

**Фракционно-групповой состав гумуса мерзлотных почв**

Горизонт	Глубина, см	Собщ, %	Гуминовые кислоты			Фульвокислоты				Сгк:Сфк	НО*
			1	2	3	1а	1	2	3		
Разр. 8-01, лугово-черноземная											
Aca	0-5	2,45	10,5	14,7	9,3	5,5	0,6	12,0	15,8	1,02	31,6
	5-10	2,15	8,1	10,5	7,9	2,7	1,1	12,5	27,7	0,60	29,5
LD	10-20	2,77	6,3	5,9	9,3	4,9	4,3	18,8	4,3	0,66	46,3
	20-33	3,08	11,0	1,9	12,1	4,5	6,4	21,5	0,2	0,77	42,4
B1ca	33-70	1,49	1,8	11,1	10,0	3,1	3,7	9,2	16,8	0,70	44,3
B2ca	70-100	0,58	0	9,6	8,9	8,2	0	10,2	18,0	0,51	54,9
Разр. 9-01, черноземно-луговая											
Ad	0-4(5)	4,24	12,1	6,0	21,0	3,8	3,8	21,4	1,9	1,26	30,0
Aca	4(5)-10	3,14	5,4	7,9	16,2	3,0	5,3	18,3	2,2	1,02	41,7
Bca	10-21	0,26	1,0	10,5	15,5	9,3	7,0	10,5	2,3	0,93	43,9
LD1	21-30	0,59	2,9	11,4	13,4	5,4	11,1	9,8	4,0	0,91	42,0
	30-51	0,79	5,6	12,0	7,0	2,8	5,2	7,9	19,3	0,70	40,2
LD2	51-66	1,04	6,2	15,6	10,1	6,3	3,4	8,8	18,1	0,87	31,5
Bg,ca	66-100	0,64	0	13,7	9,4	7,9	0	13,2	19,7	0,57	43,9
Разр. 10-01, дерново-глебоватая											
Ad	0-5	4,48	11,4	0,3	13,7	4,0	10,0	2,4	9,7	0,97	48,5
Aca	5-10	3,88	9,0	4,8	20,1	4,5	6,9	5,7	18,9	0,94	30,1
	10-20	4,34	7,7	5,6	21,2	2,9	6,6	5,6	28,1	0,80	22,3
LD	20-30	5,95	14,6	7,2	17,2	2,5	6,2	9,0	12,7	1,28	30,5
	30-45	6,46	6,1	3,9	20,2	1,7	8,0	1,4	8,3	1,56	50,4
Bg,ca	45-70	2,16	2,5	8,1	15,6	4,2	1,1	10,3	19,4	0,75	38,8

\* НО – негидролизруемый остаток.

**Показатели гумусного состояния мерзлотных почв**

Признак	Площадка 1 лугово-черноземная	Площадка 2 черноземно-луговая	Площадка 3 дерново-глебоватая
Мощность гумусового горизонта, см	Маломощный 10	Маломощный 10	Среднемощный 20
Содержание гумуса, %	Среднее-очень низкое 5,3-1,0	Высокое-очень низкое 7,3-0,4	Очень высокое-низкое 11,4-3,7
Запасы гумуса(т/га) в слое 0-20 (0-100) см	Средние 100 (326)	Низкие-средние 75 (210)	Средние 139 (*-)
Распределение гумуса по профилю	Бимодальное	Бимодальное	Бимодальное
Степень гумификации органического вещества **(гор. А), Сгк/Собщ×100%	Высокая 31	Высокая 34	Высокая 31
Тип гумуса **(гор. А), Сгк:Сфк	Гуматно-фульватный 0,81	Фульватно-гуматный 1,14	Гуматно-фульватный 0,90
Содержание «свободных» ГК, % к сумме ГК	Очень низкое-среднее 0-44	Очень низкое-низкое 0-31	Очень низкое-среднее 9-45
Содержание ГК, связанных с Ca <sup>2+</sup> , % к сумме ГК	Очень низкое-среднее 8-52	Очень низкое-среднее 15-59	Очень низкое-среднее 1-31
Содержание прочно связанных ГК, % к сумме ГК	Высокое 27-48	Высокое 28-57	Высокое 44-67
Содержание фракции ФК-1а, % от Собщ	Низкое-среднее 3,1-8,2	Низкое-среднее 2,8-9,3	Очень низкое-низкое 1,7-4,5

\*Прочерк означает, что в данном слое запасы гумуса не определены.

\*\*Среднее значение в гор. А.

содержание гумуса в горизонте Bca (0,4 % на глубине 10–20 см) обуславливают низкий запас гумуса в слое 0–20 см (75 т/га), тогда как в слое 0–100 см запас гумуса немного превышает верхний предел градации «низкий» (210 т/га) и оценивается как «средний».

Степень гумификации органического вещества очень высокая – средняя (39–23 %). Фульватно-гуматный тип гумуса в горизонте Aca (Сгк:Сфк 1,14) становится гуматно-фульватным в нижележащих горизонтах (Сгк:Сфк 0,93–0,57) как за счет снижения к низу общего количества ГК, так и за счет повышения содержания ФК.

Основная масса ГВ в гумусово-аккумулятивном горизонте представлена всеми фракциями ГК при значительном преобладании прочно связанной с глинистыми минералами фракции ГК-3 (55 % от суммы ГК), в нижней минеральной части увеличивается доля фракции ГК-2 от очень низкого–низкого (15–27 %) до среднего уровня (59 %).

В составе фульвокислот также выражено преобладание фракций ФК-1 и ФК-3 в верхнем 0–30 см слое, в нижележащем горизонте Bg,ca характерно отсутствие подвижной фракции ФК-1 и увеличение доли связанных фракций ФК-2 и ФК-3. Содержание фракции 1a изменяется не столь закономерно, но отмечается определенная тенденция его накопления на разных глубинах минеральной части профиля (10–21 см и 66–100 см) до 7,9–9,3 % от Собщ.

Дерново-глееватые почвы, формирующиеся в поясе избыточного увлажнения, отличаются большей мощностью гумусового слоя (20 см), высоким и очень высоким содержанием гумуса (6,7–11,4 %) в верхних горизонтах Ad, Aca и LDca. Запасы гумуса в слое 0–20 см составляют 139 т/га (в слое 0–100 см не удалось определить из-за небольшой мощности профиля), что почти в 1,4–2 раза превышает уровень гумусо-

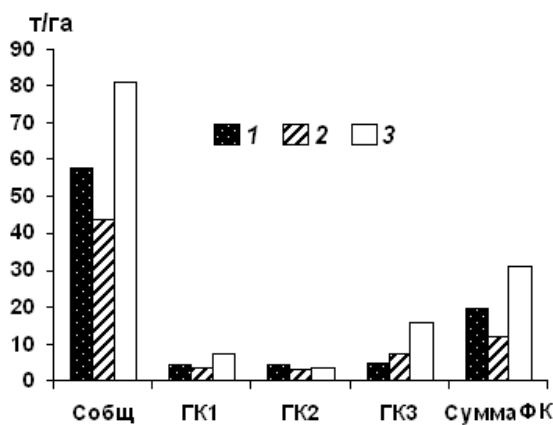
накопления в лугово-черноземных и черноземно-луговых почвах.

Преобладающий тип гумуса гуматно-фульватный (Сгк:Сфк<1), в погребенном горизонте озерных отложений LDca фульватно-гуматный, отношение Сгк:Сфк достигает 1,28–1,56.

По содержанию фракций ГК в % к сумме ГК все изученные почвы попадают в одну градацию (табл. 3), однако сравнение нетрадиционных характеристик – запасов углерода по абсолютному количеству углерода соответствующих фракций показало существенные различия в верхнем 0–20 см слое изученных почв. Так, если запас ГК-2, связанных с Ca<sup>2+</sup>, во всех почвах практически одинаков, то запас «свободных» ГК-1 в дерново-глееватых почвах почти в 2 раза, запас прочно связанных ГК-3 в 2–3 раза, а суммарный запас ФК в 1,5–2,5 раза выше по сравнению с запасами углерода соответствующих фракций в лугово-черноземных и черноземно-луговых почвах (рисунк), что вероятно связано с различиями в процессах минерализации органического вещества, образования и закрепления ГВ с глинистыми минералами и малоподвижными полуторными окислами.

### Заключение

Влияние гидротермических условий на уровень гумусонакопления в сопряженном ряду почв пастбищного аласа Нал Тюнгилю наиболее четко проявляется в дерново-глееватых почвах пояса избыточного увлажнения, чем в черноземно-луговых и лугово-черноземных почвах поясов нормального и недостаточного увлажнений. Запасы гумуса в слое 0–20 см составляют соответственно в дерново-глееватых почвах 139 т/га или 81 т/га органического углерода, в черноземно-луговых – 75 т/га или 44 т/га органического углерода и в лугово-черноземных почвах – 100 т/га или 58 т/га органического углерода. С



Запасы общего углерода и углерода различных групп и фракций органического вещества (т/га) в слое 0–20 см мерзлотных почв: 1 – лугово-черноземные (разр. 8-01); 2 – черноземно-луговые (разр. 9-01); 3 – дерново-глееватые (разр. 10-01)

различиями в условиях закрепления органического вещества связаны особенности фракционного состава гумуса дерново-глеевых почв. Они особенно четко выявляются при сравнении запасов первой и третьей фракций ГК, более чем в 2 раза превышающих запасы углерода соответствующих фракций в черноземно-луговых и лугово-черноземных почвах. По качественному составу гумуса в верхнем горизонте Аса особых различий не наблюдается, во всех почвах Сгк:Сфк лежат ближе к границе перехода между гуматно-фульватным и фульватно-гуматным гумусом.

Наиболее характерная особенность гумусного состояния почв пастбищного аласа Нал Тюнгиюлю – отсутствие четких закономерных различий фракционно-группового состава гумуса черноземно-луговых и лугово-черноземных почв поясов нормального и недостаточного увлажнения, ранее установленных нами в почвах сенокосных аласов, что может быть вызвано пастбищной трансформацией ГВ.

*Работа выполнена в рамках государственного задания по проекту «Выявление обратимых и необратимых изменений почв и почвенного покрова мерзлотной области, характера естественных и антропогенных экологических процессов и разработка фундаментальных основ охраны почв и почвенного покрова криолитозоны в условиях возрастающего антропогенного пресса и глобальных изменений». Регистрационный номер: АААА-А17-117020110057-7.*

#### Литература

1. Красюк А.А. Почвы Лено-Амгинского водораздела: Материалы Комиссии по изучению ЯАССР. Вып. 6. Л.: Изд-во АН СССР, 1927. 176 с.
2. Десяткин Р.В. Почвы аласов Лено-Амгинского междуречья. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1984. 168 с.
3. Десяткин Р.В. Почвообразование в термокарстовых котловинах – аласах криолитозоны. Новосибирск: Наука, 2008. 323 с.
4. Гришина Л.А., Орлов Д.С. Система показателей гумусного состояния почв // Проблемы почвоведения. М.: Наука, 1978. С. 42–47.
5. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н. Система показателей гумусного состояния почв // Методы исследований органического вещества почв. М.: Россельхозакадемия; ГНУ ВНИПТНОУ, 2005. С. 6–17.
6. Оконешикова М.В. Гумус почв аласов Лено-Амгинского междуречья: Автореф. дис. ... к.б.н. Новосибирск, 1994. 16 с.
7. Оконешикова М.В. Гумусное состояние почв как индикатор экологической среды аласов // Наука и образование. 1996. № 4. С. 103–112.
8. Оконешикова М.В., Николаева М.Х., Десяткин А.Р. Пространственная изменчивость гумуса почв и продуктивности лугов аласов Центральной Якутии (на примере стационарного аласа ИБПК СО РАН) // Известия Самарского научного центра РАН. 2009. Т. 11, № 1. С. 266–269.
9. Государственный (национальный) доклад «О состоянии и использовании земель в Республике Саха (Якутия) в 2014 году» / Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Республике Саха (Якутия). Якутск, 2015. 91 с.
10. Николаева М.Х., Десяткин Р.В. Динамика видового разнообразия и продуктивности влажных лугов аласов Центральной Якутии // Растительные ресурсы. 2015. Т. 51, вып. 1. С. 70–79.
11. Софронов Р.Р., Карпов Н.С. К проблеме определения продуктивности аласных пастбищных угодий // Мерзлотные почвы: разнообразие, экология и охрана. Якутск, 2004. С. 114–119.
12. Еловская Л.Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1987. 172 с.
13. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
14. Молодцов В.А., Игнатова В.П. Определение состава поглощенных оснований в засоленных почвах // Почвоведение. 1975. № 6. С. 123–127.
15. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 191 с.
16. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. Л.: Наука, 1980. 222 с.

Поступила в редакцию 15.03.2017