

17. Lingenhölle Arthur. Zucht und Flugverhalten von *Lemonia taraxaci* Denis & Schiffermüller (Lepidoptera) // Beitr. naturk. Forsch. Südwestdeutschland. 1985. 43. 124–125.
18. Ono Tomohiro. Male approach to the female and the role of two pheromone components in the rosette moth *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) // Appl. Entomol. and Zool. 1985. 20. № 1. P. 34–42.
19. Медведев Л.Н. О функциональном значении вторичнополовых признаков жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae, Camptosoma) // Зоологический журнал. 1962. Т. 41. Вып. 1. С. 77–84.
20. Медведев Л.Н. Листоеды Сибири и Дальнего Востока: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1973. 35 с.
21. Brown Luther, Macdonell Joan, Fitzgerald V. Jean. Courtship and female choice in the horned beetle, *Bolitotherus cornutus* (Panzer) (Coleoptera, Tenebrionidae) // Ann. Entomol. Soc. Amer. 1985. 78. № 3. P. 423–427.
22. Павлов С.И. Ритуал «ухаживания» как необходимый инструмент, запускающий репродуктивный процесс насекомых // Вестник Волжского ун-та им. В.Н. Татищева. Сер. Экология. 2015. Вып. 19, № 4. С. 298–305.
23. Renz David C. The lock and key as an isolating mechanism in katydids // Amer. Sci. 1972. 60. № 6. P. 750–755.
24. Juberthie-Jupeau Lysiane, Casals Monique. Différences éthologiques dans l'accouplement de quatre populations de Coléoptères Catopidae (*Speonomus delarouzei* Fairm.), en relation avec la spéciation // C. R. Acad. Sci. 1985. ser. 3. 300. № 15. 559–562.
25. Павлов С.И. Анализ нестандартных репродуктивных реакций жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) с позиции сигнальной теории // Проблемы современной биологии: мат-лы 5-й Междунар. науч.-практ. конф. Журн. Естественные и технические науки. М.: Спутник+, 2012. С. 19–26.
26. Сафонкин А.Ф. Репродуктивное поведение, полиморфизм и хемокоммуникация как факторы поддержания разнообразия в семействе листоверток (Lepidoptera; Tortricidae): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2008. 47 с.
27. Ziegler Rolf. Sexual- und Territorialverhalten der Schabe *Gromphadorhina brunneri* Butler. // Z. Tierpsychol. 1972. 31. № 5. 531–541.
28. Leroy Y. Différences génériques des comportements sexuels des Mouches Drosophilinae *Drosophila* et *Zaprionus* // C. R. Acad. Sci. 1978. D287. № 5. 559–561.

## GENERAL STRATEGY OF LEAF BEETLES REPRODUCTIVE BEHAVIOR (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE)

© 2017

**Pavlov Sergey Ivanovich**, candidate of biological sciences,  
associate professor of Biology, Ecology and Methods of Teaching Department  
*Samara State University of Social Sciences and Education (Samara, Russian Federation)*

**Abstract.** Reproductive behavior of 25 background species leaf beetles was studied in the conditions of Samara Region during 1974–2014 (Coleoptera, Chrysomelidae). Strategy of adult's reproductive behavior, which fundamentally different from individuals of the opposite sex is a complex includes more than 60 types of locomotion behavioral reactions and aimed to attracting the active partner, usually the male, search and preparation of the female for the mate as final stage of the reproductive process. Adult-female undergoes five stages of reproductive transformation accompanied by 18 types of behavioral reactions after emergence. There are food of ripening, involvement of species-specific male of attractant, mating, ovulation and egg laying. Adult-male overcomes five stages too, provided almost by 30 types of behavioral reactions in the course of life. There are preparation, mating, and food maturation, search for females training females to mating, mating, and post-nuptial final cleaning. Temporal and physical resource of female and male survival in different situations, as well as time budgets, of both sexes daily activity at different stages of its generation cycle estimated. Occurrence of non-standard reproductive situations or failures, which are explained by objective reasons, for example errors in chemonavigation of males, violation of a genetically programmed sequence of stages of behavior, inconsistency sexual cycles of the partners discusses.

**Keywords:** leaf beetles; imago: males and females; Samara Region; strategy of reproductive behavior; attraction and quest of marriage partner (distant and contact); rituals of dating partners and courtship; aggressive and comfortable behavior of male; mating and oviposition.

УДК 574.474

## АНАЛИЗ ЭКСКРЕТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЛЕКОПИТАЮЩИХ-ФИТОФАГОВ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

© 2017

**Пилипко Елена Николаевна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры лесного хозяйства  
*Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина*  
(г. Вологда, Российская Федерация)

**Аннотация.** В данной статье рассмотрен один из видов средообразующей деятельности зооценоза – экскреторный. Представлены результаты экспериментальных данных по влиянию экскрементов животных-фитофагов на почвообразовательные процессы, посредством пополнения почвы органическим веществом в процессе разложения непереваренных растительных остатков. Органическое вещество (гумус) является ис-

точником минеральных элементов, необходимых для растительных организмов. Ценность экскрементов фитофагов заключается в особенности их свойств, таких, например, как большое содержание гуминовых кислот, выполняющих ряд важных функций в биосфере. В данной статье рассмотрена одна из функций – аккумулятивная. Разложение органического вещества в виде экскрементов лося (*Alces alces* L.), самого крупного фитофага Северо-Запада, проходило экспериментальным путем – в природных (естественных) и лабораторных условиях. Природными условиями были выбраны антропогенно нарушенные территории Вологодской области. Экскременты разлагались на среднесуглинистой, сильноподзолистой почве на вырубке после сплошной рубки в ельнике кисличном. В лабораторных условиях эксперименты по разложению экскрементов проводились в микролизиметрах. При этом был выбран трехфакторный эксперимент с последующим построением математических моделей (уравнений регрессии). Применялся зимний вариант экскрементов лося, которые отличаются от летних экскрементов составом: зимние экскременты образуются в результате переваривания грубых древесно-веточных кормов. В статье приведены результаты исследований по содержанию группового состава гумуса и агрохимическому комплексу NPK. В результате разложений было выявлено, что на содержание исследуемых компонентов гумуса и NPK влияет тип гранулометрического состава почвы, микроусловия и время разложений органического вещества.

*Ключевые слова:* зооценоз; животные-фитофаги; экскременты; гумус; общий углерод; углерод гуминовых и фульвокислот; негидролизированный остаток; комплекс NPK; нитраты; фосфаты; калий; полевой и лабораторный эксперимент; микролизиметры; антропогенная нагрузка; вырубки; трехфакторный эксперимент; уравнение регрессии; суглинистая и супесчаная почва.

В связи с возрастающей антропогенной нагрузкой (в частности, с лесозаготовительной деятельностью) появляется одна из наиболее актуальных проблем, связанная с восстановлением лесных биогеоценозов с помощью естественных механизмов. Одним из таких механизмов защиты и восстановления нарушенных биогеоценозов является экскреторная деятельность млекопитающих. Данный вид деятельности способен изменить физико-химические свойства и биологическую активность одного из основных компонентов биогеоценоза – почвы. Эдафотоп (почва), как среда обитания, составляет единую неразрывную систему с населяющими ее корневыми системами растений и популяциями различных организмов. Они вступают друг с другом в тесные и сложные взаимодействия, результатом которых является формирование своеобразных биогеоценологических горизонтов. Экскреторная деятельность животных-фитофагов – важное звено в изменении круговорота веществ лесных биогеоценозов. Она оказывает значительное влияние на биологическое разнообразие. С экскрементами млекопитающих в почву локально поступает значительное количество полезных для растений веществ, различные группы микрофлоры, ферменты и т.д. Все это в той или иной степени влияет на ход почвообразовательных процессов и способствует оптимизации процессов гомеостаза лесных биогеоценозов [1].

Ценность экскрементов животных-фитофагов для почвопреобразования заключается в их составе. Экскременты фитофагов представляют собой непереваренные остатки растительной пищи, прошедшие первичную переработку в кишечнике животного и, следовательно, обогащенные микрофлорой, витаминами и веществами, необходимыми для роста и развития растений. Такими веществами являются, например, «готовые» (по Л.Н. Александровой) гуминовые кислоты. «Чрезвычайно важно учитывать, что участие животных в разложении и минерализации растительной органики складывается не только из ее полного расщепления и минерализации в процессе пищеварения и метаболизма в животном организме, но и из образования экскрементов» [2]. В виде непереваренных остатков у различных животных выделяется от 30 до 70% и более потребленного корма. У

растительноядных млекопитающих эта величина чаще всего изменяется в пределах 30–50%, то есть непереваренные в желудке животного остатки составляют в них меньше половины общей величины потребления. По свидетельству К.С. Ходашовой [3] фитофаги за год с экскреторным опадом выделяют 0,5–6,0% всего прироста фитомассы. Г.М. Иванова [4] подсчитала, что зимой за сутки лось с экскрементами выделяет 350 г/га сухого вещества. Если умножить это число на количество дней с ноября по март, то получится ощутимый внос органического вещества на поверхность почвы. Без данного круговорота органики в экосистеме трудно представить полноценную работу системы в целом.

К настоящему времени накоплен большой опыт по изучению экскреторной деятельности млекопитающих и ее влиянию на почвообразовательный процесс [5; 6; 7; 8–11; 12–19 и др.].

Было выявлено, что экскременты лося являются одной из важнейших составляющих формирования химического режима поступления питательных веществ в почву.

F. Mockeridge (1924) [17] отмечал положительное влияние водорастворимых гумусовых веществ из навоза на рост и развитие растений и на некоторые биологические процессы – нитрификацию и азотусвоение, причем действие этих веществ возрастало по мере разложения органических остатков. Следовательно, внесение органических удобрений является мощным фактором повышения производительности почв, что в настоящее время, ввиду отчетливо выраженной тенденции потери гумуса, приобретает важное значение.

Кроме гуминовых кислот органические удобрения содержат очень разное количество легко и трудно разлагающихся компонентов [2]. Конечными продуктами разложения экскреторного органического вещества являются гуминовые вещества, низко- и высокомолекулярные органические кислоты, углеводы, протеины, пептиды, аминокислоты, липиды, воски, полициклические ароматические углеводороды и фрагменты лигнина [20]. Органические удобрения на 18–50% состоят из готовых гумусовых веществ, количество которых в процессе гумификации удобрений увеличивается. Относительное увеличение со-

держания гумусовых кислот совпадает с относительной убылью веществ негидролизуемого остатка. Между содержанием гумусовых и негидролизуемых веществ установлена обратная корреляционная зависимость с коэффициентом корреляции 0,9–0,7 [21]. Гуминовые вещества подразделяются на фракции: гуминовые кислоты, фульвокислоты и гумус, которые сходны по структуре, но различаются по поведению в химических реакциях [16]. Их значение было рассмотрено в международном масштабе, что привело к созданию в начале 80-х годов Международного общества по изучению гуминовых веществ. Ученым принадлежат большие заслуги в области изучения гуминовых, гуматомелановых и фульвокислот.

По-видимому, образовавшиеся в процессе гумификации органического вещества гуминовые кислоты находятся в форме непрочной связи с минеральной частью почвы, а частично и в свободном состоянии. Оказывается, что во всех унавоженных почвах абсолютное и относительное (в составе гумуса) количество свободных или подвижных гуминовых кислот больше, чем в соответствующих контрольных почвах (без навоза). Возможно, систематическое удобрение навозом следует рассматривать как мероприятие, не только улучшающее питательный режим почвы, но и способствующее обогащению почв гумусом. Литературные данные свидетельствуют о том, что новообразованные гуминовые кислоты являются высокомолекулярными веществами переменного состава, свойства которых обусловлены особенностями химического состава исходных растительных остатков и длительностью гумификации [2; 22]. Гумусовые кислоты выполняют ряд важных функций в биосфере, одной из которых, наиболее важной, является аккумулятивная, заключающаяся в накоплении в почвах в форме органических соединений углерода, азота, фосфора и других, необходимых для жизнедеятельности растительных организмов элементов, включая микроэлементы. Аккумулятивную функцию не следует рассматривать как пассивное складирование элементов питания, поскольку накопление может происходить и в почвенных растителях.

Часть фосфора и кальция, а также почти весь калий содержатся в экскрементах в подвижном состоянии, быстро из него вымываются и становятся доступными растениям. Большое влияние на состояние и продуктивность экосистем оказывает деятельность млекопитающих как редуцентов органического вещества, которая обеспечивает быстрое высвобождение питательных веществ, связанных в растительной органике, и поступление их в окружающую среду в доступной для растений форме. Эта функция, которая в лесных экосистемах почти полностью осуществляется микроорганизмами и животными-сапрофагами, в экосистемах полупустынь и сухих степей в значительной мере переходит к растительоядным млекопитающим [5].

C. Olsen [18] объяснял положительное влияние гумусовых веществ на растение наличием в них железа в усвояемой форме. Liske [13] пришел к выводу, что гуминовые кислоты и их производные повышают проницаемость растительной оболочки, что способствует усиленному поступлению в растение питательных веществ.

Различное действие гумусовых веществ, включая гуминовые препараты, на условия питания и развития растений установлено многими исследователями [2; 20; 14]. Увеличение в составе гумуса количества гуминовых кислот в подвижных формах позволяет предполагать, что они могут оказывать непосредственное воздействие на растения, стимулируя их рост и развитие [20].

#### Методика исследования.

Предмет исследования – динамика физико-химических показателей почвы под влиянием разлагающегося органического вещества в виде экскрементов лося (*Alces alces* L.).

#### Методика работы.

Нами проведен ряд полевых и лабораторных экспериментов, показывающих характер воздействия экскрементов лося на некоторые почвенные показатели. Полевые экспериментальные площадки 25×25 см были заложены на среднесуглинистой, сильно-подзолистой (A2 10–20 см) почве, предварительно очищенной от лесной подстилки на вырубке после сплошной рубки в ельнике кисличном.

Экскременты применялись зимние. Начало эксперимента 5 мая 2014 года. Пробы почвы для анализа физико-химических свойств отбиралась по генетическим горизонтам на глубину до 40 см в июне (через 1 месяц) и в ноябре этого же года (6 месяцев).

Эксперименты в лабораторных условиях проводились с помощью микролизиметров – емкостей, куда закладывалась почва и экскременты. Эксперимент был выбран трехфакторного типа. Факторы – количество экскрементов (*Ex*), полив (*Pol*) и время (*Vr*) варьировались на двух уровнях – *min* и *max*, количество почвы двух разных по гранулометрическому составу типов (суглинок и супесь) было постоянным – 100 г. План эксперимента представлен в таблице 1.

**Таблица 1** – Матрица (план) трёхфакторного эксперимента имеет следующий вид:

№ опыта	Масса экскреций, г ( <i>Ex</i> )	Полив, мл ( <i>Pol</i> )	Время, суток ( <i>Vr</i> )
1	10	50	1
2	200	50	1
3	10	200	1
4	200	200	1
5	10	50	6
6	200	50	6
7	10	200	6
8	200	200	6
9	105	125	3

«Зимние» экскременты периода поздней осени, зимы и ранней весны сохраняются в природе до трех лет. Долгое разложение зимних экскрементов связано с особенностями питания. В этот период лось питается только грубыми древесно-веточными кормами, которые плохо перевариваются в желудочно-кишечном тракте животного и имеют долгий период разложения и минерализации уже вне организма.

Полив производился 1 раз в неделю разным количеством дистиллированной воды, согласно каждому опыту в эксперименте. Время разложений составляло 1 (*min*) и 6 (*max*) месяцев (табл. 1). Данные обрабатывались статистическими методами планиро-

вания эксперимента [23; 24] с помощью пакета статистических программ – Excel и Statgrafics.

Математические модели (уравнения регрессии) являются завершающим этапом многофакторных экспериментов. Модели не только помогают выявить эффекты и их значимость, но и построить некоторый прогноз о влиянии факторов, применяемых в эксперименте в заданном для них диапазоне.

Оценка влияния экскреторной деятельности лося проводилась методом сравнительного анализа физико-химических свойств почвы под разложением экскрементов и почвы на контрольном участке.

Лабораторные анализы физических и агрохимических показателей почв проводились в аккредитованной испытательной лаборатории Федерального государственного учреждения государственного центра агрохимической службы «Вологодский».

В связи с вышеизложенным, целью данных исследований являлась оценка влияния органического вещества в виде экскрементов лося на динамику почвенных показателей в период разложения в условиях эксперимента.

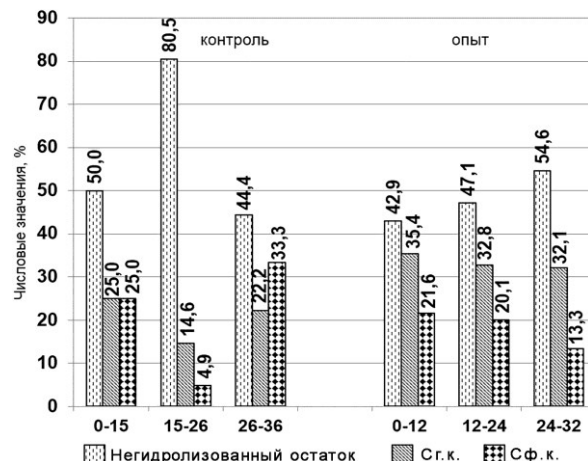
Ранее нами было выявлено, что содержание гумуса в верхнем горизонте уменьшается после рубки леса и на первых стадиях его возобновления, также происходит нарушение баланса углеродсодержащих веществ в результате повышения количества водорастворимых (рН) продуктов распада и минерализации подстилок [10; 11]. Вырубка древостоя повлияла на снижение углерода в двух верхних горизонтах. Так, например, в горизонте 0–15 см  $C_{\text{общ}}$  снизилось на 71%. Возможно, это связано с изъятием органического вещества в виде древостоя, что впоследствии снизило количество содержания общего углерода в почве.

#### Эксперимент в полевых условиях.

Известно, что наиболее интенсивное разложение и минерализация большинства органических остатков происходят на протяжении 6 месяцев в аэробных условиях при оптимальной для микроорганизмов влажности и температуре [20]. Зимние экскременты лося способны разлагаться на протяжении 3 лет, но наиболее интенсивное внесение гумуса и его составляющих наблюдается в первый год, затем повышение содержания происходит с меньшей скоростью и не так интенсивно. После месячного разложения экскрементов содержание гумуса в верхнем горизонте 0–15 см увеличилось незначительно – всего на 0,6%, но уже через 6 месяцев содержание органического вещества повысилось на 0,21%. В нижних горизонтах нами также наблюдалось увеличение содержания органического вещества, особенно существенное повышение содержания данного почвенного параметра было обнаружено в горизонте 12–24 см, что, возможно, связано с процессом промывания органического вещества при разложении экскрементов из верхних горизонтов в нижние. При внесении экскрементов лося через месяц содержание  $C_{\text{общ}}$  увеличилось на 12%. Через 6 месяцев разложения экскрементов повышение содержания общего углерода продолжает повышаться (рис. 1).

Уже через 6 месяцев наблюдается повышение содержания углерода гуминовых кислот на 14,2%. Повышение в верхнем горизонте  $C_{\text{г.к.}}$  – хорошая тенденция, т.к. гуминовые кислоты стабилизируют ор-

ганическое вещество в коре выветривания, предохраняя от минерализации. Повышение содержания углерода фульвокислот также происходит в среднем изучаемом горизонте 12–24 см. В других горизонтах (0–12 и 24–32 см) содержание углерода фульвокислот снижается, что положительно влияет на сохранение минеральной части почвы, оказывается меньшее воздействие по сравнению с контролем.



**Рисунок 1** – Содержание негидролизованного остатка, углерода гуминовых и фульвокислот на вырубках (в %) после сплошных рубок ельника кисличного, контроль – почва без экскрементов; опыт – почва с разлагающимися экскрементами

Содержание компонентов агрохимического комплекса имеет способность к росту на протяжении всего периода разложения. Повышение содержания нитратного азота, фосфата и калия через 6 месяцев наблюдается, в основном, в самом верхнем горизонте (рис. 2).

Выявлено повышение содержания нитратного азота в верхнем горизонте 0–12 см через 1 месяц на 7,4%, а уже через 6 месяцев на 15,9% (рис. 4, а), содержание фосфатов и калия также увеличивается по степени по мере разложения экскрементов. Так, содержание  $P_2O_5^-$  через 1 месяц увеличилось на 8,4%, через 6 месяцев на 13,3% (рис. 4, б), содержание калия возросло через месяц на 6,9%, через 6 месяцев на 11,4% относительно контроля (рис. 4, в).

#### Лабораторный эксперимент.

В результате разложения экскрементов лося в лабораторных условиях на разных по гранулометрическому составу почвах – суглинках и супесях – нами были построены уравнения регрессии (табл. 2), которые помогли выявить влияние взаимодействующих факторов на содержание общего углерода и углерода гуминовых и фульвокислот.

На содержание общего углерода в суглинистой почве самое значительное влияние оказывает взаимодействие 200 г (min) экскрементов с 50 мл (min) полива. Такое взаимодействие вызывает повышение содержания  $C_{\text{общ}}$  на 75%, максимальное снижение содержания общего углерода (на 65%) зафиксировано после 6 месяцев (max) разложения экскрементов под регулярным воздействием максимальной (max) нормы полива (по 200 мл раз в неделю).

Максимальное повышение содержания  $C_{\text{общ}}$  (на 96,3%) в супесчаной почве вызывает взаимодействие максимального значения (max) (200 г) экскрементов с минимальным значением (min) полива (50 мл).

Максимальное снижение содержания  $C_{общ.}$  (91,3%) происходит при разложении 50 г экскрементов в течение 1 месяца.

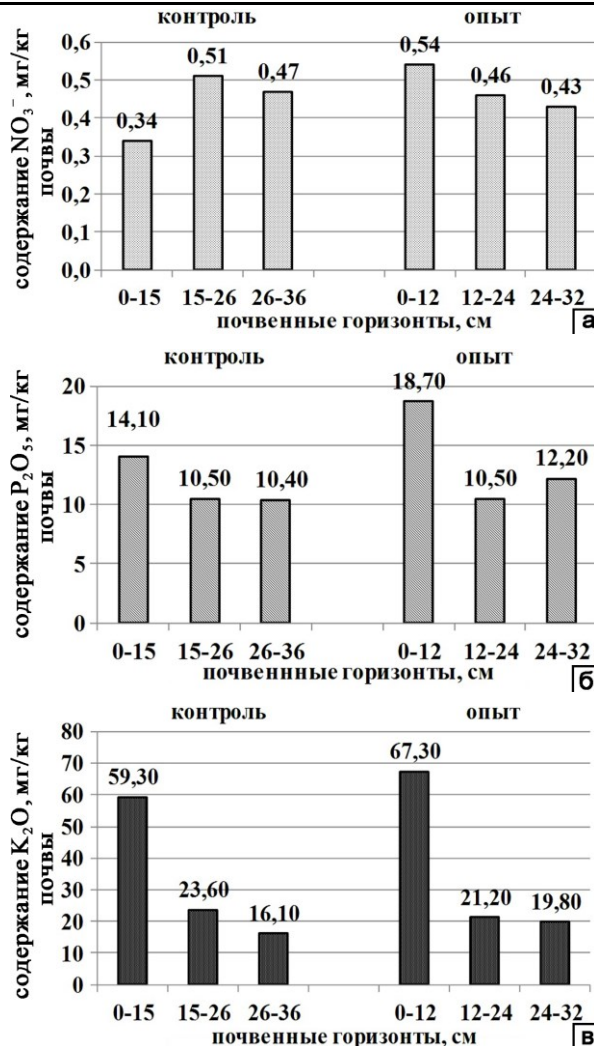
Таким образом, на эффективность выщелачивания общего углерода (повышение содержания) в разных типах почвы наибольшее влияние оказывает количество органики и умеренное увлажнение. Очевидно, эти условия и являются идеальными для общего углерода. Негативно на  $C_{общ.}$ , тем самым снижая его количество в разных по гранулометрическому составу почвах, влияют разные факторы. В суглинистой почве содержание общего углерода снизилось под воздействием большого количества воды, пролитой за длительный период. Скорее всего, в таких условиях произошло вымывание образовавшегося в процессе разложения  $C_{общ.}$  из почвы. Анализ показал, что в этой группе эксперимента содержание  $C_{общ.}$  было ниже по сравнению не только с другой группой экспериментов, но и контроля, то есть почвы, не применяемой в эксперименте на 12%. Для  $C_{общ.}$  в супесчаной почве негативным оказалось разложение малого количества экскрементов и недостаток времени. В таких условиях экскременты просто не успели разложиться, что вызвало снижение содержания общего углерода в эксперименте.

Максимальное снижение углерода гуминовых кислот на суглинистой и супесчаной почвах имеет схожую тенденцию, так как происходит при взаимодействии одних и тех же факторов и их значениях. Наибольшее снижение содержания Сг.к. на суглинках на 98,6% и на супесях на 107,3% происходит при взаимодействии 10 г (min) экскрементов с 50 мл (min) воды. Максимальное увеличение содержания Сг.к. на суглинистой почве (на 87,3%) вызвано разложением 200 г экскрементов под воздействием 50 мл дистиллированной воды. Максимальное повышение Сг.к. (на 118,2%) на супеси происходит, наоборот, при регулярном проливе 10 г экскрементов 200 мл воды.

**Таблица 2** – Уравнение регрессии динамики содержания общего углерода, углерода гуминовых и фульвокислот

Экскременты зимние на суглинке	Собщ. = $2,4 + 0,7 E_x - 0,1 Pol + 0,02 Vr - 0,1 ExPol + 0,02 ExVr - 0,7 PolVr$	$R^2 = 90,4\%$
	Сг.к. = $7,1 + 1,6 E_x + 0,2 Pol + 0,2 Vr - 1,7 ExPol - 0,1 ExVr - 1,9 PolVr$	$R^2 = 89,1\%$
	Сф.к. = $14,8 + 1,2 E_x + 0,8 Pol - 0,03 Vr + 3,2 ExPol + 3,8 ExVr + 3,6 PolVr$	$R^2 = 84,2\%$
Экскременты зимние на супеси	Собщ. = $1,6 + 0,6 E_x - 0,07 Pol + 0,08 Vr - 0,1 ExPol - 0,05 ExVr - 0,12 PolVr$	$R^2 = 92,9\%$
	Сг.к. = $11 - 0,3 E_x + 3,8 Pol + 0,3 Vr - 2,4 ExPol - 4,7 ExVr + 1,2 PolVr$	$R^2 = 96,0\%$
	Сф.к. = $12 - 1,8 E_x - 3,7 Pol + 0,6 Vr + 4,2 ExPol + 4,1 ExVr + 1,8 PolVr$	$R^2 = 91,5\%$

Положительное влияние на повышение содержания углерода гуминовых кислот на более тяжелой почве (суглинке) происходит при разложении большого количества экскрементов, увлажненных небольшим, оптимальным для данного типа почвы увлажнением. На более легких почвах достаточно небольшое количество органического вещества, но оно должно постоянно увлажняться большим количеством воды, так как на супеси экскременты из растительных остатков быстро высыхают и не разлагаются. Снижение Сг.к. происходит при недостатке воды и влаги.



**Рисунок 2** – Компоненты агрохимического комплекса NPK в полевых экспериментах по разложению экскрементов лося на поверхности почвы:

- а) Динамика содержания нитратного азота (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>);
- б) Содержание фосфатов (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><sup>-</sup>);
- в) Содержание калия (K<sub>2</sub>O<sup>-</sup>)

разложении 10 г экскрементов при регулярном увлажнении их 200 мл воды раз в неделю.

#### Выводы.

В результате проведенных экспериментов нами было выявлено, что экскреторный вид деятельности имеет основные формы участия животных в почвообразовании путем поступления органического вещества в почву, что влечет обогащение почвы углеродом гумусовых веществ ( $C_{\text{общ.}}$ ,  $C_{\text{г.к.}}$ ,  $C_{\text{ф.к.}}$ ), комплексом НРК, минеральными веществами. Это способствует изменению химического состава почвы, катализации биологической активности почв, обогащению почв сапротитной фауной, что особенно важно для территорий, подверженных интенсивному антропогенному влиянию, которым является лесозаготовительная деятельность. Разложение экскрементов в полевых условиях может происходить медленнее и не так интенсивно, как в лабораторных, что связано с оптимальными, благоприятными и постоянными условиями микроклимата в помещении. Таким образом, зимние экскременты могут разлагаться в природе до 3 лет, в отличие от лабораторного типа разложения в течение 1 года. При этом наиболее эффективным и показательным периодом разложения в лабораторных условиях является 6 месяцев от начала эксперимента. Разложение и минерализация органического вещества в разных типах почв происходит индивидуально и полностью зависит от типа гранулометрического состава, микроусловий и времени разложений. Как показал эксперимент, интенсивнее разложение органического вещества происходит в более легких по гранулометрическому составу почвах – супесях. При этом и промывная способность этих почв лучше, то есть промывание из верхних в более нижние горизонты почвы, полученных при разложении веществ, происходит быстрее, чего нельзя сказать о тяжелых почвах – суглинках.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Пахомов А.Е. Биогеоэкологическая роль млекопитающих в почвообразовательных процессах степных лесов Украины. Д.: ДГУ. В 2 томах. Т. 1. 232 с.; Т. 2. 216 с., 1998.
2. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л.: Из-во Наука, 1980. 387 с.
3. Ходашова К.С., Елисеева В.И. Участие позвоночных животных – потребителей веточных кормов в круговороте веществ в лесостепных дубравах // Материалы совещ. по структуре и функциональной роли животного населения суши. М.: Наука, 1967. С. 81–84.
4. Иванова Г.М. Усвоение органического вещества зимнего корма лосями // Копытные фауны СССР. М.: Наука, 1975. С. 172–173.
5. Абатуров Б.Д. Почвообразующая роль животных в биосфере // Биосфера и почвы. М.: Наука, 1976. С. 53–69.
6. Булахов В.Л., Пахомов А.Е. Влияние экскреторной деятельности копытных на интенсивность выделения почвой  $CO_2$  в лесных биогеоценозах Присамарья // Антропогенные воздействия на лесные экосистемы степной зоны. Д.: ДГУ, 1990. С. 119–127.
7. Булахов В.Л., Пахомов А.Е. Роль экскреторной деятельности млекопитающих в развитии микрофлоры

почв пойменных дубрав Присамарья // Вопр. степного лесоведения: межвуз. сб. науч. тр. Д.: ДГУ, 1997. Вып. 1. С. 126–134.

8. Пилипко Е.Н. О динамике выщелачивания химических элементов в процессе разложения экскреций *Alces Alces* (Mammalia, Artiodactyla.) в эксперименте // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. Донець: РВВ ДНУ, 2003. С. 212–226.

9. Пилипко Е.Н. Динамика содержания комплекса НРК в результате разложения экскрементов лося (*Alces alces* (L., 1758) в различных по гранулометрическому составу почвах // ИВУЗ. «Лесной журнал». Научный журнал. 6/342, САФУ им. М.В. Ломоносова, 2014. С. 47–54.

10. Пилипко Е.Н. Сравнительная характеристика динамики компонентов органического вещества в почвах // Научное обозрение. 2015. № 1. С. 33–37.

11. Пилипко Е.Н. Динамика гумусного состояния почвы на вырубках таежной зоны // Научная жизнь. 2016. № 8. С. 79–89.

12. Brosard M., Laurent J.I. Matiere organiques et minerales de stockage du phosphore dans un vertisol // Can. ORSTOM. Ser. Pedol. 1988. V. 24. № 4. P. 347–349.

13. Firbas F., Liske K., Shpringer D. Die Vegetation-entwicklung des mitteleuropaischen Spatglazials // Bibl. Botan. 1935. P. 112.

14. Flaig. W. Chemical composition and physical properties of humic substances. «Studies about gumus. Transact. of the Intern. symp. «Humus et planta, IV», Prague, 1967. P. 81–112.

15. Fog K. The effect of added nitrogen on the rate of decomposition of organic matter // Biol. Rev. 1988. V. 63. P. 433–463.

16. Kabata-Pendias A. Effects of inorganic air pollutants on the chemical balance of agricultural ecosystems, paper presented at United Nations – ECE Symp on Effects of Air-borne Pollution on Vegetation, Warsaw. August 20, 1979. 134 p.

17. Mockeridge F. The occurrence and nature of plant growth – promoting substances in various organic manurial compass // J. Biochem. 1924. V. 14. 432 p.; V. 18. 550 p.

18. Olsen C. On the influence of humus substances on the growth of green plants in water culture. Compt. Rend. Lab. Carlsberg, 18, 1930. P. 1.

19. Stevenson F.J. Humus hemistri. Genesis – composition. Copyright. (By John Wiley, Sons). 1982. 443 p.

20. Кононова М.М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. М.: Изд-во Академии Наук СССР, 1951. 300 с.

21. Сафонов А.П. Состав негидролизуемого остатка гумусообразователей и его роль в формировании гумусовых кислот почв // Органическое вещество почв и методы исследований. Л.: Изд-во ЛСХИ, 1990. С. 21–29.

22. Дергачева М.И. Система гумусовых веществ почв. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1989. 109 с.

23. Дюк В.А. Обработка данных на ПК в примерах. СПб.: Питер, 1997. 240 с.

24. Налимов В.В. Теория эксперимента. М.: Наука, 1971. 207 с.

## THE ANALYSIS OF PHYTOPHAGOUS MAMMALS' EXCRETORY ACTIVITY IN FOREST ECOSYSTEMS

© 2017

**Pilipko Yelena Nikolaevna**, candidate of biological sciences, associate professor of Forestry Department  
*Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy (Vologda, Russian Federation)*

*Abstract.* In this paper the author considers the excretory activity as one of zoocenosis environment-transforming activity types. The paper presents the results of experimental data on the effect of phytophagous animals' excreta on the soil-forming processes through adding organic substances to the soil in the process of decomposing the undigested plant residues. The organic substance (humus) is a source of mineral elements necessary for plant organisms. The value of phytophagous animals' excreta is in their peculiar properties such as high content of humic acids performing a number of important functions in the biosphere. In this paper one of these functions – accumulative – has been considered. Decomposition of the organic substance in the form of the excreta of the elk (*Alces alces*, L.) as the largest phytophagous animal of the north-west proceeded in the course of the experiment in natural and laboratory conditions. Anthropogenically disturbed areas of the Vologda Region have been chosen as natural conditions. The excreta decomposition took place on medium-loamy and strongly podzolic soils on the cutting site after clear felling in the sorrel spruce forest. In laboratory conditions the experiments on excreta decomposition have been carried out in microlysimeters. Thereby we have chosen the three factor experiment with subsequent developing mathematical models (regression equations). We have used the winter variety of the elk's excreta which differs in composition from the summer variety. Winter excreta appear as a result of digesting the coarse woody feeds. In the paper the results of the research on the group composition of humus and agrochemical NPK-complex have been given. As a result of decomposition it has been revealed that the content of the humus components under study and NPK have been influenced by the size of particles in the soil, microconditions and the time of organic substance decomposition.

*Keywords:* zoocenosis; phytophagous animals; excreta; humus; aggregate carbon; carbon of humic and fulvic acids; unhydrolyzed remainder; NPK-complex; nitrates; phosphates; potassium; field and laboratory experiment; microlysimeters; anthropogenic load; cutting sites; three factor experiment; regression equation; loamy soils; loamy sands.

УДК 574.34

## ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА И СУРОВОСТИ КЛИМАТА НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ ЛИСИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*VULPES VULPES*)

© 2017

**Склюев Валерий Витальевич**, кандидат биологических наук, декан химико-биологического факультета  
**Склюева Ольга Александровна**, аспирант кафедры экологии и охраны окружающей среды  
*Самарская государственная областная академия (Наяновой) (г. Самара, Российская Федерация)*

*Аннотация.* Одним из способов приспособления к изменяющимся параметрам внешней среды являются поведенческие адаптации. В работе приведены данные по применению показателя жесткости погоды по Г. Бодману в экологических исследованиях. Описаны поведенческие особенности активности лисицы обыкновенной (*Vulpes vulpes*, Linnaeus, 1758) в зависимости от величины снежного покрова и суровости климата на примере территории Красноармейского района Самарской области. При относительно небольшой отрицательной температуре, но достаточно большой скорости ветра теплопотери животного будут выше, чем при большой отрицательной температуре в безветренную погоду. В литературе (Формозов А.Н. 1946 [1], 1990 [2]) есть указания на возможность использования показателя жесткости погоды, определяющего условия, способствующие обморожению [2; 3]. Он определяется низкой температурой воздуха и скоростью ветра, особенно влияющими на охлаждение объектов, которые обладают избыточным теплом по сравнению с окружающей средой. Однако в этом же источнике [2; 3] автор (Формозов А.Н.) не мог использовать данный показатель в связи с достаточно большими отклонениями как по скорости ветра (определяющее значение), так и по температуре на исследуемой им территории, так как даже на одной местности существует несоответствие с данными метеостанций, расположенных удаленно друг от друга, а самостоятельных измерений в исследуемых биотопах автор не проводил [1–3]. Вместе с тем отмечается и чрезвычайная важность фактора снежности – как мощного элемента среды, отсеивающего жизненные формы, пригодные или непригодные к существованию в обширных областях со снежной зимой [1–3], затрудняющего движение, доступ к кормам. Снежный покров вызывает сезонные миграции у одних форм или сезонную изменчивость режима питания (переход на корма, находящиеся над снегом) – у других.

*Ключевые слова:* показатель жесткости погоды; суровость климата; снежный покров; экологические исследования; лисица обыкновенная (*Vulpes vulpes*); поведенческая активность; поведенческие адаптации; показатель Бодмана; зимние тропления следов млекопитающих; экологическая пластичность.

*Цель работы*  
Определение влияния фактора снежности на поведенческие адаптации лисицы обыкновенной (*Vul-*

*pes vulpes*), рассмотрение возможности применения показателя жесткости погоды в экологических исследованиях.