



УДК 630\*43: 631.417.2 (571.61)

Л.Н. Пуртова, Н.М. Костенков, С.В. Брянин

### ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ГУМУСОВО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БУРОЗЕМОВ ПРИАМУРЬЯ

*Характеризуются изменения показателей гумусного состояния буроземов под воздействием пирогенеза в подтаежных лесах на Амуро-Зейской равнине.*

**Ключевые слова:** буроземы, лесные пожары, влияние, гумусовые кислоты, энергозапасы почв.

L.N. Purtova, N.M. Kostenkov, S.V. Bryanin

### FOREST FIRE INFLUENCE ON HUMIC AND ENERGY STATE OF THE BROWN SOILS IN PRIAMURYE

*Indicator change of the brown soil humic condition under the influence of pyrogenesis in the sub-taiga forests on the Amur-Zeya plain are characterized.*

**Key words:** brown soils, forest fires, influence, humic acids, soil energy stocks.

**Введение.** Пирогенез является мощным фактором воздействия на природные биогеоценозы, вызывая нарушения в круговороте веществ и энергии. Негативное его влияние значительно сказывается и на состоянии почвенной системы, в которой происходят кардинальные изменения в протекании процессов гумусообразования и гумусонакопления, а также почвообразовательных процессов в целом. При этом вносятся существенные коррективы в энергетический баланс почвообразования – значительно изменяется поступление энергии, связанной с содержанием напочвенного органического материала. Все это негативно отражается на экологическом состоянии, как почв, так и почвенного покрова. Последствия пожаров влияют на процессы трансформации органического вещества, что находит отражение в показателях гумусного состояния, энергетических и оптических параметрах (интегральное отражение) почв. Лесные пожары приводят к изменению качественного состава гумуса, а также изменяют его природу. Происходит значительное повышение степени ароматичности гуминовых и фульвокислот при одновременном существенном снижении емкости их катионного обмена [1].

Поэтому целью работы являлось изучение гумусово-энергетических и оптических показателей почв и их изменений в условиях пирогенного пресса. В задачи исследований входило изучение оптических (интегральное отражение) и энергетических параметров почв, гумусного состояния буроземов, а также установление связи между оптическими и гумусово-энергетическими показателями почв, в различной степени подверженных пирогенным воздействиям.

**Объекты и методы исследований.** Объектом исследований явились бурые лесные глеевые почвы Амуро-Зейской равнины (Амурская область), согласно современной классификации [2], буроземы глееватые, сформированные на озерно-аллювиальных глинах и в различной степени подверженные пирогенным воздействиям. Исследования проводились на двух площадках с различной степенью воздействия пожаров на почвенно-растительный покров: в белоберезовом лесу с незначительным участием лиственницы (р.7) и лиственничном лесу с небольшим участием березы плосколистной (р.9). Пожар 2006 года не вызвал серьезных нарушений в составе древостоя на площадке 7. Здесь была уничтожена только лесная подстилка, в то время как растительность и поверхность почвы на площадке 9 пострадали в большей степени (кроме уничтожения опада и подстилки были частично озолены поверхностные горизонты почвы).

В работе применены следующие методы исследований: содержание гумуса определяли по методу Тюрина, фракционно-групповой состав по методу Пономаревой-Плотниковой. Запасы энергии, связанной с содержанием гумуса, рассчитаны по формуле  $Q_g = 517,2 \times G \times H \times d$ , где 517,2 – коэффициент перевода в млн

ккал/га; Г – содержание гумуса, %; Н – мощность слоя почвы, м; d – объемный вес, г/см<sup>3</sup> [3]. Для характеристики интенсивности протекания разных стадий процесса гумификации использованы показатели, предложенные М.Ф. Овчинниковой: для оценки интенсивности процесса новообразования гуминовых кислот и формирования их подвижных форм – соотношение гуминовых кислот 1-й фракции с соответствующими фракциями фульвокислот (Сгк-1/Сфк-1); для оценки интенсивности процесса полимеризации гумусовых структур и формирования гуматов – Сгк-2/Сфк-2 [4].

Спектральная отражательная способность почв определена на спектрофотометре СФ-18. Интегральное отражение почв рассчитано в диапазоне длин волн от 420 до 740 нм по девяти точкам с шагом  $\Delta\lambda = 40$  нм по формуле  $R = \sum \rho\lambda$  [5].

**Результаты и их обсуждение.** На территории Амуро-Зейской равнины, где основным почвообразовательным процессом является буроземообразование и выражены криогенные процессы, наблюдаются довольно частые пожары. Пожары порой приводят к уничтожению всего напочвенного материала, изменяя при этом и физико-химические показатели почв. Под воздействием огня страдают, как правило, поверхностные горизонты почв. Характеристика влияния пожаров на свойства буроземов исследуемой территории отражена в раннее опубликованной работе [6].

Несмотря на то, что гумус является системой наиболее устойчивых соединений ароматической природы, пирогенез способен существенно изменить процессы гумификации органического вещества и в целом гумусообразования. Это находит отражение как в содержании гумуса и его энергозапасах, так и в показателях гумусного состояния и оптических параметрах почв. Содержание гумуса в поверхностных горизонтах почв сильно варьировало в зависимости от степени пирогенного влияния. В буроземе (р.9), в большей степени подверженном воздействию пожара, были частично озолены поверхностные горизонты. Согласно оценочной градации Д.С. Орлова с соавторами [7], содержание гумуса снизилось до низких значений по сравнению с почвами, менее подверженными пожару (р.7), в которых количество гумуса достигало очень высоких показателей. Запасы гумуса в двадцатисантиметровом слое и метровой толще соответствовали уровню очень низких значений (табл.1).

Наряду со снижением содержания гумуса значительно уменьшились энергозапасы почв: в двадцатисантиметровом слое – с 139,6 до 120,2 млн ккал/га; в метровой толще – с 367, 7 до 243,6 млн ккал/га.

Таблица 1

Изменение показателей гумусного состояния буроземов под влиянием пирогенеза

Номер разреза, горизонт	Гумус, %	Запас гумуса, т/га		Профильное распределение	Сгк/Сфк	Содержание фракций ГК, % к сумме ГК		
		в слое 20 см	в слое 100 см			свободных	связанных с кальцием	прочно связанных
7 АУ	12,15	38,4	85,2	Резко убывающее	1,63	48,3	16,8	34,9
7 ВМ	0,88							
9 АУ	2,46	23,3	47,0	То же	0,66	41,2	8,8	50,0
9 ВМ	1,40							

Внутрипрофильное распределение гумуса носило резко убывающий характер. В составе гуминовых кислот (ГК) преобладали две фракции: свободные и связанные с глинистыми минералами. Содержание ГК, связанных с Ca<sup>2+</sup>, как правило, низкое. Гумусообразование протекало по гуматному типу. Среди фульвокислот накапливались кислоты первой и второй фракции. В горизонте ВМ тип гумуса изменялся на фульватный из-за преобладания фульвокислот в его составе.

Исходя из соотношения показателей СГК-1/СФК-1 и СГК-2/СФК-2, характеризующих стадийность протекания процессов гумификации: отношение СГК-1/СФК-1 характеризует стадию новообразования гуминовых кислот и формирования их подвижных форм, СГК-2/СФК-2 – стадию полимеризации гумусовых структур и формирования гуматов. В буроземах, в значительной мере подверженных пирогенным воздействиям (р.9), снижалась интенсивность, как первой, так и второй стадии гумификации. Об этом свидетельствовали низкие параметры СГК-1/СФК-1 (0,63) и СГК-2/СФК-2 (0,22). Тогда как в почвах, менее подверженных влиянию по-

жаров (р.7), эти показатели возростали и составили 2,71 и 0,43 соответственно. То есть, более интенсивно протекала стадия новообразования гуминовых кислот, что указывало на преобладание в составе гумуса более подвижных его фракций. Таким образом, следует отметить, что интенсивные пирогенные воздействия приводили к значительному снижению как интенсивности процесса гумификации на стадии новообразования гуминовых кислот, так и полимеризации гумусовых структур.

В буроземе (р.9), поверхностный горизонт которого был более сильно нарушен пожаром, тип гумуса в горизонте АУ изменялся на фульватный, а в горизонте ВМ – на очень фульватный. Значительные изменения в типе гумуса этой почвы свидетельствовали об изменениях в процессах гумификации и гумусообразования под воздействием огня. Во всех поверхностных горизонтах исследуемых почв содержание свободных гуминовых кислот (ГК) в % от общей их суммы – среднее, содержание ГК, связанных с  $Ca^{2+}$ , – очень низкое, а содержание ГК, связанных с глинистыми минералами (прочно связанные ГК), – высокое.

Под воздействием пожаров в буроземах наряду с изменением показателей гумусового состояния изменялись и оптические параметры почв. Согласно современным представлениям, почва является сложной системой, в которой происходят непрерывные процессы трансформации вещества и энергии. При взаимодействии световой энергии с почвенной энергетической системой, т.е. в процессе реализации светопреобразующей функции почв, проявляются ее оптические свойства: способность пропускать, поглощать, отражать световые излучения. Отражаемую почвой энергию видимого диапазона лучей принято называть отражательной способностью [5]. Основные факторы, определяющие спектральную отражательную способность – это влажность, гранулометрический, минералогический состав и содержание хромогенов (таких, как органическое вещество), аморфные формы железа и легкорастворимые соли [8, 9].

При изучении почвенной окраски найдена обратная зависимость для пары: отражательная способность (R) и содержание органического углерода (C), что позволило сделать вывод о содержании гумуса как одной из основных причин, определяющих различия в отражательной способности поверхностных горизонтов [10, 11]. Это особенно важно для почв, подверженных интенсивным пирогенным воздействиям. Как показали результаты проведенных исследований, наименьшие величины спектральной отражательной способности свойственны поверхностным горизонтам буроземов, наиболее подверженных пирогенным воздействиям. В подгумусовых горизонтах наблюдалось значительное возрастание спектральной отражательной способности. Коэффициенты спектрального отражения плавно увеличивались с возрастанием длины волны от сине-фиолетовой к красной области с максимальными расхождениями в длинноволновой области спектра. Спектрофотограммы горизонтов АУ находились ниже спектрофотограмм горизонтов ВМ и ВМg. Более низкие значения интегрального отражения в горизонте АУ характерны для буроземов, в меньшей степени подвергшихся пирогенным воздействиям (р.7). При этом в горизонте АУ в почвах, в большей степени подверженных пожарам (р.9), наблюдалось значительное возрастание интегрального отражения (с 17,3 до 23,3 %), вызванное резким снижением содержания гумуса (табл. 2).

Таблица 2

**Изменение содержания гумуса и интегрального отражения по профилю буроземов под влиянием пирогенеза.**

Степень пирогенного воздействия	Номер разреза	Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	R, %
Выгорели опад и подстилка	Р.7	АУ	3–7	12,15	17,3
		ВМ	7–27	0,88	42,4
		ВМg1	27–50	0,36	45,1
		ВМg2	50–71	0,26	46,9
		Сg	71–100	0,69	37,3
		Сg	100–140	0,74	36,5
		Сg	140–165	0,60	39,5
Озолены поверхностные горизонты почв	Р.9	АУ	2–11	2,46	23,3
		ВМ	11–21	1,40	42,3
		ВМg1	21–67	0,22	38,3
		ВМg2	67–94	0,26	43,9
		Сg	94–110	0,28	40,8
		Сg	110–136	0,33	38,6

Коэффициент корреляции  $r$  в этих почвах составил  $-0,94$ . Тогда как в почвах, подвергшихся в большей степени пожарам ( $p.9$ ), коэффициент корреляции несколько снижался ( $r = -0,82$ ), оставаясь на уровне высоких значений. Связь между  $Q_g$  и величиной интегрального отражения почв также носила обратный характер, однако была выражена слабо ( $r = -0,42$ ).

### Выводы

Основная часть органического вещества в буроземах Амуро-Зейской равнины сосредоточена в верхнем двадцатисантиметровом слое. При интенсивных пирогенных воздействиях установлено резкое снижение содержания гумуса и его энергозапасов.

Периодические пожары нарушают процессы гумусообразования и вносят коррективы в качественный состав гумуса и стадийность протекания процессов гумификации.

При пирогенных воздействиях более интенсивно выражена стадия новообразования гуминовых кислот, что приводит к формированию подвижного гумуса, в составе которого преобладают фракции "свободных" гуминовых кислот.

Установлено, что в результате интенсивных пожаров изменяются оптические показатели почв. Резкое снижение интегрального отражения под воздействием пирогелиза зафиксировано в поверхностных горизонтах почв.

Установлена тесная связь между интегральным отражением и содержанием гумуса в почвах, в разной степени подверженных пожарам, что позволяет рекомендовать данный показатель для оценки изменения экологического состояния почв под влиянием пирогелиза.

### Литература

1. Кленов Б.М. Гумус как система экологически устойчивых соединений // Сиб. экол. журн. – 2007. – №5. – С. 789–795.
2. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Изд-во Ойкумена, 2004. – 342 с.
3. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 287 с.
4. Овчинникова М.Ф. Особенности трансформации гумусовых веществ дерново-подзолистых почв при агрогенных воздействиях // Вестн. МГУ. – 2009. – № 1. – С.12–18.
5. Михайлова Н.А., Орлов Д.С. Оптические свойства почв и почвенных компонентов. – М.: Наука, 1986. – 118 с.
6. Брянин С.В. Экологическое состояние буроземов темных в условиях неозювиальных ландшафтов Амуро-Зейского междуречья // Вестн. КрасГАУ. – 2009. – № 9. – С. 55–60.
7. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанов М.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // Почвоведение. 2004. – № 8. – С. 918–926.
8. Карманов И.И. Спектральная отражательная способность и цвет почв как показатели свойств. – М.: Колос, 1972. – 351 с.
9. Толчельников Ю.С. Оптические свойства ландшафтов. – М.: Наука, 1974. – 252 с.
10. Михайлова Н.А., Пуртова Л.Н. Оптико-энергетические методы в экологии почв. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 80 с.
11. Орлов Д.С., Прошина Н.В. Количественные закономерности отражения света почвами. Вариационно-статистическая характеристика почв Звенигородской биостанции МГУ // Биол. науки. – 1975. – №7. – С. 111–115.

