

МОНИТОРИНГ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ (НА ПРИМЕРЕ ЗАПОВЕДНИКА «БАСЕГИ»)

©2013 О.А. Лузянина, И.А. Самофалова

Пермская государственная сельскохозяйственная академия им. Д.Н. Прянишникова, г. Пермь

Поступила 10.06.2013

В статье рассмотрено гумусное состояние горных почв заповедника «Басеги» (Средний Урал). Дан анализ содержания гумуса в почвах и определена его зависимость от разных факторов, рассмотрен групповой состав гумуса.

Ключевые слова: органическое вещество, гумус, свойства, мониторинг, горные почвы.

Мониторинг состояния почв позволяет осуществлять текущий контроль и прогнозы загрязнения, своевременно выявлять негативные изменения состояния почвенного покрова, что в свою очередь позволит предотвратить вредное воздействие и сохранить флору и фауну особо охраняемой природной территории.

Роль гумуса незаменима в формировании физических, химических и биологических свойств почв, а также в поддержании высокой буферности и сопротивляемости почв неблагоприятным воздействиям, как естественного, так и техногенного происхождения [1]. Гуминовые вещества являются универсальным аккумулятивным резервуаром органического вещества в биосфере, выполняют трофическую функцию, имеют свойство физиологической и биопротекторной активности [2].

Гумусное состояние почв относится к педохимическим показателям, изменение которых может быть вызвано загрязняющими веществами. Вследствие изменяющихся процессов трансформации органических веществ, в почве меняется и их групповой состав [4].

Для горного рельефа характерна сложная пестрота почвенного покрова, что влечет за собой разнообразие и гумусного состояния почв [3].

Для качественной и количественной оценки антропогенных нарушений почвенного покрова нужны показатели состояния почв заповедных экосистем с ненарушенными вариантами типичных для данных биоклиматических условий почв, которые могли бы быть эталонами для сравнения с антропогенно измененными аналогами [5].

Природа органического вещества горных почв Среднего Урала изучена слабо, современных данных нет. Ученые, занимающиеся исследованием горных почв на Урале [6-10] отмечают повышенное накопление гумуса, преобладание группы фульвокислот над гуминовыми, растянутый гумусовый профиль, который считают реликтовым свойством. В.П. Фирсова [11] считает, что мобильность гумуса в горной провинции в 2-3 раза выше по сравнению с почвами предгорий соответствующих подзон.

Актуальность изучения гумусного состояния почв заповедника «Басеги» обусловлена причиной практической необходимости получения почвенно-экологических данных по состоянию заповедных территорий, их систематизации и разработки системы мониторинга почвенного покрова.

Цель исследований – проведение мониторинга гумусного состояния почв. Мониторинг гумусного состояния почв проводился впервые.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Заповедник «Басеги» расположен на восточной границе Пермского края.

Хребет Басеги занимает основную часть территории, и только на нем выражена высотная поясность. Климат заповедника умеренно-континентальный. Средняя температура июля 13°C, января -18°C. Среднегодовое количество осадков – от 500 мм до 1000 мм [12]. На Среднем Урале выделены горно-лесной (от 300 до 600 м над у. м.), подгольцовый (от 580 до 870 м), горно-тундровый (от 810 до 994,7 м) пояса [13]. Различия в свойствах пород, а также разнообразие климатических, геоморфологических условий почвообразования, растительности обуславливают пестроту почвенного покрова территории.

Почвенное обследование проводилось по основным элементам рельефа с высоты 950 м (гольцовый пояс) до 315 м (горно-лесной пояс) (рис. 1). Описаны морфологические свойства почв и отобраны образцы из всех генетических горизонтов. Заложено 27 полных разрезов на г. Северный Басег на склонах разных экспозиций и под разными типами растительности. Разрезы имеют точную географическую привязку, для того, чтобы учитывать это в дальнейшем мониторинге.

Аналитические исследования выполнены на кафедре почвоведения, лаборатории Пермской государственной сельскохозяйственной академии: определение содержания органического вещества по методу Тюрина; ускоренное определение состава гумуса по Кононовой и Бельчиковой, физико-химические показатели определены по общепринятым методикам.

Статистическая обработка проведена с использованием программ MS Excel и STATISTICA 8.

Лузянина Оксана Антоновна, магистр, e-mail: luzoksana@mail.ru; Самофалова Ираида Алексеевна, к.с.-х.н., доцент; e-mail: samofalovairaida@mail.ru

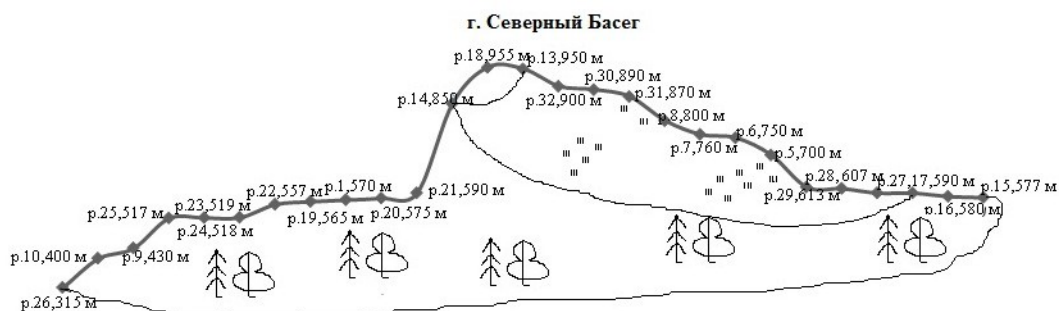


Рис. 1. Схема заложения разрезов на г. Северный Басег

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Условия почвообразования на вершине г. Северный Басег характеризуются большой суровостью климата с проявлением резких колебаний температуры, отсутствием снежного покрова, наличием сильных ветров.

В таких условиях происходит первичное почвообразование под бедной по видовому составу тундровой растительностью, и формируются петроземы (примитивно-аккумулятивные почвы) гумусовые, приуроченные к участкам между камней, где происходит аккумуляция мелкозема и откуда он не выдувается ветром. Почвы развиты на маломощном элювии горных пород и имеют характер почвозлювия.

Криволесье и субальпийские луга на склонах гор так перемешаны, что мозаично проникают друг в друга и трудно решить какой тип растительности преобладает [14]. Здесь встречаются органо-аккумулятивная серогумусовая и перегнойно-темногумусовая, литозем серогумусовый, структурно-метаморфическая темно-серая почвы. В горно-лесном поясе под еловыми лесами с мохово-

травянистым покровом формируются почвы структурно-метаморфические (буроземы, буроземы грубогумусовые, темно-гумусовые), железисто-метаморфические (ржавоземы), органо-аккумулятивные темно-гумусовые и серогумусовые, торфяные олиготрофные, аллювиальные и глеевые почвы [15].

Специфические условия формирования почв определяют их свойства, и в том числе содержание гумуса. Аналитические данные обнаруживают высокое содержание гумуса, который колеблется в широких пределах – от 1,65% до 21,45%.

Для оценки степени варьирования содержания гумуса в почвах была проведена статистическая обработка (рис. 2), которая показала, что во всех почвах подгольцового пояса и частично горно-лесного на высоте 400-600 м (р. 21, 15, 19, 22, 24, 9, 10, 41) значения содержания гумуса изменяются в меньшей степени, чем в почвах горно-лесного пояса на высоте 344-400 м над у.м., где проявляется наибольший разброс значений (р. 41, 40, 39, 38, 37, 35, 36, 34, 42) и более высокое содержание гумуса, чем в почвах подгольцового пояса.

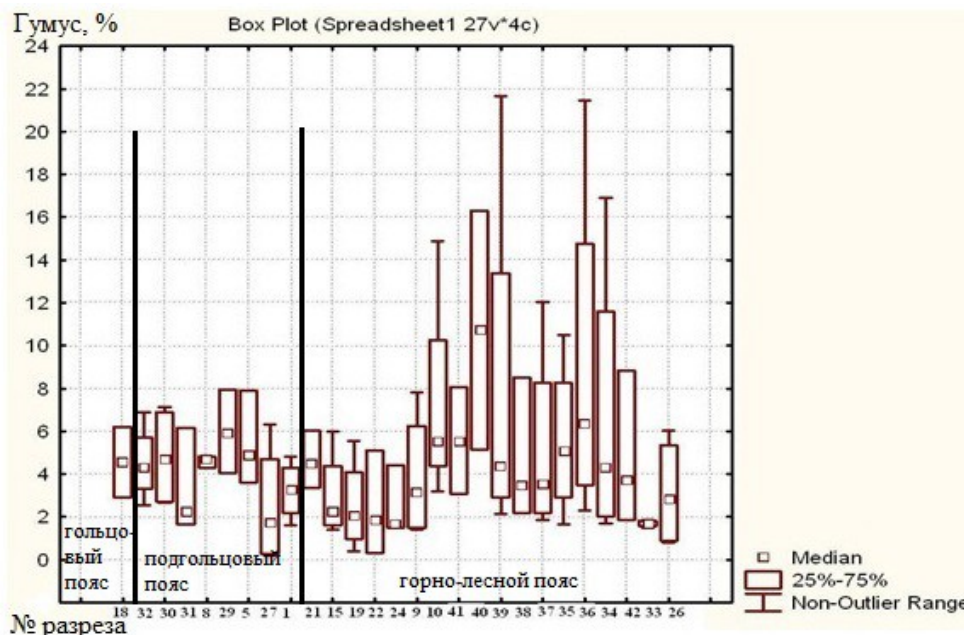


Рис. 2. Квантильное представление данных о пространственном варьировании содержания гумуса (% в гор. А) в горных почвах

Определена корреляционная зависимость между содержанием гумуса в почвах г. Северный Басег и уклоном местности. С увеличением угла наклона местности происходит увеличение мощности гумусового горизонта (от 6 до 10 см) и падение содержания гумуса (от 10,09 до 6, 20%), коэффициент корреляции составляет $r = -0,6$.

Одной из основных причин уменьшения мощности горизонта А и содержания гумуса в нем на склоновых почвах является интенсивное развитие процессов выветривания, которым в основном поддается самая богатая гумусом часть почвы. Кроме того, определена связь между мощностью гумусового горизонта и уклоном местности, которая в большей степени проявляется для почв под субальпийскими лугами ($r = 0,8$). Это можно объяснить более глубоким проникновением корней субальпий-

ской растительности.

Особенностью горных почв Среднего Урала является растянутый гумусовый профиль, независимо от высоты местности. Рассчитаны уравнения регрессии, показывающие связь между содержанием гумуса и мощностью профиля почвы (табл. 1).

Коэффициент регрессии (R) показывает, что бурозем в субальпийских лугах (р. 1) имеет наиболее резкое снижение содержания гумуса ($R = 0,158\%$) по профилю, что можно объяснить высокой дисперсностью гумусовых веществ горных почв.

Бурозем в горно-лесном поясе (р. 10) богат гумусом, но падение его по профилю относительно медленное ($R = 0,036\%$).

С помощью уравнения регрессии можно устанавливать вероятное содержание гумуса на любой заданной глубине.

Таблица 1. Интенсивность снижения содержания гумуса в профиле горных почв

Высотный пояс	№ разреза, высота, м н. у. м.	Мощность профиля, см	Коэффициент регрессии (R)	Уравнение регрессии
Подгольцовый	№ 32, 900 м	0,52	-0,0969	$y = -0,0969x + 0,7196$
	№ 30, 890 м	0,70	-0,0756	$y = -0,0756x + 0,7942$
	№ 5, 700 м	0,49	-0,0834	$y = -0,0834x + 0,7527$
	№ 1, 570 м	0,66	-0,158	$y = -0,158x + 0,901$
Горно-лесной	№ 19, 565 м	0,82	-0,1265	$y = -0,1265x + 0,7728$
	№ 9, 430 м	0,70	-0,0676	$y = -0,0676x + 0,5845$
	№ 10, 400 м	0,60	-0,0363	$y = -0,0363x + 0,5898$
	№ 26, 315 м	0,67	-0,0774	$y = -0,0774x + 0,672$

Результаты статистической обработки массовых данных содержания гумуса в почвах дают нам представление о профилемном распределении гумуса (табл. 2). Величина среднего содержания (M_e) для каждого слоя является обобщенной, скрывающей варьирование, и показывает снижение содер-

жания гумуса с глубиной (от 8,03 до 1,75%), подтверждающая постепенное убывание гумуса с глубиной.

Показатели Max и Min содержания гумуса обнаруживают ту же динамику. Большая величина дисперсии характерна для горизонта А.

Таблица 2. Статистическая характеристика содержания гумуса в почвах (%)

Горизонт	Статистические характеристики							
	N	среднее	M_e	M_o	Min	Max	D	S
A	23	8,03	6,20	6,05	1,65	21,45	22,57	4,75
AB	27	4,30	4,50	-	1,50	8,05	3,04	1,74
B	24	2,63	2,43	-	0,30	5,60	2,10	1,45
BC	15	1,75	1,75	1,60	0,20	3,20	0,67	0,82

Экспозиция склона оказывает влияние на содержание гумуса в зависимости от разных гидро-термических условий. Количество гумуса на склонах северной экспозиции больше по сравнению с южной и западной (рис. 3). Это связано с тем, что на южных «теплых» склонах эрозионно-аккумулятивные процессы выражены сильнее, чем на склонах северной экспозиции. В пределах одной экспозиции гумуса больше в средней части склона.

Мощность горизонта А в зависимости от экспозиции склона также изменяется (рис. 3). Самым благоприятным для образования мощного гумусового горизонта оказался западный склон, где величина гумусового слоя в среднем составляет 9 см.

Почвы склона южной экспозиции имеют среднюю мощность 8 см, а северной – 6 см.

Изучаемые почвы различаются по составу гумусовых веществ. Содержание углерода в вытяжке изменяется в широких пределах (5-95%). Среднее значение $C_{\text{выт}}$ для почв подгольцового пояса – 54%, для горно-лесного – 43%. По результатам анализа группового состава гумуса почв на г. Северный Басег, можно отметить, что гумус в горных почвах является очень подвижным, так как, более половины гумусовых веществ переходит в пирофосфатную вытяжку, т.е. гумусовые вещества являются хорошо растворимыми, что и демонстрирует показатель $C_{\text{выт}}$.

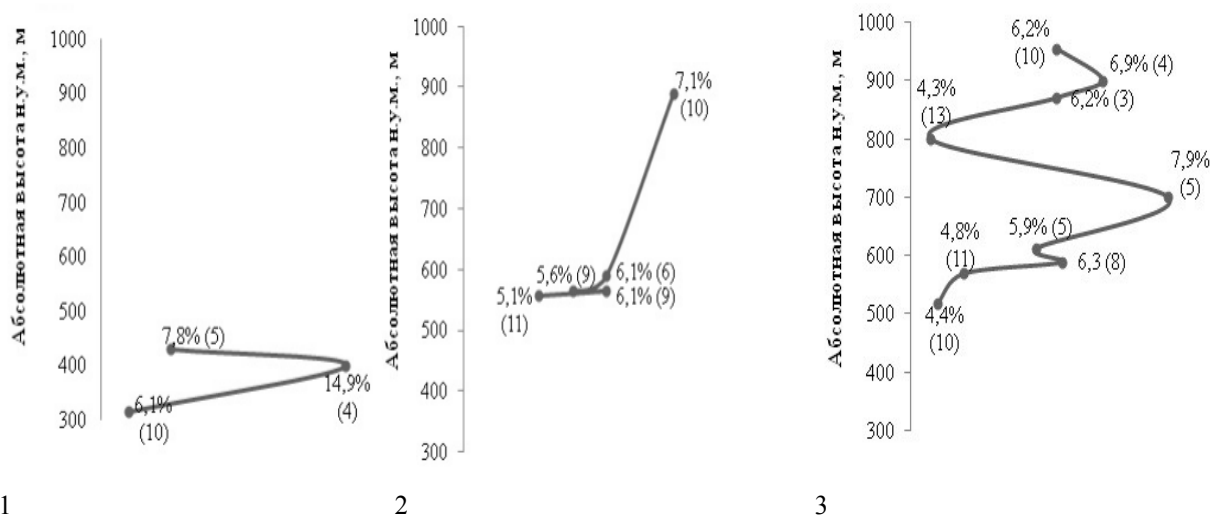


Рис. 3. Влияние абсолютной высоты и экспозиции склона на содержание гумуса (%) и мощность гор. А (в скобках мощность, см) в почвах г. Северный Басег (1 – северная, 2 – западная, 3 – южная экспозиции)

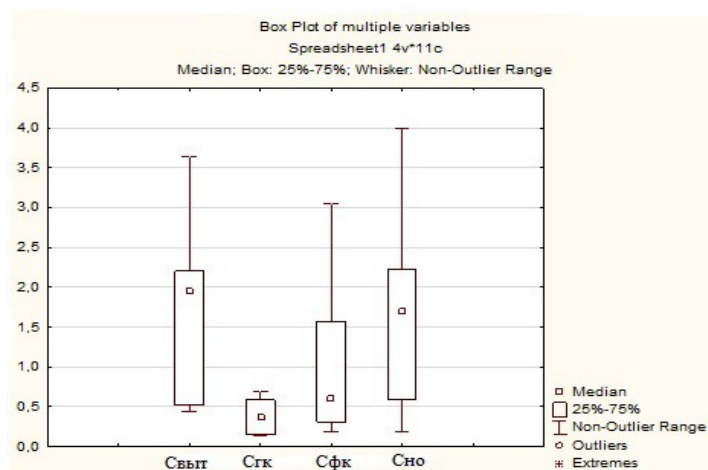


Рис. 4. Квантильное представление данных о пространственном варьировании группового состава гумуса (в гор. А) в горных почвах (% к весу почвы)

Соотношение гуминовых и фульвокислот в составе гумуса смещается в сторону фульвокислот. Тип гумуса в горных почвах характеризуется как фульватный, так как соотношение $C_{гк}:C_{фк}$ составляет менее 0,5. Содержание гуминовых кислот в 2-14 раз меньше, чем фульвокислот. Таким образом, в исследуемых горных почвах, гуминовые кислоты являются достаточно рыхлыми (показатель $C_{гк}:C_{фк}$ варьирует от 0,1 до 0,5) и способны к гидролизу, то есть очень не стойкие, в связи с чем легко переходят в раствор (рис. 5). Эти показатели характеризуют степень гидролизуемости горных почв как очень высокую, а возможность образования двойных связей очень низкая.

Низкая степень гумификации (в среднем 12,6%) говорит о невысокой биологической активности горных почв в целом, и большей частью в почвах горно-лесного пояса.

Избыточная влажность, недостаток тепла, кислая реакция среды, кислые продукты трансформации растительных остатков, высокое содержание обменного алюминия, выщелоченность профиля от кальция и магния способствуют консервации орга-

нического вещества в стабильной части гумуса (негидролизуемый остаток). Содержание негидролизуемого остатка (Сно), состоящего из не полностью гумифицированных растительных остатков, колеблется в широких пределах (4-95% от общего углерода; среднее для почв субальпийского пояса – 40%, для почв горно-лесного пояса – 57%).

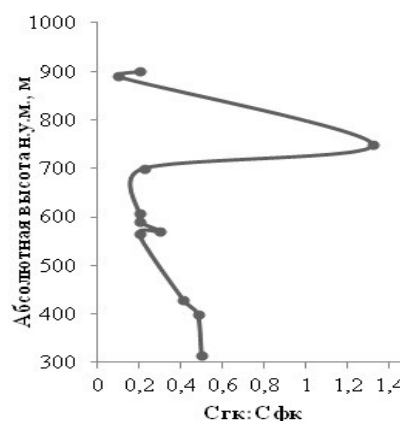


Рис. 5. Изменение $C_{гк}:C_{фк}$ в гор. А с высотой местности (м) над у.м.

Мониторинг гумусного состояния почв показал, что процесс гумификации в горных почвах является специфическим, обладает неоднозначностью и варьированием показателей, что является результатом пестроты почвенного покрова горной территории. Постепенное снижение содержания гумуса по всему профилю обусловлено процессами поверхностного выветривания, в связи, с чем количество органического вещества увеличивается в выветриваемых слоях и проникает за счет хорошей дренируемости почв по трещинам в нижние горизонты. Гумус кислый, хорошо растворим, и с током воды промывается далеко вглубь. Процесс перехода фульвокислот в гуминовые не идет, так как удерживается за счет холодного климата, высокой влажности, заторможенной жизнедеятельности микроорганизмов, в связи с чем, образуются кислые продукты разложения, и как результат этих процессов – фульватный гумус.

Стационарные исследования, играющие важнейшую роль в изучении почв и почвообразовательных процессов, их динамики, в настоящее время в заповедниках России практически не ведутся и только в 20 % заповедниках проводятся отдельные исследования по изучению почвенного покрова. Программы комплексного мониторинга почв для внедрения в заповедниках на сегодняшний день нет. Мониторинг гумусного состояния почв заповедников – одна из основных составляющих почвенно-экологического мониторинга в целом. Особая роль гумусовых веществ обусловлена тем, что изменения гумусового состояния почв и состава гумуса отражаются на выполнении почвами экологических функций, а соответственно, и на состоянии биосферы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиева М.М. Гумусное состояние основных почв Гобустанского массива Азербайджана // Гуминовые вещества в биосфере: Труды IV Всеросс. конф. СПб., 2007. С. 560-568.

2. Чуков С.Н. Органическое вещество почвы как фактор стабилизации продуктивности биосферы. // Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной и экологической безопасности России: Материалы междунар. науч. конф. СПб., 2011. С. 505.
3. Fromm H., Winter K., Fisser J., Hantschel R., Beese F. The influence of soil type and cultivation system on the spatial distributions of the soil fauna and microorganisms and their interactions // *Geoderma*. 1993. V. 60. N 1-4. P. 109-118.
4. Мониторинг фоновых почв (на примере заповедника Шульган-Таш): учебно-методическое пособие / Уральский гос. ун-т им. А.М. Горького. Екатеринбург, 2008. С. 20.
5. Нестерова О.В., Семаль В.А., Труzubова В.Г. Качественный состав гумуса почв бассейна р. Перекатная (Лазовский заповедник) // Гуминовые вещества в биосфере: Труды IV Всеросс. конф. СПб., 2007. С. 600-611.
6. Богатырев К.П. Почвы горного Урала // Труды Почв. ин-та АН СССР. 1962. С. 5-48.
7. Иванова Е.Н. Горно-лесные почвы Среднего Урала // Труды Почв. ин-та АН СССР. 1949. Т. 30. С. 168-193.
8. Иванова Е.Н. Почвы Урала // Почвоведение. 1947. № 4. С. 213-226.
9. Михайлова Р.П. Бурые грубогумусные ненасыщенные почвы Урала // Труды Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 1977. С. 87-142.
10. Тифлов М.А. К познанию горных лугов Урала // Труды Пермского СХИ. 1951. Т. 13. С. 23-40.
11. Фирсова В.П. Бурые горно-лесные почвы Урала // Почвоведение. 1991. № 4. С. 47-58.
12. Лоскутова Н.М. Басеги – страна заповедная. Пермь, 2003.
13. Горчаковский П.Л. Растительный мир высокогорного Урала. М.: Наука, 1975. С. 13-67.
14. Баландин С.В., Ладыгин И.В. Флора и растительность хребта Басеги (Средний Урал). Пермь, 2002.
15. Самофалова И.А., Лоскутова Н.М., Кулькова Л.В., Лузынина О.А. Почвенный покров заповедника «Басеги» // Горные экосистемы и их компоненты: Материалы IV междунар. конф., посвященной 80-летию основателя ИЭГТ КБНЦ РАН чл.-корр. РАН А.К. Темботова и 80-летию Абхазского гос. ун-та. Сухум (Абхазия), 2012. С. 25.

MONITORING OF SOIL HUMUS (THE CASE RESERVE "BASEGI")

©2013 O.A. Luzyanina, I.A. Samofalova

Perm State Agricultural Academy, Perm

This article discusses the state of mountain soil humus reserve "Basegi" (Middle Urals). The analysis of the content of humus in the soil and is defined by its dependence on various factors considered by the group composition of humus.

Keywords: organic matter, humus, properties, monitoring, mountain soils.