(cc) BY

Гавриленко Анна Дмитриевна
студентка
Манютин Константин Олегович
студент
Гуленко Ольга Николаевна
канд. биол. наук, доцент
Павлова Ольга Николаевна
д-р биол. наук, доцент, заведующая кафедрой
ФГБОУ ВО «Самарский государственный
университет путей сообщения»
г. Самара, Самарская область

ГУМИФИКАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ

Аннотация*: в статье представлено исследование гумификации растительных остатков лесной подстилки при участии микро- и мезофауны. Авторами представлены результаты проведенного исследования.*

Ключевые слова*: гумификация растительных остатков, растительный опад, микрофауна, мезофауна.*

Введение. Процессы круговорота органического вещества протекают при столь тесном взаимодействии всех биоагентов этого процесса, что любое нарушение целостности структуры сообщества почвообитающих беспозвоночных и микроорганизмов должно сказаться на соотношении процессов минерализации и гумификации. Полученные нами ранее результаты указывают на усиление процесса гумусообразования в присутствии микроартропод, а также представителей почвенной мезофауны [1; 2; 3].

Цель исследования: анализ гумификации растительных остатков лесной подстилки при участии микро- и мезофауны.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Материалы и методы. Мы оценивали вклад различных экологических групп биодеструкторов в энергетический поток лесной подстилки в лабораторных условиях.

В сосудах объемом 1 литр помещали по 10 г лиственного опада (воздушно сухого веса). Опытные сосуды заселяли по вариантам:

1) с микроартроподами и кольчатыми червями (*Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843),

2) с микроартроподами и мокрицами (*Porcellio scaber* Latreille, 1804),

3) с червями (*Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843),

4) с мокрицами (*Porcellio scaber* Latreille, 1804).

Контролем (1) служил вариант разложения лиственного опада микроорганизмами.

Микроартроподы опытных сосудов принадлежали к 4-м экологическим группам и 10 видам коллембол. Начальная плотность их в опаде была равна 10 экз/г опада.

Видовой состав ногохвосток включает:

1. *Entomobrya sp.*, *Isotoma viridis* – поверхностные.

2. *Isotoma gr. olivacea* – верхнеподстилочные.

3. *Isotoma notabilis, Folsomia quadrioculata, Pseudosinella alba* – гемиэда-фические.

4. *Folsomia fimetaria, Onychiurus gr. armatus* – эуэдафические.

Дождевых червей и мокриц помещали в соответствующие сосуды по 2 экземпляра, предварительно взвешивая на весах. Средняя нагрузка была равна 0,086 г/г опада (черви) и 0,00531 г/г опада (мокрицы).

Результаты эксперимента.

Содержание органического углерода в водных вытяжках из листьев было выше по сравнению с контрольным вариантом в варианте 2 в 3,1 раза, в варианте 3 в 2,9 раза, в варианте 4 в 2,4 раза, в варианте 5 в 2,3 раза (табл. 1).

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Таблица 1

Суммарное содержание органического углерода

в водной вытяжке из листьев (мг С/г сух. в-ва)

Сроки (мес)	Варианты				
	1	2	3	4	5
1	$0,26*10^{-6}$	$0,38*10^{-6}$	$0,33*10^{-6}$	$0,35*10^{-6}$	$0,33*10^{-6}$
2	$0,39*10^{-6}$	$0,45*10^{-6}$	$0,36*10^{-6}$	$0,36*10^{-6}$	$0,35*10^{-6}$
3	$1,50*10^{-6}$	$2,01*10^{-6}$	$4,43*10^{-6}$	$1,31*10^{-6}$	$1,31*10^{-6}$
4	$3,01*10^{-6}$	$4,20*10^{-6}$	$6,31*10^{-6}$	$4,01*10^{-6}$	$2,18*10^{-6}$
5	$3,52*10^{-6}$	$7,01*10^{-6}$	$6,71*10^{-6}$	$4,13*10^{-6}$	$3,10*10^{-6}$
6	$9,91*10^{-6}$	$16,01*10^{-6}$	$13,81*10^{-6}$	$18,81*10^{-6}$	$11,91*10^{-6}$
7	$12,31*10^{-6}$	$25,01*10^{-6}$	$20,92*10^{-6}$	$20,08*10^{-6}$	$20,72*10^{-6}$
8	$14,71*10^{-6}$	$43,01*10^{-6}$	$28,01*10^{-6}$	$25,41*10^{-6}$	$29,53*10^{-6}$
9	$17,11*10^{-6}$	$52,01*10^{-6}$	$49,31*10^{-6}$	$33,49*10^{-6}$	$38,33*10^{-6}$
10	$19,51*10^{-6}$	$61,01*10^{-6}$	$56,40*10^{-6}$	$48,18*10^{-6}$	$47,14*10^{-6}$
11	$21,91*10^{-6}$	$59,04*10^{-6}$	$54,95*10^{-6}$	$47,48*10^{-6}$	$46,71*10^{-6}$
12	$24,31*10^{-6}$	$58,01*10^{-6}$	$53,05*10^{-6}$	$46,01*10^{-6}$	$45,61*10^{-6}$

В водных вытяжках из песка содержание органического углерода было выше по сравнению с контрольным вариантом в варианте 2 в 1,3 раза, в варианте 3 в 1,2 раза, в варианте 4 в 1,1 раза, в варианте 5 в 1,1 раза (табл. 2).

Таблица 2

Суммарное содержание органического углерода

в водной вытяжке из песка (мг С/г сух. в-ва)

Сроки (мес)	Варианты				
	1	2	3	4	5
1	$0,00191*10^{-6}$	$0,00234*10^{-6}$	$0,00243*10^{-6}$	$0,00213*10^{-6}$	$0,0002*10^{-6}$
2	$0,0262*10^{-6}$	$0,0354*10^{-6}$	$0,0273*10^{-6}$	$0,02439*10^{-6}$	$0,0216*10^{-6}$
3	$0,3*10^{-6}$	$0,52*10^{-6}$	$0,69*10^{-6}$	$0,41*10^{-6}$	$0,35*10^{-6}$
4	$1,5*10^{-6}$	$4,7*10^{-6}$	$3,7*10^{-6}$	$3*10^{-6}$	$1,5*10^{-6}$
5	$2,7*10^{-6}$	$5,36*10^{-6}$	$4,42*10^{-6}$	$3,6*10^{-6}$	$2,249*10^{-6}$
6	$3,6*10^{-6}$	$6,237*10^{-6}$	$5,3*10^{-6}$	$4,20811*10^{-6}$	$3,935*10^{-6}$
7	$46,5*10^{-6}$	$70,055*10^{-6}$	$61*10^{-6}$	$48,1217*10^{-6}$	$5,621*10^{-6}$
8	$57,*10^{-6}$	$85,425*10^{-6}$	$69*10^{-6}$	$54,1623*10^{-6}$	$63,07*10^{-6}$
9	$67,5*10^{-6}$	$93,11*10^{-6}$	$85*10^{-6}$	$66,2434*10^{-6}$	$67,9*10^{-6}$
10	$69*10^{-6}$	$100,795*10^{-6}$	$93*10^{-6}$	$84,2840*10^{-6}$	$83,65*10^{-6}$
11	$78,5*10^{-6}$	$98,0631*10^{-6}$	$92,67*10^{-6}$	$71,3506*10^{-6}$	$80,056*10^{-6}$
12	$79*10^{-6}$	$94,0052*10^{-6}$	$91,0304*10^{-6}$	$70,1190*10^{-6}$	$79,342*10^{-6}$

Содержание органического углерода в большинстве пирофосфатных вытяжек оказалось выше по сравнению с контролем: в варианте 2 в 4,7 раза, в варианте 3 в 4,9 раза, в варианте 4 в 4,5 раза, в варианте 5 в 4,5 раза. Содержание

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

углерода гуминовых кислот достоверно превышало контрольный уровень в варианте 2 в 4,8 раза, в варианте 3 в 5,4 раза, в варианте 4 в 3,1 раза, в варианте 5 в 2.4 раза. Как видно из результатов опыта, более полные группировки почвенной фауны сдвигают процесс трансформации органического вещества в сторону усиления гумификации (табл. 3, 4).

Таблица 3

Суммарное содержание органического углерода
в пирофосфатной вытяжке из листьев (мг С/г сух. в-ва)

Сроки (мес)	Варианты				
	1	2	3	4	5
1	$0,200*10^{-6}$	$0,026*10^{-6}$	$0,026*10^{-6}$	$0,022*10^{-6}$	$0,023*10^{-6}$
2	$0,313*10^{-6}$	$0,097*10^{-6}$	$0,301*10^{-6}$	$1,033*10^{-6}$	$1,081*10^{-6}$
3	$3,043*10^{-6}$	$0,308*10^{-6}$	$12,307*10^{-6}$	$11,034*10^{-6}$	$8,837*10^{-6}$
4	$6,869*10^{-6}$	$6,078*10^{-6}$	$25,987*10^{-6}$	$30,257*10^{-6}$	$56,714*10^{-6}$
5	$14,399*10^{-6}$	$9,569*10^{-6}$	$48,370*10^{-6}$	$58,863*10^{-6}$	$100,204*10^{-6}$
6	$24,963*10^{-6}$	$13,732*10^{-6}$	$117,647*10^{-6}$	$120,708*10^{-6}$	$163,057*10^{-6}$
7	$34,012*10^{-6}$	$175,599*10^{-6}$	$163,477*10^{-6}$	$165,933*10^{-6}$	$216,229*10^{-6}$
8	$43,063*10^{-6}$	$255,976*10^{-6}$	$209,308*10^{-6}$	$211,158*10^{-6}$	$269,401*10^{-6}$
9	$52,113*10^{-6}$	$332,525*10^{-6}$	$300,968*10^{-6}$	$256,383*10^{-6}$	$291,010*10^{-6}$
10	$61,163*10^{-6}$	$322,311*10^{-6}$	$346,798*10^{-6}$	$320,834*10^{-6}$	$322,572*10^{-6}$
11	$70,212*10^{-6}$	$321,025*10^{-6}$	$333,016*10^{-6}$	$314,411*10^{-6}$	$310,544*10^{-6}$
12	$70,262*10^{-6}$	$310,295*10^{-6}$	$327,518*10^{-6}$	$309,561*10^{-6}$	$294,250*10^{-6}$

Таблица 4

Соотношение $С_{гк}/С_{фк}$ в пирофосфатной вытяжке из листьев

Сроки (мес)	Варианты				
	1	2	3	4	5
1	0,110497	1,466667	0,771739	3,25	1,725
2	0,230769	9,093023	2,352941	1,91	1,722892
3	1,218638	4,774194	1,973262	1,95	1,70297
4	2,194444	5,263158	2,009091	2,264463	1,45283
5	1,02027	2,994737	2,732	2,175	1,3125
6	1,30888	1,824022	5,648352	1,358108	1,810345
7	1,235915	1,805825	4,281013	1,665929	2,029091
8	1,285714	3,015437	3,036851	1,920668	1,742938
9	1,251534	2,63369	2,923928	2,40153	2,277778
10	1,056452	2,604987	2,927614	2,22007	2,121475
11	1,038781	2,556172	2,857143	2,273408	2,141844
12	1,13289	2,542083	2,789781	2,201195	2,064356

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Нами установлено, что в варианте 1 заметное увеличение выхода гумусовых веществ отмечено на границе 3–4 месяца экспозиции. В последующие месяцы, по сравнению с первым пиком, количество гумусовых веществ увеличивается в 1,3–1,5 раза. На границе 3–4 месяца происходит увеличение доли гумусовых кислот по сравнению с фульвокислотами (табл. 4). В последующем увеличение гумусовых веществ происходит за счет роста доли фульвокислот, (табл. 4).

В варианте 2 первый пик увеличения содержания органического углерода в тотальных вытяжках приходится на 3 и 6 месяц экспозиции. Количественные показатели по сравнению с вариантом 1 увеличились примерно в 13 раз соответственно по срокам экспозиции. Это объясняется суммарным действием биоагентов на процесс гумусообразования. Соотношение $С_{гк}/С_{фк}$ в данные сроки указывают на значительное преобладание процессов гумификации над процессами минерализации. Некоторое смещение коэффициента $С_{гк}/С_{фк}$ в последующие сроки, очевидно, объясняется повышением роли микроорганизмов (в результате жизнедеятельности дождевых червей повышается обилие и соотношение групп микроорганизмов, обуславливающих образование непрочных соединений гумусовых веществ, а также участием в их разложении. Второй пик интенсивности выхода органического углерода приходится на 8–9 месяцы.

В варианте 3 отмечена качественно похожая картина динамики выхода органического углерода (первый пик на 3 и 6 месяце экспозиции), однако количество углерода в вытяжках возрастает по сравнению с вариантом 2. Это связано, с увеличением темпов мацерации, так как наземные мокрицы являются преимущественными фитосапрофагами и основное их значение в функционировании комплексов почвообитающих беспозвоночных заключается в первичном разрушении растительных остатков на поверхности почвы. В кишечнике мокриц отмечается стимуляция микробиального роста. Высокая микробиальная активность сохраняется некоторое время и в экскрементах, выброшенных в почву, а затем затухает. В результате идет активизация ферментативного аппарата грибов, и возрастает активность микроартропод. Коэффициент соотношения $С_{гк}/С_{фк}$ в варианте 3 указывает на незначительное преобладание процессов гумификации

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

по сравнению с вариантом 2 (табл. 4). Второй пик выхода органического углерода в составе гумусовых веществ приходится на 9–10 месяцы экспозиции.

В варианте 4 максимум органического углерода в вытяжке из листьев наблюдается также на 3, 6 и 9–10 месяцы экспозиции. Особенности усвоения структурных компонентов опада и их трансформация в кишечнике червей направили процесс разложения в сторону усиления гумификации, однако количественные значения несколько меньше, чем в вариантах 2 и 3. Очевидно, исключение микроартропод как основных агентов, стимулирующих микробиальную активность, снижает процесс образования гумусовых веществ в условиях данного варианта.

В варианте 5 пик выхода органического углерода приходится также на 3, 6 и 9–10 месяцы экспозиции, но количественные показатели ниже, чем в предыдущих вариантах. Жизнедеятельность мокриц способствует увеличению поверхностной площади мацерированного опада, но отсутствие микроартропод, повышающих избирательную колонизацию опада микроорганизмами приводит к снижению количественных показателей выхода гумусовых веществ. Коэффициент $C_{гк}/C_{фк}$ свидетельствует об усилении процессов минерализации (табл.4).

Выводы: Количественные характеристики процесса деструкции лиственного опада в настоящих экспериментах окончательно подтверждают тезис о том, что выпадение звена из цепи поэтапного включения органического углерода в процесс трансформации, негативно сказывается не только на количественных, но и на качественных характеристиках гумусовых веществ.

Список литературы

1) Козловская Л.С. Роль почвенных беспозвоночных в трансформации органического вещества болотных почв / Л.С. Козловская – Л.: Наука, 1976. – 211 с.

2) Козловская Л.С. Биохимические изменения растительных остатков под воздействием мезофауны / Л.С. Козловская // Проблемы почвенной зоологии. – 1984. – С. 142.

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

3) Симонов Ю.В. Оценка участия комплекса микроартропод в гумификации растительных остатков / Ю.В. Симонов // Проблемы почвенной зоологии. – Ашхабад, 1984. – С. 94–95.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)