

Гумусное состояние горно-лесных бурых почв Кавказского заповедника

О.А. Локтионова, Л.М. Горчарук

Изучение органического вещества является важнейшим звеном биогеоценологических исследований лесных почв, так как оно является основным материальным носителем воздействия живых организмов на окружающую среду (Смагин А.В., 1996). Однако, в учении о гумусе лесных почв существует большая неопределенность. Вначале исследование гумуса лесных почв было направлено на изучение типов разложения и формирования органического вещества (Sprengel, 1826; Emeis, 1875; Müller, 1887). В зависимости от условий произрастания леса, количества и качества растительных остатков, скорости их разложения образуются различные типы почвенного гумуса, различающиеся по своим морфологическим, физическим и химическим признакам. Позднее, И.В. Тюрин (1940), касаясь типов гумуса лесных почв, разделил их на группы по характеру гумусового профиля и на подгруппы по состоянию влажности. Данная схема теснейшим образом связана с классификационной схемой типов леса, предложенной В.Н. Сукачевым (1931).

Общая модель трансформации органического вещества может быть разработана на основе ясных представлений о биохимических превращениях растительных и животных остатков и природного почвенного гумуса, включая влияние различных физических и химических факторов на скорость процессов и основные экологические свойства рассматриваемой системы (Тайт Р., 1991).

В данной статье мы ставили перед собой целью показать влияние различных типов леса на гумусное состояние горно-лесных бурых почв Кавказского заповедника. Особое внимание уделялось исследованию отношений в системе лесная растительность – подстилка – гумус почв.

Объекты и методы исследования.

Исследования проводились на территории северного лесничества Кавказского государственного природного биосферного заповедника, на биогеоценологическом стационаре «Молчепа».

Почвенно-ботанический профиль расположен по поперечному профилю через долину реки Молчепы по ее южному склону, начиная от верхней границы леса, в диапазоне высот 690-1800 м н.у.м. Здесь наблюдаются крутые (20° - 30°) и сильно крутые (30° - 40°) склоны. Бассейн реки Молчепы расположен на стыке двух геоботанических районов, левобережная его часть, т.е. северный склон, относится к Белореченскому, правобережная (южный склон) к Пшекиш – Бамбакскому (Голгофская К.Ю., 1967). Район представляет собой один из типичных участков природного комплекса Северо-Западного Кавказа. Здесь отчетливо прослеживается закономерность в изменении растительности – высотная поясность, и почвенного покрова – вертикальная зональность. Исследования проводились на фоне определенных климатических режимов, обусловленных высотой над уровнем моря, крутизной и экспозицией склонов.

Пробная площадь № 1 заложена на верхней границе леса, которая в исследуемом районе искусственно снижена до 1800 м н.у.м. Эта часть представлена березовым криволесьем с обильным травяным покровом, под которым формируются почвы переходного типа между горно-луговыми субальпийскими и горно-лесными бурьями почвами.

Пробная площадь № 2 заложена в пихтарнике мертвопокровном на высоте 1350 м н.у.м., на юго-западном склоне крутизной 30° .

Пробная площадь № 3 заложена в буко-пихтарнике мертвопокровном на ЮЮЗ склоне крутизной 8° - 12° на высоте 1000 м н.у.м.

Пробная площадь № 4 заложена в буко-пихтарнике рододендроновом на ЮЮЗ склоне крутизной 12° – 15° на высоте 1000 м н.у.м.

Пробная площадь № 5 заложена на вырубке в буково-пихтовом лесу, заросшей ожиной, ЮЗ склон крутизной 12° – 15° на высоте 980 м н.у.м. Принимая за основную классификационную единицу тип вырубок (Мелихов И.С., 1966), данная вырубка относится к ежевиковому типу.

Пробная площадь № 6 заложена в букняке разнотравно-папоротниковом на высоте 700 м н.у.м., крутизна склона 15° – 20° ЮЗЗ экспозиции (нижняя часть склона).

Таким образом, пробные площади намечались и распределялись на участках, занимаемых каждым типом горно-лесного биогеоценоза с учетом следующих особенностей:

а) различий в составе и полноте древостоев, а также напочвенного покрова (куртинность, фитоценотическая парцелярность).

б) различий уклонов и элементарных форм рельефа (Зонн С.В., Урушадзе Т.Ф., 1974). Морфологическое описание проводилось по общепринятой методике (Почвенная съемка, 1959) с учетом рекомендаций разработанных для горных условий (Горчарук Л.Г. и др., 1991).

Вокруг каждой пробной площади (на расстоянии 3-10 м) закладывались почвенные разрезы в 5-кратной повторности. На основе морфометрии горизонтов выбирался средний ("типичный") профиль для детального описания. Для получения сопоставимых данных глубина взятия образцов была установлена одна и та же (0 – 50 см). Полуметровая толща выбрана потому, что здесь сосредоточена основная масса корней древесных пород (Попова Н.С., 1951).

Отбор лесного опада осуществлялся из ящиков 1x1 м, повторность пятикратная. Отбор лесной подстилки осуществлялся методом шаблона (20 — 25 см) в 20-кратной повторности. Анализ физических и химических свойств почв осуществлялся по общепринятым методикам.

Лесная подстилка и её роль в гумусообразовании.

Лесная подстилка представляет собой особый биогеоценотический горизонт, регулирующий взаимодействия и взаимовлияния между биоценозами, горными породами и почвами. Образовавшись из опада древесной и травянистой растительности, в результате взаимодействия почвенных животных и микроорганизмов, подстилка становится естественной «пеленой», предохраняющей почвы от размыва, от непроизводительного расхода влаги и регулирует термический режим почв (Зонн С.В., Урушадзе Т.Ф., 1974). Она в значительной мере определяет химизм почв. Подстилка служит источником обогащения верхнего слоя почвы полезными минеральными и органическими соединениями. Химические свойства лесного опада и гидротермические условия его разложения определяют состав

гумуса бурых горно-лесных почв (Долгилевич М.И., 1959). При различных условиях формирования и разложения растительных остатков, образуются разные типы органического вещества.

Формирование лесной подстилки, как основного источника почвенного гумуса горно-лесных почв, неразрывно связано с особенностями поступающих растительных остатков, то есть с годовым опадом. Учет лесного опада проводился на пяти пробных площадях (2-6). Поскольку в поступлении опада наблюдается сезонная динамика, то учет проводился трижды за вегетационный период, а именно: в мае, в июле и в октябре. Из таблицы 1 видно, что максимальное количество опада приходится на период с октября по май. Наибольшее количество опада приурочено к букняку разнотравно-папоротниковому и буко-пихтарнику рододендроновому.

От мая к июлю наблюдается заметное снижение количества опада, и основную его массу составляют листья и хвоя. От июля к октябрю количество опада заметно увеличивается за счет массового листопада, поэтому среди рассматриваемых биоценозов наблюдается следующий убывающий ряд: букняк разнотравно-папоротниковый > буко-пихтарник мертвопокровный > буко-пихтарник рододендровый > вырубка ожиновая > пихтарник мертвопокровный.

Таблица 1

Сезонная динамика поступления лесного опада

Высота н.у.м., м	Растительность	Количество опада, кг/га			Годовое количество опада
		май	июль	октябрь	
1350	Пихтарник мертвопокровный	1960.6	89.2	706.2	2756.0
1000	Буко-пихтарник мертвопокровный	1635.4	449.8	1867.4	3952.6
1000	Буко-пихтарник рододендроновый	2275.2	488.0	1564.0	4327.2
890	Вырубка ожиновая	1473.2	728.0	1060.0	3261.2
700	Букняк разнотравно-папоротниковый	2461	85.8	2375.0	4921.8

В целом, если не принимать во внимание ожиновую вырубку (так как она представляет собой нарушенный биоценоз), происходит уменьшение годового опада с увеличением высоты над уровнем моря.

Важнейшими факторами, определяющими процессы превращения растительных остатков и их дальнейшей гумификации, являются тепло и влага. От соотношения тепла и влаги в почве, их взаимодействия, зависит гидротермический режим почвы, ее биологическая активность, а, следовательно, и направление процессов гумусообразования. С данными по гидротермическому режиму почвы согласуются результаты определения запасов подстилки. Наибольшее количество подстилки отмечается в сентябре-октябре, после массового опада. В ноябре ее запасы снижаются в результате разложения, которое в зимний период практически прекращается, а весной возобновляется. Наименьший запас подстилки приходится на конец июля – начало августа. Запасы подстилки в изучаемых биоценозах определялись шаблоном 20x25 см в 20 – кратной повторности, трижды за сезон. Полученные данные показывают значительное варьирование запасов подстилки в течение вегетационного периода (табл. 2).

Средние запасы подстилки в изучаемых типах леса в порядке убывания, распределяются следующим образом: буко-пихтарник мертвопокровный > букняк разнотравно-папоротниковый > вырубка ожиновая > буко-пихтарник рододендроновый > пихтарник мертвопокровный > березняк разнотравно-вейниковый.

Таблица 2

Динамика запасов лесной подстилки в разных типах леса

Тип леса	Запасы подстилки, кг/га			Средний запас, кг/га	Средняя потеря запасов за 1 год	Отношение подстилка/опад
	май	июль	октябрь			
Березняк разнотравно-вейниковый	6274	3315	9533	6374	3259	-
Пихтарник мертвопокровный	6346	7535	5773	6551.3	-573	2.4
Буко-пихтарник мертвопокровный	10039	8147	11167	9784.3	1128	2.5
Буко-пихтарник рододендроновый	8067	6206	9036	7769.7	969	1.8
Вырубка ожиновая	8918	6565	8931	8138.0	13	2.5
Букняк разнотравно-папоротниковый	9552	8459	8992	9001.0	-560	1.8

Запасы подстилки находятся в тесной взаимосвязи с годовым количеством опада. Н.Н. Степанов (1940) ввел коэффициент отношения подстилки к опаду, который характеризует скорость трансформации опада. Наименьшие значения опадо-подстилочного коэффициента в буко-пихтарнике рододендроновом и букняке разнотравно-папоротниковом, что указывает большую скорость разложения опада. Максимальные значения коэффициента в буко-пихтарнике мертвопокровном и на вырубке ожиновой.

Учитывая, что в березняке разнотравно-вейниковом не учитывалось годовое количество опада, коэффициент характеризующий его разложение не определен. Однако, учитывая, что разница между средними запасами подстилки и средними ее потерями в березняке самая минимальная среди изучаемых типов леса, можно предположить, что и опадо-подстилочный коэффициент будет минимальным, то есть скорость трансформации опада будет значительно выше, чем во всех остальных типах леса.

Об этом же свидетельствует величина средней потери запасов подстилки за год, которая вычисляется по разнице между запасами подстилки в октябре и в мае. Эти потери наибольшие в березняке разнотравно-вейниковом и наименьшие в пихтарнике мертвопокровном.

Органическое вещество горно-лесных бурых почв Кавказского заповедника.

Изучение органического вещества почв является необходимым и очень важным звеном биогеоценотических исследований. Особое значение имеют исследования почвенного гумуса в горах, в связи со специфичностью горного почвообразования (Захаров С.А., 1914; Герасимов И.П., 1948; Владыченский А.С., 1986, 1998).

Важнейшими показателями гумусного состояния почв являются содержание гумуса, его профильное распределение, а так же запасы гумуса в корнеобитаемом слое почвы. Отличительной чертой гумуса горно-лесных бурых почв является его грубодисперсный характер, обусловленный наличием в его составе не полностью гумифицированных растительных остатков. Содержание гумуса в перегнойно-аккумулятивном горизонте изучаемых почв не опускается ниже 10%, а зачастую значительно превышает этот показатель

(табл. 3). Это дает основание оценить содержание гумуса в соответствии с «Системой показателей гумусного состояния почв» (Гришина Л.А., Орлов Д.С., 1978) как очень высокое. Для горно-лесных почв Л.Г. Горчарук предложил ввести в существующую систему показателей гумусного состояния дополнительную градацию – сверхвысокое содержание гумуса - >20%.

Среди изучаемых нами почв сверхвысокое содержание гумуса в горизонте А, наблюдается в пихтарнике мертвопокровном (33.9%), березняке разнотравно-вейниковом (22.6%).

Распределение гумуса по почвенному профилю носит регрессивно-аккумулятивный характер, что является типичным для лесных почв, где ведущую роль играет лесная подстилка. При переходе в горизонт В содержание гумуса снижается в 1.5-2 раза, а в пихтарнике мертвопокровном в 3 раза. Далее по профилю этот показатель изменяется более плавно. Такое распределение гумуса по профилю хорошо согласуется с глубиной проникновения корневой системы древесных пород, и подтверждает утверждение Костычева П.А. о том, что гумусовые вещества образуются именно там, где они обнаруживаются (Костычев П.А., 1949).

С данными по содержанию гумуса тесно взаимосвязаны данные по запасам органического вещества. Запасы гумуса определялись нами послойно: в слое 0-20 см и в слое 0-50 см. В верхнем 20-сантиметровом слое сосредоточено более половины запасов органического вещества, корнеобитаемого слоя почвы. Наибольшими запасами гумуса обладают почвы пихтарника мертвопокровного (150.8 т/га), березняка разнотравно-вейникового (139.6 т/га) и буко-пихтарника мертвопокровного (137.3 т/га). Наименьшие запасы отмечены в буко-пихтарнике рододендроновом (90.8 т/га).

В слое 0-50 см, то есть там, где сосредоточена основная масса корней древесной растительности, запасы гумуса в почвах под разными типами леса изменяются следующим образом: пихтарник мертвопокровный – 245.1 т/га, буко-пихтарник мертвопокровный – 219.0 т/га, березняк разнотравно-вейниковый – 208.4 т/га, букняк разнотравно-папоротниковый – 190.1 т/га, вырубка ожиновая – 188.4 т/га, буко-пихтарник рододендроновый – 166.2 т/га.

По «Системе показателей...» запасы гумуса в слое 0-20 см бурых горно-лесных почв оцениваются как высокие – в пихтарнике

мертвопокровном, как средние – в березняке разнотравно-вейниковом, буко-пихтарнике мертвопокровном, на вырубке ожиновой и в букняке разнотравно-папоротниковом; и как низкие – в буко-пихтарнике рододендроновом.

Таким образом, несмотря на очень высокое (и даже сверх высокое) содержание гумуса в верхнем слое, что обусловлено влиянием лесной подстилки, бурые лесные почвы имеют довольно низкие запасы органического вещества в почвенном профиле.

Для изучаемых почв характерна низкая обогащенность гумуса азотом, исключение составляют почвы березняка разнотравно-вейникового, где отношение C/N изменяются от 7.8 до 4.38 и является высоким и очень высоким.

Почвы под другими типами леса обнаруживают определенное сходство в содержании азота и его профилном распределении. Наибольшее количество азота содержится в перегнойно-аккумулятивном горизонте, затем вниз по профилю происходит его снижение, но оно не такое резкое как у гумуса. Так как характер изменения величины C/N в процессе гумификации согласуется с обогащением азотом гумусовых веществ, то она может характеризовать степень гумификации органического вещества.

Наибольшая величина C/N наблюдается в горизонте А пихтарника мертвопокровного (табл. 3), что связано с грубым характером растительных остатков, соответственно здесь наименьшая степень гумификации (табл. 4). Кроме этого очень низкая обогащенность гумуса азотом свойственна почвам буко-пихтарника мертвопокровного, вырубки ожиновой и букняке разнотравно-папоротникового. В нижней части профиля всех изучаемых почв отношение C/N значительно сужается, что говорит о высокой степени гумифицированности органического вещества, это подтверждается данными табл. 4. Так, степень гумификации, определяемая по доле гуминовых кислот в составе органического вещества, выраженная в процентах, различна в почвах под разными типами леса, что связано как с характером растительных остатков поступающих в почву (опад, подстилка), так и с экологическими условиями их превращения, которые определяются высотой над уровнем моря, а, следовательно, и особым гидротермическим режимом. Так с уменьшением высоты над уровнем моря степень гумификации в горизонте А изучаемых почв увеличивается, однако

Таблица 3

Обогащенность гумуса азотом

№ п/п, растительность	Глубина, см	Содержание гумуса/ С, %	Содержание N, %	C/N	Обогащенность органического вещества азотом
1. Березняк разнотравно-вейниковый	от 2 до 4	22.6/13.1	1.67	7.8	высокое
	5 10	18.9/11.0	1.42	7.7	высокое
	10 20	5.3/3.1	0.67	4.63	оч. высокое
	20 30	3.4/2.0	0.40	5.00	высокое
	40 50	2.4/1.4	0.32	4.38	оч. высокое
2. Пихтарник мертвопокровный	от 2 до 4	33.97/19.7	0.52	37.88	оч. низкое
	5 10	10.7/6.21	0.34	18.26	оч. низкое
	10 20	5.3/3.08	0.15	20.53	оч. низкое
	20 30	4.41/2.58	0.13	19.85	оч. низкое
	40 50	0.9/0.51	0.1	5.1	высокое
3. Буко-пихтарник мертвопокровный	от 2 до 4	14.5/8.42	0.53	15.89	оч. низкое
	5 10	7.4/4.28	0.17	16.24	оч. низкое
	10 20	4.8/2.76	0.17	16.24	оч. низкое
	20 30	2.3/1.34	0.12	11.17	среднее
	40 50	1.4/0.97	0.11	7.63	высокое
4. Буко-пихтарник рододендроновый	от 2 до 4	11.0/6.38	0.66	9.67	среднее
	5 10	6.5/3.75	0.31	12.10	низкое
	10 20	4.8/2.79	0.22	12.68	низкое
	20 30	2.5/1.45	0.19	7.63	высокое
	40 50	1.7/0.97	0.12	8.08	среднее
5. Вырубка в буко-пихтарнике ожинная	от 2 до 4	15.8/9.17	0.42	21.83	оч. низкое
	5 10	9.7/5.61	0.28	20.4	оч. низкое
	10 20	5.6/3.25	0.19	17.11	оч. низкое
	20 30	2.8/1.64	0.14	11.71	низкое
	40 50	1.7/0.99	0.10	9.9	низкое
6. Букняк разнотравно паноротниковый	от 2 до 4	21.8/12.66	0.72	17.58	оч. низкое
	5 10	12.3/7.13	0.51	13.98	низкое
	10 20	6.6/3.82	0.38	10.05	среднее
	20 30	3.8/2.18	0.29	7.52	высокое
	40 50	3.4/1.97	0.21	9.38	среднее

в пихтарнике мертвопокровном она расценивается в соответствии с «Системой показателей...» как слабая, так как опад носит грубый характер. На пробных площадях 3 и 4, расположенных на одной высоте над уровнем моря, наблюдаются значительные отличия рассматриваемого параметра. Под пологом буко-пихтарника рододендр-

ронового доля гуминовых кислот значительно выше, чем под буко-пихтарником, причиной может служить как разница в составе опада, так и тот микроклимат, который создается под рододендромом.

Изучение группового и фракционного состава гумуса свидетельствует об определенных его различиях в изучаемых почвах. Так отношение $C_{гк}/C_{фк}$ в верхних горизонтах (2-4 см, 5-10 см) почв под пихтарником и буко-пихтарником рододендроновым >1 , то есть гумус этих почв является фульватно-гуматным. В остальных изучаемых типах леса, на этой же глубине, $C_{гк}/C_{фк} < 1$, а значит, гумус является гуматно-фульватным. В березняке разнотравно-вейниковом вниз по профилю отношение $C_{гк}/C_{фк}$ значительно сужается, и на глубине 40-50 см в составе гумуса преобладают фульвокислоты и гумус носит фульватный характер. Напротив, в почвах буко-пихтарника рододендронового происходит сначала очень незначительное увеличение данного параметра, а на глубине 40-50 см он резко возрастает до 2.4, то есть гумус относится к гуматному типу. Также доля гуминовых кислот, хоть и незначительно, но несколько увеличивается вниз по профилю в буко-пихтарнике мертвопокровном, на вырубке ожиновой и в букняке разнотравно-папоротниковом. Это обусловлено тем, что наряду с закреплением гуминовых кислот на месте образования, часть их способна к некоторому перемещению по профилю, чему способствует высокая щелочность почв (Орлова Н.Е., Быстряков Г.М., 1986). Об этом же свидетельствуют и показатели оптической плотности гуминовых кислот. В рассматриваемых почвах они довольно низкие, однако, в почвенном профиле наблюдается их некоторая дифференциация. Наименьшими величинами оптической плотности характеризуются гуминовые кислоты горизонта А. Максимальные величины характерны для горизонта В, наиболее высокие они в буко-пихтарнике рододендроновом. В целом, низкие показатели оптической плотности, по мнению А.С. Владыченского, Б.Г. Розанова (1986), являются одной из особенностей горного почвообразования и связаны с "молодостью" гумуса горных почв.

Одним из важнейших показателей гумусного состояния почв является их биологическая активность, которая оценивается по такому параметру как дыхание почвы. Условно за интегральный показатель приняты величины продуцирования CO_2 в приземный слой воздуха из подстилки и с поверхности почв

Таблица 4

Показатели гумусного состояния горно-лесных почв

№ п/п	Глубина, см	Степень гумификации, %	Оптическая плотность, ГК	$C_{\text{ГК}}$	Тип гумуса	Занасы энергии в гумусе млн.кал./га	Биологическая активность (дыхание), CO_2 кг/га в час
1	2	3	4	5	6	7	8
1	от 2 до 4	22.8 средняя	не опред.	0.99	Гум-фул.	194.7	
	5 10	21.4 средняя	—	0.81	Гум-фул.	246.9	
	10 20	29.7 средняя	—	0.81	Гум-фул.	246.1	
	20 30	41.5 оч. высокая	—	0.65	Гум-фул.	163.7	
	40 50	13.6 слабая	—	0.20	Фульватный	107.0	
2	от 2 до 4	14.92 слабая	—	1.19	Фул-гум	270.1	0.68
	5 10	34.30 высокая	—	1.68	Фул-гум	215.1	
	10 20	41.56 оч. высокая	—	1.73	Фул-гум	211.9	
	20 30	20.54 средняя	—	1.39	Фул-гум	167.5	
	40 50	49.01 оч. высокая	—	1.47	Фул-гум	36.4	
3	от 2 до 4	15.8 средняя	1.34	0.60	Гум-фул.	117.7	0.83
	5 10	20.9 средняя	1.26	0.90	Гум-фул.	149.8	
	10 20	13.40 слабая	2.10	0.60	Гум-фул.	194.7	
	20 30	24.61 средняя	3.72	0.90	Гум-фул.	93.6	
	40 50	31.32 высокая	3.98	1.00	Фул-гум	58.9	

1	2	3	4	5	6	7	8
4	от 2 до 4	25.4 средняя	1.78	1.20	Фул-гум	85.4	0.88
	5 10	29.4 средняя	4.61	1.20	Фул-гум	128.4	
	10 20	16.8 слабая	14.48	1.30	Фул-гум	192.6	
	20 30	31.7 высокая	18.32	1.20	Фул-гум	101.65	
	40 50	40.2 оч. высокая	40.38	2.40	Гумат- ный	66.9	
5	от 2 до 4	29.55 средняя	1.53	0.99	Гум- фул.	117.7	0.90
	5 10	34.94 высокая	1.72	0.95	Гум- фул.	203.3	
	10 20	50.46 оч. высокая	3.76	1.34	Фул-гум	230.1	
	20 30	53.65 оч. высокая	2.52	1.18	Фул-гум	144.5	
	40 50	28.28 средняя	3.32	1.04	Фул-гум	69.6	
6	от 2 до 4	31.91 высокая	не опред.	0.99	Гум- фул.	164.8	0.75
	5 10	25.52 средняя	—	0.74	Гум- фул.	224.7	
	10 20	29.84 средняя	—	0.83	Гум- фул.	256.8	
	20 30	59.17 оч. высокая	—	1.98	Фул-гум	149.8	
	40 50	55.84 оч. высокая	—	1.90	Фул-гум	133.8	

после удаления подстилки. При этом разность величин CO_2 , продуцируемых подстилками и почвами, может в первом приближении характеризовать количество углекислоты образующейся в результате минерализации, а остальная часть за счет разложения органических остатков, при преобразовании их в гумусовые соединения (Урушадзе Т.Ф., 1987). Из таблицы 4 видно, что

биологическая активность возрастает с понижением высоты над уровнем моря. Исключение составляет букняк разнотравно-папоротниковый, что может быть связано с особыми климатическими условиями у подножия склона. Кроме этого интенсивность выделения CO_2 различна под разными древостоями (Зонн С.В., Урушадзе Т.Ф. и др., 1978).

Характеризуя почвенный гумус, представляется очень важным остановиться на энергетике гумусообразования. Характер и интенсивность протекающих в почве основных биологических процессов связаны с запасами и видоизменениями той лучистой энергии Солнца, которая, аккумулируясь в растительной массе и в почвенном гумусе, служит незаменимым источником жизнедеятельности микроорганизмов (Алиев С.А., 1973). По мнению, М.М. Кононовой (1963), в ряде вопросов связанных с изучением поступления в почву растительных остатков и их гумификации, не должен быть забыт вопрос об энергетике процесса гумусообразования, имеющий теоретический интерес и практическую значимость.

Запасы энергии в гумусе горно-лесных бурых почв Кавказского заповедника определялись нами по формуле предложенной С.А. Алиевым (1973).

Рассмотрим более подробно состав органического вещества горно-лесных бурых почв. Изучение содержания различных фракций гуминовых кислот является очень важным при характеристике гумусного состояния, поскольку эти данные показывают активность, агрессивность гумуса, а также его связь с минеральной частью почвы.

Изучаемые почвы, по составу органического вещества обнаруживают определенное сходство, однако имеют и индивидуальные черты.

В почвах березняка разнотравно-вейникового в составе гуминовых кислот преобладают «свободные» ГК (фракция 1), максимум их приходится на горизонт В (20-30 см). Фракция 2 гуминовых кислот, связанных с кальцием представлена очень незначительно, а на глубине 10-30 см практически отсутствует. В соответствии с «Системой показателей...», содержание «свободных» гуминовых кислот изменяется от среднего в верхней части

почвенного профиля до высокого и очень высокого на глубине 10-30 см. (табл. 5). На глубине 40-50 см содержание этой фракции среднее. Содержание гуминовых кислот связанных с кальцием является очень низким, а на глубине 40-50 см - низким. Прочносвязанные гуминовые кислоты имеют высокий процент по всему профилю и лишь на глубине 20-30 см они составляют 10%, то есть их содержание среднее (табл. 6).

В составе фульвокислот наиболее представительной является фракция 1^a, причем доля «агрессивных» ФК увеличивается с глубиной.

Негидролизуемый остаток в почвах верхней границы леса имеет средние значения в верхней части профиля и низкие на глубине 20-50 см.

Для почв пихтарника мертвопокровного характерно несколько иное распределение гуминовых кислот. «Свободные» гуминовые кислоты занимают от 32 до 39% суммы ГК, и их содержание является низким. Эта фракция довольно равномерно распределена по почвенному профилю.

В отличие от почв березняка, в почвах пихтарника фракция 2 гуминовых кислот связанных с кальцием составляет более 30%, а на глубине 10-20 см – 50% и расценивается как среднее. Содержание прочносвязанных гуминовых кислот в рассматриваемых почвах довольно высокое и лишь на глубине 10-20 см опускается до средних значений. Среди фульвокислот в этих почвах доминирующей является фракция 1 при значительном участии в верхних горизонтах фракции 3, а в нижних «агрессивной» фракции.

Сходный состав органического вещества характерен для почв буко-пихтарника рододендронового. Это связано с грубым характером поступающих растительных остатков, как под пихтарником, так и под рододендроном. Кроме этого, в данных почвах большой процент составляет негидролизуемый остаток, его содержание колеблется от 23.5% в нижнем горизонте до 72% в верхнем.

В целом, нерастворимый остаток в персгноино-аккумулятивном горизонте горно-лесных бурых почв заповедника составляет от 44% на вырубке ожиновой до 61-72% в буко-пихтарнике

рододендроновом и пихтарнике мертвопокровном, что соответствует среднему и высокому его содержанию. Учитывая, что растительные остатки в буко-пихтарнике рододендроновом и пихтарнике мертвопокровном носят грубый характер, нерастворимый остаток представляет собой продукт неполной их гумификации. В нижележащих горизонтах основная масса нерастворимого остатка – гуминовые кислоты, прочно связанные с минеральной частью почвы, так как биоклиматические условия гумусообразования рассматриваемых бурых лесных почв являются вполне благоприятными. Д.В. Ханом (1962) было установлено, что прочность связи с минералами почвы гуминовых кислот определяется минералогическим составом почв, характером поглощающего комплекса, в частности наличием в нем полуторных окислов.

В почвах буко-пихтарника мертвопокровного в составе гумуса преобладают фульвокислоты. На их долю приходится до 32% $C_{\text{общ}}$. В этой группе наибольшую долю составляет фракция 1 ФК связанная в почве с фракцией 1 ГК. Наряду с этой фракцией в верхних горизонтах значительное место занимает фракция 3 фульвокислот, а в нижней части преобладает 2 фракция связанная с кальцием, а также до 32% от суммы ФК составляет «агрессивная» фракция.

Особенностью распределения гуминовых кислот в почвах буко-пихтарника мертвопокровного, является отсутствие гуминовых кислот фракции 2 в верхней части профиля и их очень низкое содержание в нижней части (15-18%). Содержание «свободных» гуминовых кислот постепенно уменьшается сверху вниз в пределах корнеобитаемого слоя от высоких значений (68%) до низких (36-27%). Содержание негидролизуемого остатка является средним по всему профилю, и лишь на глубине 10-20 см оно высокое, из-за прочного закрепления гуминовых кислот минеральной частью почвы.

Состав органического вещества на вырубке ожиновой и в букняке разнотравно-папоротниковом имеет много сходства. Так в составе гуминовых кислот доминирует 1 фракция, ее содержание достигает 82-89% от суммы ГК и расценивается как очень высокое. Гуминовые кислоты связанные с Ca^{2+} отсутствуют или содержатся в очень незначительном количестве на глубине 20-50 см.

Состав органического вещества почв Кавказского заповедника

Разрез	Растительность	Глубина, см	Общий С, %	Фракции									Сгк/Сфк	Негидролизу- емый остаток
				гуминовых кислот				фульвокислот						
				1	2	3	Σ	1a	1	2	3	Σ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Березняк разнотравно- вейниковый, 1770 м н.у.м	от 2 до 4	13.10	11.20	3.70	7.90	22.80	4.20	9.40	7.40	3.20	24.20	0.94	50.00
		5 10	11.00	12.80	3.00	5.60	21.40	5.20	10.90	6.40	3.80	26.30	0.81	52.30
		10 20	3.10	23.90	0.00	5.80	29.70	14.50	9.40	7.70	4.80	36.40	0.81	48.70
		20 30	2.00	37.50	0.00	4.00	41.50	24.50	13.00	20.50	6.00	64.00	0.65	21.50
		40 50	1.40	5.70	3.60	4.30	13.60	32.10	17.20	15.60	7.10	72.00	0.20	14.30
2	Пихтарник мертвопокровный, 1350 м н.у.м.	от 2 до 4	19.70	5.28	4.67	4.97	14.92	1.42	3.91	3.91	3.25	12.49	1.19	72.5
		5 10	6.21	13.53	12.56	8.21	34.30	3.70	8.02	0.00	7.73	20.45	1.68	46.1
		10 20	3.08	13.31	29.78	7.47	41.56	5.52	6.82	4.22	7.47	24.03	1.73	34.4
		20 30	2.58	7.36	8.53	4.65	20.54	5.81	8.53	0.00	0.39	14.73	1.39	66.7
		40 50	0.51	17.65	15.68	15.68	49.01	15.68	15.69	0.00	1.96	33.33	1.47	23.5
3	Буко-пихтарник мертвопокровный, 1000 м н.у.м.	от 2 до 4	8.42	10.82	0	4.98	15.80	2.14	11.87	5.35	8.91	26.27	0.60	56.50
		5 10	4.28	10.75	0	9.34	20.09	3.50	12.39	2.90	3.74	22.53	0.90	56.30
		10 20	2.76	5.43	0	7.97	13.40	5.07	4.35	10.14	2.54	22.28	0.60	64.40
		20 30	1.34	8.95	4.47	11.19	24.61	8.95	3.74	13.42	1.49	27.60	0.90	47.70
		40 50	0.83	8.43	4.82	18.07	31.32	9.64	1.20	16.87	4.82	32.53	1.00	48.20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	Буко-пихтарник рододендроновый, 1000 м н.у.м.	от 2 до 4	6.38	11.40	3.50	10.50	25.40	2.30	15.10	0.00	3.00	20.40	1.20	61.00
		5 10	3.75	6.70	12.80	9.90	29.40	3.70	17.40	0.00	3.50	24.60	1.20	58.00
		10 20	2.79	6.40	2.20	8.20	16.80	3.90	4.70	0.30	3.60	12.50	1.30	71.00
		20 30	1.45	8.30	11.00	12.40	31.70	2.70	15.20	0.00	8.30	26.20	1.20	56.00
		40 50	0.97	8.20	16.50	15.50	40.20	4.10	5.20	0.00	7.20	16.50	2.40	46.00
5	Вырубка в буко-пихтарнике ожиновая, 890 м н.у.м.	от 2 до 4	9.17	22.14	0	7.41	29.55	2.07	11.12	11.34	5.23	29.76	0.99	55.61
		5 10	5.61	26.38	0	8.56	34.94	3.21	22.52	6.89	4.10	36.72	0.95	44.45
		10 20	3.25	41.23	0	9.23	50.46	4.61	7.69	21.85	3.38	37.53	1.34	34.15
		20 30	1.64	39.02	0	14.63	53.65	7.93	15.24	20.12	1.83	45.12	1.18	17.07
		40 50	0.99	18.18	0	10.10	28.28	7.07	2.02	17.17	1.01	27.27	1.04	47.47
6	Букняк разнотравно папоротниковый, 700 м н.у.м.	от 2 до 4	12.66	22.20	0	9.70	31.91	4.50	19.40	0.31	9.87	34.04	0.94	35.00
		5 10	7.13	22.60	0	2.90	25.52	4.49	9.68	15.14	4.91	34.22	0.74	40.50
		10 20	3.82	24.30	0.80	4.70	29.84	6.02	19.65	6.79	3.40	35.86	0.83	33.20
		20 30	2.18	22.50	13.80	22.93	59.17	11.93	10.63	6.80	0.46	29.82	1.98	11.00
		40 50	1.97	15.20	20.80	19.80	55.84	11.67	5.59	10.65	1.52	29.43	1.90	14.70

Таблица 6

**Процентное содержание фракций от суммы
гуминовых и фульвокислот**

№ п/п	Глубина, см	Фракции						
		Гуминовых кислот			Фульвокислот			
		1	2	3	1а	2	3	4
1	1 - 3	49	16	35	17	39	31	13
	3 - 6	60	14	26	20	41	24	15
	10 - 20	80	0	20	40	26	21	13
	20 - 30	90	0	10	38	20	32	10
	40 - 50	42	26	32	44	24	22	10
2	2 - 4	35	32	33	12	31	31	26
	5 - 10	39	37	24	18	44	0	38
	10 - 20	32	50	18	23	28	18	31
	20 - 30	36	41	23	39	58	0	3
	40 - 50	36	32	32	47	47	0	6
3	2 - 4	68	0	32	8	42	19	31
	5 - 10	54	0	46	15	55	13	17
	10 - 20	41	0	59	23	19	46	12
	20 - 30	36	18	46	32	14	49	5
	40 - 50	27	15	58	29	4	52	15
4	2 - 4	44	16	40	11	74	0	15
	5 - 10	23	44	33	15	70	0	15
	10 - 20	38	13	49	31	38	2	29
	20 - 30	26	35	39	10	58	0	32
	40 - 50	21	41	38	25	32	0	43
5	2 - 4	75	0	25	7	37	38	18
	5 - 10	75	0	25	9	61	19	11
	10 - 20	82	0	18	13	20	58	9
	20 - 30	73	0	27	17	34	45	4
	40 - 50	64	0	36	26	7	63	4
6	2 - 4	70	0	30	13	57	1	29
	5 - 10	89	0	11	13	28	44	14
	10 - 20	81	3	16	17	55	19	9
	20 - 30	38	23	39	40	36	23	1
	40 - 50	27	37	36	40	19	36	5

Заключение.

Таким образом, гумусообразование в горных лесах имеет ряд особенностей, которые приводят к появлению своеобразных, оригинальных черт в гумусном состоянии горных почв, которые проявляются в том, что:

- ведущая роль в формировании гумуса лесных почв принадлежит лесной подстилке – особому биогеоценозическому горизонту, регулирующему взаимодействие и взаимовлияние между горными породами, биоценозами и почвами;
- средние запасы подстилки в изучаемых типах леса в порядке убывания, распределяются следующим образом: буко-пихтарник мертвопокровный > букняк разнотравно-папоротниковый > вырубка ожиновая > буко-пихтарник рододендроновый > пихтарник мертвопокровный > березняк разнотравно-вейниковый. Однако, наблюдается значительное варьирование запасов подстилки в течение вегетационного периода;
- в гумусном состоянии горно-лесных бурых почв отмечается ряд особенностей: содержание гумуса в перегнойно-аккумулятивном горизонте является очень высоким и сверхвысоким; общее содержание гумуса по почвенному профилю находится в тесной взаимосвязи с содержанием физической глины; распределение гумуса является резко убывающим; бурые лесные почвы имеют довольно низкие запасы гумуса в почвенном профиле; характерна низкая обогащенность гумуса азотом, за исключением почв березняка; степень гумификации органического вещества различна под разными типами леса, что связано с характером растительных остатков;
- в составе органического вещества горно-лесных бурых почв сформированных под разными типами леса наблюдаются определенные отличия:
 - в березняке разнотравно-вейниковом и буко-пихтарнике мертвопокровном по всему почвенному профилю в составе гумуса преобладают фульвокислоты.
 - в составе гумуса пихтарника мертвопокровного и буко-пихтарника рододендронового, а также в нижней части профиля на вырубке ожиновой и букняка разнотравно-папоротникового преобладают гуминовые кислоты.

- в составе гуминовых кислот практически везде преобладают «свободные» гуминовые кислоты, при значительном участии прочносвязанных гуминовых кислот.
- среди фульвокислот преобладают фульвокислоты фракции 1, количество которых с глубиной уменьшается в пользу «агрессивной» фракции.
- наименьшей является доля фракции 2 связанных с Ca^{2+} гумусовых кислот; причем на пробных площадях 1, 3, 5, 6 она практически отсутствует в группе гуминовых кислот, а на пробных площадях 2 и 4 – в группе фульвокислот.

Литература

Алиев С.А. Биоэнергетика органического вещества почв. Баку: Элм, 1973. 66 с.

Владыченский А.С. Особенности горного почвообразования. М.: Наука, 1998. 189 с.

Голгофская К.Ю. Типы буковых и пихтовых лесов бассейна реки Белой и их классификация // Труды Кавказского государственного заповедника. Вып. 9 1967. С 157-285.

Горчарук Л.Г., Горчарук Л.М., Дрелевская И.М. Методические указания. Особенности исследования горных почв северо-западного Кавказа. Майкоп: Адыг. кн. изд-во, 1991. 16 С.

Гришина Л.А., Орлов Д.С. Система показателей гумусного состояния почв. // Проблемы почвоведения. М.: Наука, 1978. С. 42-47.

Зонн С.В., Урушадзе Т.Ф. Научные основы и методические указания к биогеоценологическому изучению почв горных лесов. Тбилиси, 1974. 113 с.

Зонн С.В., Урушадзе Т.Ф., Фирсова В.П., Тарасашвили Н.Г. Некоторые итоги изучения горно-лесного почвообразования на Кавказе и Урале // Проблемы почвоведения. М.: Наука, 1978. С.201 – 206.

Кононова М.М. Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 304 с.

Мелихов И.С. Рубки главного пользования. М., 1966. 373 с.

Попова Н.С. Корневая система бука и других растений буковых лесов на Кавказе // Тр. БИН. Сер. 3. Геоботаника. Вып. 7. 1951. С. 90 – 113.

Смагин А.В. Биогеоценотическое направление в почвоведении // Почвоведение. 1996. №3. С 298-309.

Сукачев В.Н. Руководство к изучению типов леса. Изд.2. М.-Л.:Госиздат, 1930. 328 с.

Тайт III. Р. Органическое вещество почвы. М.: Мир, 1991.399 с.

Тюрин И.В. Работы по изучению состава гумуса в почвах СССР // Проблемы советского почвоведения. Т. 11. - 1940.

Хан Д.В. Органо-минеральные соединения и структура почвы. - М.: Наука, 1962.

Emeis C. Waldbauliche Forschungen und Betrachtungen. Berlin, 1885.

Müller P. Studien die naturlichen Humusformen. Berlin. 1887.

Sprengel C. Über Pflanzenhumus, Humussaure und humussaure Salze. Kastner-s Arch. Ges. Narturlehre, 8, 1826.