

УДК 631.45+631.42

Изучение влияния живого напочвенного покрова на содержание органического вещества почвы в области ризосферы*

В. Г. Свириденко, Л. В. Шевцова, Н. И. Дроздова, А. В. Хаданович

Введение

Как известно, характер и скорость гумусообразования (разложения и гумификации органических остатков) различны и зависят от ряда взаимосвязанных условий почвообразования. Большое влияние здесь оказывают химический состав разлагающихся остатков и характер их поступления в почву. Остатки травянистой растительности разлагаются непосредственно в толще почвы в присутствии значительного количества оснований и, прежде всего, кальция. В таких условиях образуется “мягкий” гумус, равномерно пропитывающий минеральную часть почвы [1]. В песчаных и супесчаных почвах создается хорошая аэрация, они быстро прогреваются. В этих почвах разложение органических остатков происходит довольно быстро, значительная часть их минерализуется полностью, а образовавшиеся гумусовые вещества плохо закрепляются на поверхности песчаных частиц и быстро минерализуются [2]. В тех почвах, где образуется много гуминовых кислот, формируется хорошо выраженный гумусовый горизонт с высокой поглотительной способностью по отношению к катионам, в том числе к катионам тяжелых металлов. Если в составе органического вещества много фульвокислот, то почва легко обедняется кальцием, магнием, калием и другими основаниями, так как фульвокислоты образуют с ними растворимые соли, легко мигрирующие по профилю почвы. Между гуминовыми кислотами и фульвокислотами существует генетическая связь, но характер ее не представляется еще достаточно ясным.

Многочисленные исследования в области лесного почвоведения показали, что значения агрохимических показателей почвы в образцах, отобранных в пределах одной ассоциации, существенно различаются. При повторном отборе проб результаты, если они взяты не из тех же самых точек пробной площади, трудно воспроизводимы [3]. Это несколько усложняет изучение влияния почвенного компонента на закономерности роста и развития лесного биогеоценоза. Как правило, при этом не учитываются особенности живого напочвенного покрова, в то время как химический состав растительных остатков оказывает большое влияние на состав почвенных компонентов.

Одной из основных задач исследования, проводимых в рамках задания ГПФОИ* было изучение влияния доминантных растений живого напочвенного покрова биогеоценоза на содержание органического вещества и его фракционный состав в почве в области ризосферы.

Объект исследований – сосняк мшистый – характеризуется ярко выраженной мозаичностью в распределении напочвенной растительности (моховой покров и растения травянисто-кустарничкового яруса). Почвенные образцы отбирались на пробных площадках с различным типом живого напочвенного покрова (ЖНП), с учетом группировок типичных для данного биогеоценоза.

Анализ органического вещества почвы и изучение его фракционного состава проводили по описанным в литературе стандартным методикам [4-7].

Изучение характера влияния ЖНП на содержание общего углерода почвы в области ризосферы

В таблице 1 представлены данные по содержанию общего углерода в почве ризосферы растений разных растительных группировок. В связи с тем, что исследования проводи-

* Работа выполнена в рамках задания ГПФОИ “Биологические ресурсы – 50”, № ГР 20021617

лись в сосняке мшистом овсяницево-черничном, особый интерес представляют результаты, полученные для участков с доминированием черники обыкновенной (далее черника), овсяницы овечьей (далее овсяница) и с мощным моховым покровом без растений травянисто-кустарничкового яруса (ТКЯ), так как эти группировки являются типичными и занимают по площади большую часть данного биогеоценоза. При этом однофакторный дисперсионный анализ показал влияние в целом вида растения ЖНП на различия в содержании общего углерода в почве растительных группировок. При уровне значимости $P=0,05$ значение фактически полученного $F(2,29)$ превышает значение табличного (2,19).

Таблица 1.

Влияние растений ЖНП на содержание общего углерода в почве
в области ризосферы

Растительная группировка	Собший ($\bar{x} \pm t\sigma$), %	Относительное содержание углерода, %	
		1	2
1 – Без напочвенного растительного покрова (приствольные участки)	4,71±0,86	100,0	110,8
2 – Без напочвенного растительного покрова (участки с крушиной)	4,33±0,26	91,9	101,8
3 – Мощный моховой покров (без ТКЯ)	4,25±0,46	90,2	100,0
4 – Черника	3,76±0,43	79,9	88,5
5 – Овсяница	3,65±0,80	75,5	85,9
6 – Овсяница (слабый моховой покров)	4,93±0,30	104,7	116,0
7 – Перловник	4,58±0,88	97,2	107,7
8 – Земляника	4,90±0,17	104,0	115,2
9 – Кислица	3,83±0,21	81,4	90,2
10 – Плаун	3,91±0,40	83,1	92,1

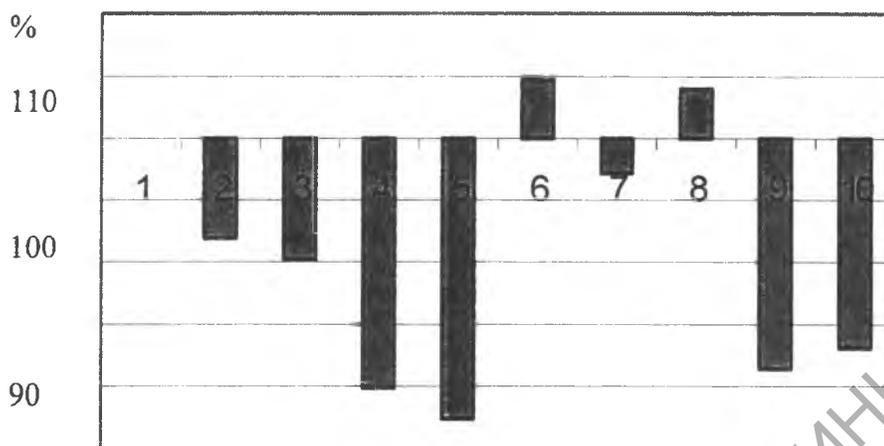
Примечание: в графе 1 и 2 – приведено содержание общего углерода относительно его содержания на участках без растительного покрова и с мощным моховым покровом без ТКЯ.

Наибольшее содержание общего углерода (4,71–4,93%) установлено в почве участков, на которых в ЖНП доминантом является овсяница (слабый моховой покров), земляника, а также на расстоянии 50 см от ствола деревьев сосны, где растительный покров отсутствует полностью. Для приствольных участков почвы это объясняется аккумулярованием в верхнем слое почвы органического вещества опада и отсутствием оттока продуктов его деградации на питание травянистых и кустарничковых растений.

Более низкое содержание углерода (3,65–3,91 %) характерно для участков с доминированием черники, овсяницы (мощный моховой покров), кислицы обыкновенной (далее кислицы), плауна булавовидного (далее плауна).

В то же время, если провести сравнение значений этого показателя относительно участков с мощным моховым покровом без растений ТКЯ, то становится очевидным существенное влияние мхов на баланс органического вещества. Так на участках с доминированием овсяницы при слабо развитом моховом покрове содержание общего углерода почти в 1,2 раза выше, чем на участках с мощным моховым покровом без ТКЯ, а при хорошо развитом моховом покрове – почти в 1,2 раза ниже. При аналогичном сравнении на участках с земля-

ной содержание углерода несколько выше, чем на участках у стволов сосны и, особенно, на участках с мощным моховым покровом без ТКЯ (рис. 1).



Примечание: 1–10 – номер группировки соответствует табличным номерам

Рис. 1. Относительное содержание общего углерода в почве разных растительных группировок (углерод почвы приствольных участков – 100 %)

Это, по-видимому, связано с тем, что как представитель злаковых растений, овсяница при интенсивном потреблении питательных веществ из почвы ежегодно образует большую биомассу, органическое вещество которой легко трансформируется и обогащает почву углеродом. Не исключается существенный вклад в обогащение почвы органическим веществом, выделяемым мощной корневой системой этого вида растений, образующего плотную дернину, которая оказывает даже подавляющее на рост и развитие мхов действие. Снижение содержания органического вещества на участках с этим доминантом, но с мощным моховым покровом, свидетельствует о сильном влиянии мхов на деструкцию органического вещества почвы и интенсивном потреблении ими питательных веществ.

Тейт в своей монографии [9] отмечал, что количество питательных веществ для растений, образующихся в результате разложения органического вещества почвы, зависит от физических и химических факторов, лимитирующих минерализацию, от скорости накопления органического вещества и от количеств элементов питания, поступающих из внешних источников. Поступление биомассы в почвенную экосистему может быть в равновесии со скоростью минерализации. Тогда экосистема существует в состоянии равновесия. В умеренно замкнутой системе (например, в климаксом лесу) для сохранения питательных веществ чрезвычайно важна тесная связь между микроорганизмами, минерализующими органическое вещество лесной подстилки, и механизмами поглощения питательных веществ корнями растений.

Изучение фракционного состава органического вещества почвы в ризосфере типичных растительных группировок ЖНП

Органическое вещество водной вытяжки – это наиболее активная часть гумуса, играющая большую роль в почвенных процессах, в снабжении микроорганизмов питательными и энергетическими веществами [10]. Горизонты лесной подстилки, состоящие из растительных остатков, содержат значительные количества водорастворимых органических веществ. Содержание их здесь сильно колеблется и зависит в основном от состава органогенных горизонтов, степени минерализованности и гумифицированности растительных остатков, слагающих эти горизонты. Относительная растворимость органического вещества подстилок, составляющая примерно 4–6% от общего углерода, колеблется в более узких пределах. Это свидетельствует о стабильности доли органического вещества, способного к рас-

творению в воде, не смотря на постоянное его обновление благодаря поступлению на поверхность почвы свежего негумифицированного опада.

Статистический анализ показал, что различия в содержании *углерода водной вытяжки* обусловлено влиянием вида растения ЖНП: F фактическое (4,75) больше табличного (2,37). Наибольшее содержание углерода наблюдалось на участках без ЖНП у стволов и под крушиной: 0,385–0,400 %. Наименьшие показания отмечены на участках с доминированием овсяницы (слабо развит моховой покров), плауна и на участках без ТКЯ (0,181–0,201 %), что более чем в 2 раза меньше по сравнению с пристволовыми участками. Сравнительный анализ показал, что содержание углерода водной вытяжки во всех группировках ниже, чем на пристволовых участках.

В таблице 2 представлены данные по фракционному составу органического вещества *пирофосфатной вытяжки*. В пирофосфатную вытяжку переходят гумусовые вещества, свободные и связанные с несиликатными формами железа и алюминия, а также связанные с кальцием.

Таблица 2.

Содержание углерода гуминовых (Сгк) и фульвокислот (Сфк)
в пирофосфатной вытяжке

Растительная группировка	Сгк ($\bar{x} \pm t\sigma$), %	Сгк отн, %	Сфк ($\bar{x} \pm t\sigma$), %	Сфк отн, %
1 – Без напочвенный растительного покрова (приствольные участки)	3,54±0,99	100,0	3,68±1,10	100,0
2 – Без напочвенный растительного покрова (участки с крушиной)	4,04±0,66	114,1	3,54±0,68	96,2
3 – Мощный моховой покров (без ТКЯ)	2,97±0,45	83,9	2,90±0,98	78,8
4 – Черника	3,70±0,51	104,5	4,65±1,05	126,4
5 – Овсяница	3,45±0,55	97,5	4,08±0,57	110,9
6 – Овсяница (слабый моховой покров)	2,47±0,65	69,8	2,90±0,47	78,8
7 – Перловник	3,59±0,38	101,4	3,67±0,65	99,7
8 – Земляника	3,49±0,48	98,6	2,56±0,21	69,6
9 – Кислица	3,65±0,27	103,1	3,77±0,81	102,4
10 – Плаун	3,85±0,30	108,8	3,52±0,72	95,7
Примечание: Сгк _{отн} и Сфк _{отн} рассчитаны относительно РГ1				

Как показывает однофакторный дисперсионный анализ, различия в содержании общего углерода пирофосфатной и щелочной вытяжек определяется видом доминирующего растения ЖНП. Сравнительный анализ показал (рис.2), что содержание общего углерода в обеих этих вытяжках на участках с доминированием черники, овсяницы, перловника и под крушиной больше, чем у стволов.

На участках с доминированием земляники, овсяницы (моховой покров слабо развит) и на участках с мощно развитым моховым покровом (без ТКЯ) суммарное содержание углерода как в пирофосфатной, так и в щелочной вытяжках меньше, чем на пристволовых участках. В пирофосфатной вытяжке этих группировок отмечено наименьшие значения этого показателя (5,38–5,87%). Наибольшее содержание суммарного углерода обеих вытяжек наблюдалось на участках с доминированием черники.

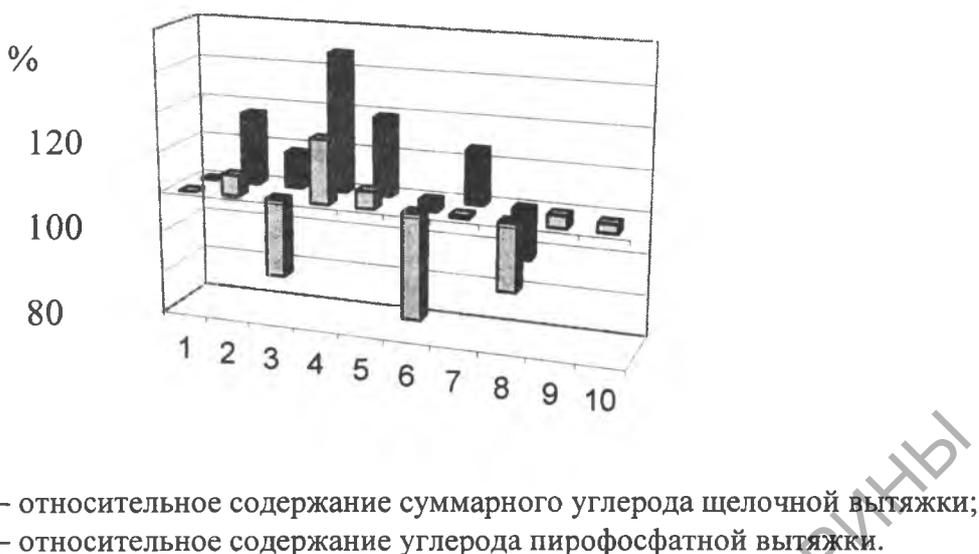


Рис.2. Относительное содержание суммарного углерода пирофосфатной и щелочной вытяжек (углерод почвы участков без растений ЖНП – 100 %)

Статистический анализ показал, что вид ЖНП слабо влияет на различия в содержании гуминовых и фульвокислот в пирофосфатной вытяжке: F фактическое, равное 1,91 при уровне значимости $P=0,05$, меньше табличного 2,18.

Тем не менее, можно проследить некоторые особенности во фракционном составе углерода пирофосфатной вытяжки. Наибольшее содержание *гуминовых кислот* наблюдалось на участках под крушиной, наименьшее – отмечено на участках с доминированием овсяницы (слабо развит моховой покров). Относительно низкое содержание углерода гуминовых кислот можно отметить на участках с мощно развитым моховым покровом (без ТКЯ). Содержание углерода *фульвокислот* наибольшее на участках с доминированием черники. Наименьшие значения данного показателя (2,56–2,90 %) наблюдались на участках с доминированием земляники и овсяницы (слабо развит моховой покров).

Сравнительный анализ показал, что относительное содержание углерода гуминовых кислот на участках с различным видом ЖНП как выше, так и ниже содержания углерода на пристволовых участках (рис. 3). Такой же разброс данных наблюдался и по относительному содержанию фульвокислот пирофосфатной вытяжки (рис. 4).

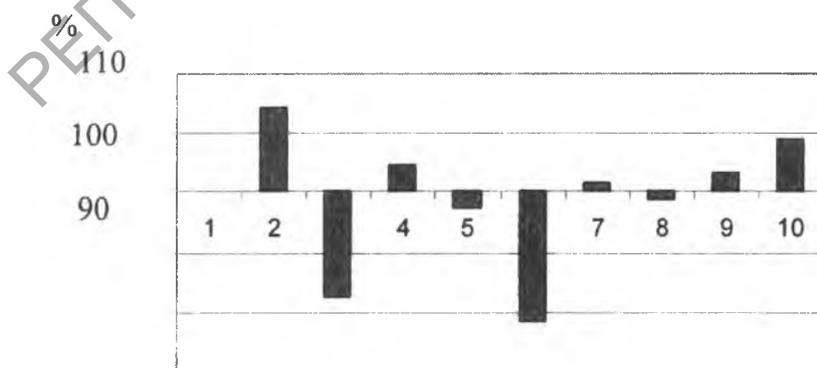


Рис. 3. Относительное содержание углерода гуминовых кислот в пирофосфатной вытяжке (Стк почвы участков без растений ЖНП – 100 %)

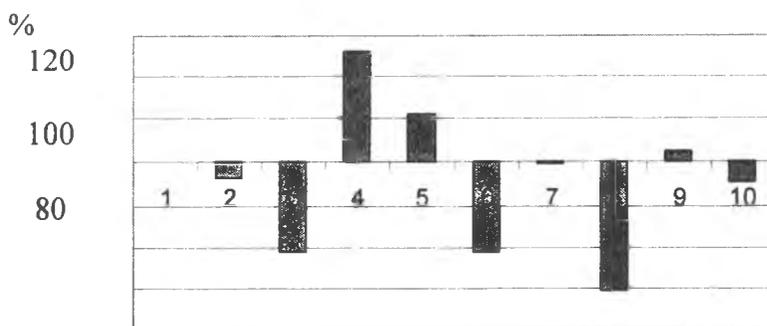


Рис. 4. Относительное содержание углерода фульвокислот в пирофосфатной вытяжке (Сфк почвы участков без растений ЖНП – 100%)

В таблице 3 представлены данные по фракционному составу гуминовых и фульвокислот в щелочной вытяжке. В эту вытяжку переходят фракции гумусовых веществ, свободных и предположительно связанных с подвижными формами полуторных окисей.

Таблица 3.

Содержание углерода гуминовых (Сгк) и фульвокислот (Сфк) в щелочной вытяжке

Характер ЖНП по растению-доминанту	Сгк ($\bar{x} \pm t\sigma$), %	Сгк отн, %	Сфк ($\bar{x} \pm t\sigma$), %	Сфк отн, %
1 – Без напочвенный растительного покрова (приствольные участки)	7,81±1,46	100,0	8,44±1,95	100
2 – Без напочвенный растительного покрова (участки с крушиной)	9,03±1,92	115,6	10,07±0,53	119,3
3 – Мощный моховой покров (без ТКЯ)	7,31±0,41	93,6	14,45±4,97	167,5
4 – Черника	9,37±1,06	120,0	12,41±2,09	147,0
5 – Овсяница	8,83±2,07	113,1	10,52±2,12	124,6
6 – Овсяница (слабый моховой покров)	7,28±0,82	93,2	8,52±0,67	100,1
7 – Перловник	8,08±0,95	103,5	10,29±0,99	121,9
8 – Земляника	6,44±1,05	82,5	7,83±0,63	92,8
9 – Кислица	–	–	13,61±4,65	161,3
10 – Плаун	–	–	–	–

Примечание: Сгк_{отн} и Сфк_{отн} рассчитаны относительно РГ1

В щелочной вытяжке наибольшее содержание гуминовых кислот наблюдалось на участках с доминированием черники, овсяницы и под крушиной (8,83–9,37 %). Наименьшие значения данного показателя отмечены на участках с доминированием земляники (рис. 5). Наибольшее содержание фульвокислот в щелочной вытяжке наблюдалось на участках с доминированием черники, земляники, на участках с мощно развитым моховым покровом (12,41–14,45 %).

Сравнительный анализ показал, что во всех группировках (кроме участков с доминированием земляники) содержание фульвокислот примерно в 1,2–1,7 раз больше, чем на приствольных участках (рис. 6). Данные по содержанию гуминовых кислот в щелочной вытяжке не дают такой четкой зависимости.

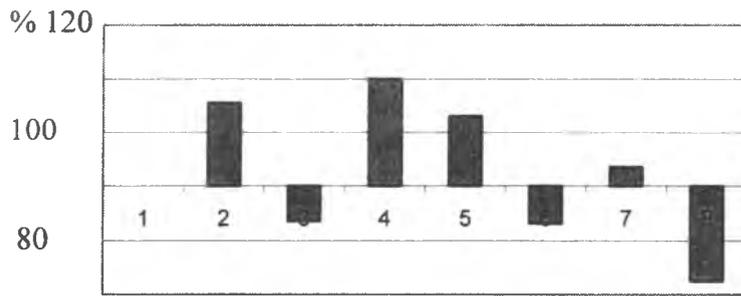


Рис. 5. Относительное содержание углерода гуминовых кислот в щелочной вытяжке (Сгк почвы участков без растений ЖНП – 100 %)

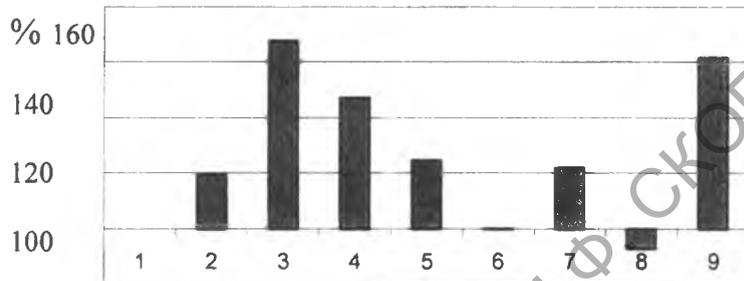


Рис. 6. Относительное содержание углерода фульвокислот в щелочной вытяжке (Сфк почвы участков без растений ЖНП – 100 %)

Наибольшее суммарное содержание *гуминовых кислот* установлено для почвы участков с доминированием черники и на участках с крушиной. Наименьшее содержание – на участках с доминированием земляники. Развитие мощного мохового покрова в РГ 3 способствует уменьшению общего содержания гуминовых кислот на 6,4 % относительно почвы пристволовых участков. В то же время приводит к увеличению общего содержания *фульвокислот* (максимальное на всей площади) на 67,5 % по сравнению с почвой пристволовых участков. Здесь имеет место самое высокое соотношение углерода гуминовых к углероду фульвокислот (0,974). При доминировании овсяницы на участках с хорошо развитым моховым покровом эффект такого действия на содержание гуминовых и фульвокислот значительно уменьшается, а соотношение углерода гуминовых к углероду фульвокислот достигает самого низкого значения (0,761). При этом содержание фульвокислот остается достаточно высоким. При доминировании земляники в растительных группировках общее содержание гуминовых и фульвокислот самое низкое (6,44 и 7,83 % соответственно). Соотношение же гуминовых и фульвокислот – одно из самых высоких (0,951). Однофакторный дисперсионный анализ показал, что достоверное влияние вид ЖНП оказывает только на содержание углерода фульвокислот: значение F фактического, равное 2,95, превышает значение табличного 2,25.

Листовой опад в сравнении с хвойным в результате трансформации органического вещества приводит к повышению общего содержания гуминовых и фульвокислот, при этом соотношение последних не значительно отличается от соотношения в почве у стволов сосны.

Заключение

Статистический анализ показал, что существует достоверное влияние вида растений ЖНП на различия в содержании общего углерода в почве растительных группировок (при уровне значимости $P=0,05$ значение фактически полученного F (2,29) превышает значение табличного (2,19)); углерода водной вытяжки (F фактическое (4,75) больше табличного (2,37)). Выявлено слабое влияние вида растений ЖНП на различия в содержании гуминовых и фульво-

кислот в пирофосфатной вытяжке (F фактическое, равное 1,91 меньше табличного 2,18). Для гумусовых кислот из щелочной вытяжке данные закономерности не прослеживаются.

Abstract

The authors studied influence of dominant plants of the living soil cover of the biogeocenosis on the contents of the organic substance and its fractional structure in the ground in the area of rhizosphere.

Литература

1. Тюрин И.В. Органическое вещество почв. – М.; Л.: Сельхозгиз, 1937. – 170 с.
2. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 261 с.
3. А.Д.Фокин. О роли органического вещества в функционировании природных и сельскохозяйственных экосистем // Почвоведение. – 1994. – № 4. – С.40–45.
4. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. – М.: Наука, 1985. – 263 с.
5. Полевая и лабораторная практика по почвоведению / под ред. А.Г.Медведева. – Мн.: Изд-во БГУ, 1981. – 176 с.
6. Кононова М.М. Органическое вещество почвы. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 240 с.
7. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – М.: Наука, 1980. – 288 с.
8. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв. – М.: Наука, 1986. – 320 с.
9. Тейт Р. III. Органическое вещество почвы. – М.: Мир, 1991. – 400 с.
10. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.: Наука, 1990. – 268 с.