

ПОЧВООБРАЗУЮЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ВЫНОСЯЩЕЙ (ПЕРЕОТЛОЖНОЙ) ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КРОТА ЕВРОПЕЙСКОГО (*TALPA EUROPAEA*, L) В ТАЕЖНОМ БИОГЕОЦЕНОЗЕ

Е.Н. Пилипко^{1*}, Н.Н. Харченко², В.С. Вернодубенко¹

¹ Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, Вологда;

² Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж

* Эл. почта: Karlovna@ukr.net

Статья поступила в редакцию 01.08.2020; принята к печати 07.12.2020

Кротовые выбросы (кротовины) представляют собой перемешанные поверхностные слои почвы, в которых наблюдается положительная динамика основных физико-химических свойств почвы – снижение плотности, влажности, кислотности и увеличение содержания органического вещества (гумуса), особенно в первые 3 месяца после образования выбросов. В результате исследований были определены наиболее предпочитаемые для крота европейского (*Talpa europaea*) биогеоценозы Вологодской области. Наиболее заселенными оказались лесные биогеоценозы с влажными участками на опушках леса и на пограничных лесных территориях. Также крот предпочитает смешанные молодняки на вырубках. Одним из лимитирующих факторов выносящей деятельности крота является гранулометрический состав почвы. Выявлено, что крот охотнее осваивает территории с легкими и средними суглинками, в то время как на участках с более легкими супесчаными и тяжелыми суглинистыми почвами активность крота снижается. Получены данные о площади повреждений кротом почвенного покрова в разных лесных биоценозах. Одним из положительных факторов деятельности крота является создание благоприятных условий для восстановления растительных сообществ на антропогенно-нарушенных территориях (вырубках) в результате качественных улучшений физико-химических свойств почвы.

Ключевые слова: крот европейский, средообразующая деятельность, выносящая (переотложная) деятельность, гумус.

THE SOIL-FORMING SIGNIFICANCE OF THE EXCAVATING (REDEPOSITING) ACTIVITY OF THE EUROPEAN MOLE (*TALPA EUROPAEA*, L) IN A TAIGA BIOGEOCENOSIS

Ye.N. Pilipko^{1*}, N.N. Kharchenko², V.S. Vernodubenko¹

¹ Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereschagin (Vologda) and ² Voronezh State Forestry University named after G.N. Morozov (Voronezh), Russia

* E-mail: Karlovna@ukr.net

The soil discharges made by moles (molehills) consist of mixed superficial soil layers where the main physicochemical parameters of soil show beneficial changes, including reduced density, moisture and acidity and increased humus content, especially during the first three months after molehill formation. In the present study, the biocenoses most preferred by the European mole (*Talpa europaea*, L) in Vologda Region have been determined. Most avidly inhabited by moles were moistened areas at forest edges and mixed young growths on glades. A limiting factor of the excavating activity of moles is soil grain-size composition. Moles prefer light and middle-density loams where its activity is high than in areas with light sandy loams and heavy loams. Data on the areas modified by moles in different sylvan biocenoses have been obtained. A positive effect of mole activities is facilitating the beneficial conditions for the restoration of plant communities destroyed by deforestation.

Keywords: European mole, soil transformation, excavating activity, humus.

Введение

Млекопитающие, обитающие в разных биогеоценозах, играют специфические роли в формировании консортивных биогеоценологических и межэкосистемных связей [10–13, 33, 34, 36]. Норная деятельность мелких млекопитающих (грызуны и насекомоядные) относится к механическому типу воздействия, рою-

щему классу, пронизывающему или выносящему (переотложному) виду деятельности [11].

Крот обыкновенный (*Talpa europaea*, L) – типичный геобионт, передвигающийся в основном по норной системе в почве в местах высокой концентрации насекомых, которыми он питается [22–26]. По результатам средообразующей деятельности крот отличается

от остальных представителей насекомоядных и от мышевидных грызунов не просто прокладкой норной сети, но и образованием почвенных выбросов и приповерхностных тоннелей (ходовых валиков).

Рядом исследователей описаны роющая деятельность крота и ее последствия для компонентов лесных экосистем широколиственных лесов и в степной зоне России и Украины [1, 2, 4–6, 14–16]. Настоящее исследование восполняет недостаток внимания к антропогенно-нарушенным таежным биогеоценозам Северо-Запада.

Объект и методы исследования

Нами рассматривалась не норная сеть как самостоятельный элемент лесного биогеоценоза, а побочный эффект ее образования – почвенные выбросы. Роющая деятельность крота обыкновенного определялась путем закладки круговых реласкопических площадок площадью 10 м² ($R = 1,78$ м), расположенных друг от друга на расстоянии 5 м. Число площадок зависит от типа и площади всего пробного участка, но площадь учета должна составлять не менее 3% всей его площади.

В период с 2012 по 2016 год в весенне-летне-осенний периоды в разных биогеоценозах были проведены исследования активности крота и физико-химических параметров вынутой им почвы. Зимой активность зверька и масштаб пороев не исследовались, также не отбирались пробы почвы для лабораторного анализа. Таким образом, при исследовании активности крота в учеты весеннего сезона автоматически входили и зимние повреждения почвы зверьком.

В мае 2012 года на пробных площадках были отмечены имеющиеся выбросы, а в мае 2013-го были обмеряны новые выбросы. Были отмечены несколько свежих выбросов и далее периодически отбирали в них почвенные пробы для исследований на физико-химические параметры почвы в зависимости от возраста пороев по классификации А.Е. Пахомова [11]: свежие – до 1 месяца, средние – от 4 до 6 месяцев и старые – от 12 месяцев и больше.

Масштаб повреждений (см²) рассчитывался по формулам: площадь $S = \pi Rr$, где R – большая полуось, r – малая полуось основания выброса; объем $V = 1/3 \times S \times h$, где S – площадь основания выброса, h – высота выброса.

Обработку и подготовку образцов почвы к исследованиям проводили по А.Н. Орлову [9] и Е.В. Ариуншиной [3]. Анализ почвы проводился в Федеральном государственном учреждении государственного центра агрохимической службы «Вологодский» в аккредитованной испытательной лаборатории. Полевую плотность почвы и естественную влажность определяли по Н.А. Качинскому [7], содержание гумуса – по И.В. Тюрина [3]. При статистической обработке результатов исследования применялось учебное пособие Р.С. Хамитова [21].

Результаты и обсуждение

Разные виды животных-почвороев имеют годичную активность, свойственную только для конкретного биотопа. Показатель активности деятельности почвороев эквивалентен масштабу выбросов зверьком почвы за 1 год. Нами рассмотрена годичная активность крота (*Talpa europaea*, L) для разных групп биогеоценозов, как почвороя-пионера в лесных биогеоценозах и в молодых смешанных лиственно-хвойных молодняках на вырубках (см. табл.).

Масштаб кротовин в смешанных молодняках, образованных на вырубках, достоверно выше ($p < 0,01$ по критерию Стьюдента), чем в возрастных лесных биогеоценозах на всех почвах, кроме слабоподзолистых на свежих песках.

В биогеоценозах, чрезмерно сухих или, наоборот, болотистых, а также в местах с супесчаной почвой количество пороев сравнительно низкое. Также некоторые закономерности есть в объеме пороев: на суглинистых почвах бугорки крупнее, чем на супесях. Наиболее предпочитаемыми биогеоценозами для крота оказались смешанные лиственно-хвойные молодняки. Из всех рассматриваемых биогеоценозов наибольшая площадь под выбросами (63,5 м²/га) при объеме (6,1 м³/га) выявлены в березняке долгомошно-сфагновом на сильноподзолистых суглинках. В супесчаных почвах, преимущественно в сосновых типах леса, интенсивность деятельности *Talpa europaea* была низкой, что связано с легким гранулометрическим составом супесчаных почв, осыпающихся при строительстве норных тоннелей. Так, самая минимальная площадь выбросов (10,6 м²/га) и объем кротовин (0,4 м³/га) зафиксированы в 120-летнем сосняке черничном с свежими, сильноподзолистыми почвами на рыхлых песках.

Превышение площади выбросов и размеров кротовин в смешанных молодняках может быть связано с тем, что корневая система молодых деревьев еще недостаточно развита, а значит, занимает незначительный объем в почвенном горизонте, в отличие от лесов в возрасте 60–120 лет. В молодняках животным-норникам прокладывать ходы легче, поэтому крот прокладывает более обширную норную сеть, в результате чего больший объем почвы выбрасывается на поверхность. С другой стороны, почвенные выбросы (кротовины) из супесчаной почвы по сравнению с суглинками недолговечны по причине быстрой осыпаемости и легкой промываемости супеси под действием осадков.

Отмечены сезонные особенности активности крота. В ельнике кисличном, черничном и приручейно-крупнотравном, не подверженным рубкам, активность наблюдается в весенний и летний периоды. В сосняках активность рытья не имеет четкой тенденции. На территории зарастающих вырубков наибольшая активность приурочена в основном к весеннему сезону, что может быть связано с быстротой солнечного прогре-

Масштаб выносящей (переотложной) деятельности крота обыкновенного (*Talpa europaea*, L) в различных биогеоценозах*

Тип леса	Возраст, лет	Тип почвы по гранулометрическому составу	S (м ² /га)**	V (м ³ /га)**	Число кротовин в расчете на 1 га
Ельник кисличный	70–80	Дерново-среднеподзолистые легкосуглинистые	28,7 ± 3,5	2,2 ± 0,6	409
Осинники кислично-широколистравные	10		50,2 ± 11,0	3,7 ± 1,2	636
Ельник черничный свежий	80–90	Сильноподзолистые суглинистые	28,3 ± 12,1	2,5 ± 1,7	773
Березняки долгомошно-сфагновые	12		63,5 ± 15,4	6,1 ± 2,1	591
Ельник приручейно-крупнотравный	75–80	Торфяно-подзолистые глеевые суглинистые	22,6 ± 5,4	1,5 ± 0,6	836
Осинники приручейно-крупнотравные	12		32,2 ± 7,6	2,4 ± 0,9	717
Сосняк черничный	120	Свежие, сильноподзолистые на рыхлых песках	10,6 ± 1,8	0,4 ± 0,1	910
Осинники чернично-мелкотравные	9		25,6 ± 7,7	2 ± 1	770
Сосняк кисличный	90–110	Слабоподзолистые на свежих песках	14,1 ± 2,2	0,7 ± 0,2	836
Осинники кислично-мелкотравные	11		16 ± 4	0,9 ± 0,4	773

Примечания: * для каждого типа почвы в верхней строке указан тип леса, в нижней – смешанные лиственно-хвойные молодняки, образованные на территории вырубок, которым соответствует указанный тип леса; ** среднее ± ошибка среднего.

вания данных территорий по сравнению с лесными территориями, на которых в это время (март–апрель) еще нередко лежит снег. Летом активность крота на вырубках снижается из-за инсоляции, но в осинниках приручейно-крупнотравных активность крота в летний период, наоборот, возрастает.

Отмечено положительное влияние деятельности крота на полевую плотность почвы, которая снижается в среднем в 7 раз в суглинистой и в 10 раз в супесчаной почвах на глубину до 10, а иногда и до 40 см. Плотность корнеобитаемого слоя почвы оказывает прямое влияние на рост и развитие растений.

Естественная влажность в свежих почвенных выбросах на 0,5–1% выше, чем в контрольной почве. В кротовых выбросах до 6 месяцев влажность снижается на 0,37–1,74%. В старых пороях (от 1 года и более) влажность несколько превышала контроль (в

среднем на 0,42–0,89%) в суглинистых почвах. В супесчаных почвах влажность на выбросах не отличается от контроля. Разница в процентах полевой влажности зависит от гранулометрического состава почвы: чем он тяжелее, тем выше процент влажности после промачивания водой и медленнее просыхание и выветривание в последующие дни.

Млекопитающие-норники оказывают влияние на химические свойства почвы из-за переотложения почвенного материала, перемешивания почвенных слоев с разными показателями химических элементов и интенсификации разложения органических веществ под воздействием изменения физико-термического режима, что приводит к обогащению почвы гумусом.

Содержание гумуса выше в свежих выбросах в более тяжелых по гранулометрическому составу почвах (рис. 1).

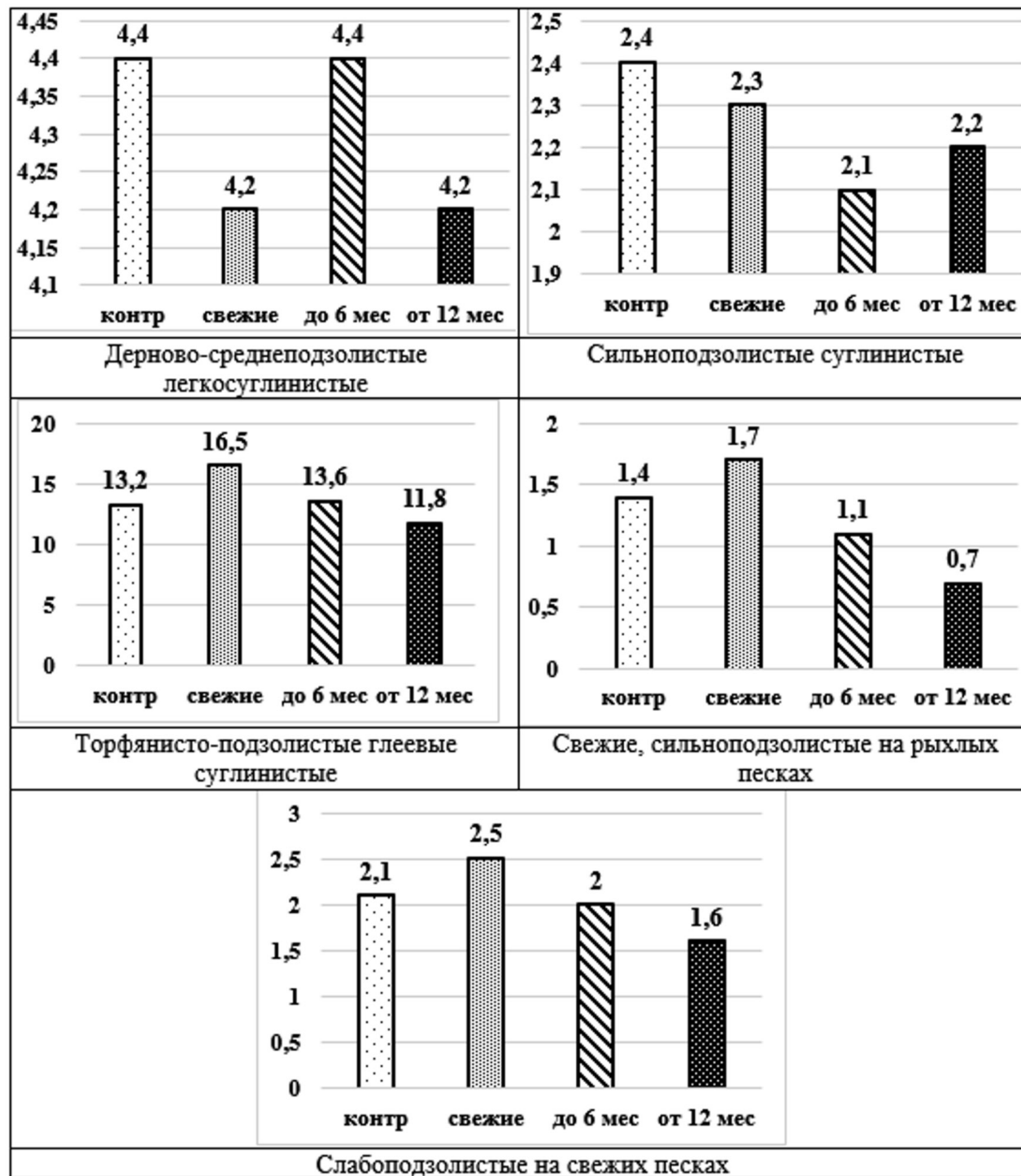


Рис. 1. Влияние роющей деятельности крота на содержание гумуса (%) в разных типах почв. Ось абсцисс – возраст кротовин, ось ординат – содержание гумуса в почвах

Со временем содержание органического вещества в выбросах снижается как в супесчаных, так и в суглинистых почвах. Это связано с тем, что почвенная органика, выносимая из богатых гумусов слоев почвы на ее поверхность в виде кротовых выбросов, под-

вержена влиянию внешних факторов. В Вологодской области одним из лимитирующих почвообразующих факторов является избыточное увлажнение, которое ведет к вымыванию гумуса вниз по почвенному профилю.

В целом, изменение содержания гумуса в выбросах на протяжении всего периода исследований, то есть от появления выброса (стадия свежие) до 12 месяцев и более (стадия среднего и старого выброса) меняется мало. Несущественная разница между контролем и свежими выбросами объясняется тем, что контрольные почвы для лабораторного анализа отбирались на глубину до 20 см в перемешанном виде, то есть без разделения на генетические горизонты, с целью максимального приближения условий контроля и опыта, так как, по многим литературным данным, крот роет норы чаще всего на глубину до 20 см, выбрасывая на поверхность почву в перемешанном виде.

Воздействие роющей деятельности млекопитающих на растительность начинается с появления первых выбросов почвы. Процесс перемешивания нескольких горизонтов, в том числе слоя с высоким содержанием органического вещества, положительно влияет на физико-химические свойства почвы, что в дальнейшем благоприятно сказывается на росте и развитии растений. Состав растений на выбросах землероев неоднороден. Известно зарастание выбросов злаками [27, 28, 32], кустарниками, полукустарниками [30], а также деревьями: сосной [31], пихтой [29, 35] и, по нашим данным, сосной, елью, осиной и березой.

Начиная с работ А.Н. Формозова [17–20] и Е.М. Лавренко [8], сложилось представление о своеобразных сукцессиях растительности на выбросах животных: первоначально разрастаются сорные растения, характерные для участков с нарушенным почвенным покровом, а затем идет постепенная замена их типичными для данной зоны представителями злаков и разнотравья. Со временем эти растительные сообщества сменяют древесно-кустарниковые представители биогеоценоза.

Роющая деятельность крота в биогеоценозах разных географических зон существенно различается в одних показателях и демонстрирует одинаковые тенденции в других. Масштаб кротовин в степных лесах в среднем в 2–2,5 раза больше, чем в таежных биогеоценозах. Так, по нашим данным, максимальное количество кротовых выбросов (910 на 1 га) зафиксировано в сосняке черничном на свежих, сильноподзолистых рыхлых песках, а в степных лесах наибольшее число выбросов (2863 на 1 га) выявлено в пойменных дубравах на серых лесных почвах [13]. В степных лесах, как и в таежных, крот отдает предпочтение свежим и влажным местообитаниям. Размер кротовин в степных биогеоценозах гораздо больше, чем в лесных. Площадь свежих выбросов крота в степной зоне 530 см², а иногда и больше, что значительно превышает площадь и наиболее крупных кротовин таежных биогеоценозов Северо-Запада.

Выброшенный на поверхность почвенный материал в несколько раз менее плотный, чем верхний 10-сан-

тиметровый почвенный горизонт в контроле [11]. По данным А.Е. Пахомова, плотность почвы в кротовых выбросах ниже, чем в контрольных почвах, примерно в 1,3 раза. Как и в таежных биогеоценозах, в тяжелых суглинистых почвах на плакоре степной зоны количество кротовин и их объем несколько выше, чем в супесях на арене. Изменение химических свойств в почвах под влиянием роющей деятельности крота неоднородно. Несмотря на то что в почвах степных лесов при пересчете на 1 га существенных отличий содержания гумуса под кротовинами и без них (контроль) не выявлено, средообразующая деятельность крота очевидна и заключается в перемешивании гумусовых слоев со слоями с низким содержанием гумуса.

В лесных биогеоценозах под воздействием абиотических и биотических факторов кротовые выбросы постепенно разрушаются и сравниваются с землей, обогащаются гумусом и зарастают растительностью. Этот процесс положительно влияет на лесную экосистему в отличие от степных и луговых биогеоценозов, в которых просохшие кротовые холмики заселяются муравьями и со временем становятся высокими спрессованными кочками.

Заключение

Средообразующая роль крота европейского рассматривается не однозначно. В агроценозах и частных огородных хозяйствах крот воспринимается преимущественно как вредитель и подвергается интенсивному уничтожению. Прокладывая ходы, крот способен подрывать корни плодовых деревьев и кустарников. А огородные растения крот зачастую перемешивает вместе с почвой, при этом масштаб роющей деятельности крота на открытых территориях впечатляет. Также крот наносит ущерб садам и огородам, уничтожая полезных дождевых червей и лягушек. Даже после миграции крота с участка в его норной системе поселяются другие виды мелких млекопитающих, например, полевки, которые продолжают наносить вред.

Но в естественных лесных биогеоценозах роющая, рыхлительная и выносящая (переотложная) деятельность крота способствует круговороту элементов, улучшающему характеристики почвы. Несмотря на незначительное отличие содержания гумуса в кротовых выбросах и в контрольных почвах, лимитирующим фактором остается процесс взрыхления почвы и равномерное распределение в ней органического вещества. Таким образом, вынося на поверхность даже небольшие по массе точечные перемешанные почвенные слои, крот может оказывать существенное положительное влияние на физико-химические параметры почвы, способствуя в дальнейшем лесовосстановлению. Особенно ценной роль крота, с учетом масштаба переложения почвы, может быть в антропогенно-нарушенных экосистемах после лесозаготовительной деятельности.

Литература

Список русскоязычной литературы

1. Абатуров БД. Влияние роющей деятельности крота (*Talpa europaea* L.) на круговорот веществ в лесном биогеоценозе. Докл АН СССР. 1966;168(4):935-937.
2. Абатуров БД, Бязрова ЕА. Значение роющей деятельности крота в широколиственном лесу. Лесоведение. 1967;(3):44-59.
3. Аринушкина КВ. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ; 1970.
4. Бубличенко АГ. Разработка системы оценки биоразнообразия для интенсивной модели лесного хозяйства. Автореф... дисс. канд. биол. наук. Санкт-Петербург; 2005.
5. Булахов ВЛ. Влияние роющей деятельности крота на физикохимические свойства почв лесов степной зоны юго-востока УССР. Мат. V Всесоюз. совещ. по проблемам почвенной зоологии. Вильнюс; 1975. с. 85-7.
6. Быков АВ. Норная сеть мелких млекопитающих как биогеоценотическая составляющая почвенного яруса лесных экосистем. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Москва: Институт лесоведения РАН; 2005.
7. Качинский Н. А. Физика почв. М.; 1965;1:155-61;1970;2:88.
8. Лавренко ЕМ. Микрокомплексность и мозаичность растительного покрова степей как результат жизнедеятельности животных и растений. Тр. ботан. ин-та им. В.Л. Комарова АН СССР. Геоботаника. 1952;3(8):40-70.
9. Орлова АН. Электрометрическое определение или определение рН с помощью рН-метров. В кн.: Пособие по проведению анализов почв и составлению агрохимических картограмм. М.: Россельхозиздат; 1969. с. 53-71.
10. Пахомов АЕ. Влияние роющей деятельности крота на перераспределение микроэлементов в пойменных лесных биогеоценозах степного Приднепровья. Проблемы почвенной зоологии: материалы 10-го Всесоюзного совещания. Новосибирск; 1991. с. 138.
11. Пахомов АЕ. Роющая деятельность млекопитающих как фактор стабилизации лесных почв. Экологія і медицина. 1998;(3):13.
12. Пахомов АЕ. Механический тип воздействия крота на эдафотоп как фактор изменения фиторазнообразия в пойменных степных лесах Присамарья Днепропетровского. Вісник Дніпропетровського університету: Біологія, екологія. 2003;11(2):137-40.
13. Пахомов АЕ, Булахов ВЛ, Бобылев ЮП. Характер, величина и масштабы роющей деятельности крота в долинных лесах степной Украины. В кн.: Охрана и рациональное использование защитных лесов степной зоны. Днепропетровск: ДГУ; 1987. с. 106-14.
14. Полушина НА. Роющая деятельность млекопитающих на полонинах Карпат. В кн.: Роль животных в функционировании экосистем. М.: Наука; 1975. с. 119-21.
15. Русаков ОС. О некоторых особенностях роющей деятельности крота. В кн.: Средообразующая деятельность животных. М.: МГУ; 1970. с. 78-9.
16. Скляр ГЕ. К вопросу о деятельности крота в почвах дерново-подзолистой зоны. Почвоведение. 1953; (8):51-7.
17. Формозов АН, Воронов АГ. Деятельность грызунов на пастбищах и сенокосных угодьях Западного Казахстана и ее хозяйственное значение. Ученые записки МГУ. 1939; (20):3-112.
18. Формозов АН, Кирис (Просвирина) ИБ. Деятельность грызунов на пастбищах и сенокосах. II. Наблюдения над грызунами – вредителями выгонов и сенокосов Южной Украины. Уч. записки МГУ. 1937;(13):59-70.
19. Формозов АН, Кирис (Просвирина) ИБ. Деятельность грызунов на пастбищах и сенокосах. III. Влияние общественной полевки *Microtus socialis* и некоторых других грызунов на растительность Кизлярского района Дагестанской АССР. Уч. записки МГУ. 1937; (6):70-3.
20. Формозов АН, Просвирина ИБ. К вопросу о взаимоотношениях грызунов на пастбищах и сенокосных угодьях. Бюлл Моск общ испыт природы Отд биол. 1935;44(2):82-9.
21. Хамитов РС, Авдеев ЮМ. Моделирование экосистем: Учебное пособие. Вологда: ИЦ ВГМ-ХА; 2011.
22. Харченко НН. Спектры жизненных форм норных зверей антропогенно трансформированных территорий центра Русской равнины. Лесной вестник. 2005(6);39-41.
23. Харченко НН. Структура, размеры поселений и индивидуальных участков норных зверей Среднего Подонья. Лесной вестник. 2003;(5):68-71.
24. Харченко НН. Экологические группы норных зверей центральной лесостепи и их реакции на хозяйственное освоение ландшафтов. Лесотехнический журнал ВГЛТУ. 2014;(2):94-104.
25. Харченко НН. Норные звери Среднего Подонья. Белгород-Воронеж: Изд-во БелГУ; 2002.
26. Юдин БС. Архитектура гнезда сибирского крота. Изв СО АН СССР. Биология; 1970;15 (5):98-103.

Общий список литературы/Reference List

1. Abaturov BD. [Influence of the burrowing activity of the mole (*Talpa europaea* L.) on the circulation of substances in a forest biogeocenosis]. Dokl AN SSSR. 1966;168(4):935-937. (In Russ.)
2. Abaturov BD, Biazrova YeA. [Significance of the mole burrowing activity in a broad-leaved forest]. Lesovedeniye; 1967;(3):44-59. (In Russ.)
3. Arinushkina KV. Rukovodstvo po Khimicheskomu Analizu Pochv. [Manual of the Chemical Analysis of Soils]. Mjscow: MGU; 1970. (In Russ.)
4. Bublichenko AG. [Development of a biodiversity assessment system for an intensive forestry model]. Candidate of Sciences Theses. Saint Petersburg; 2005. (In Russ.)
5. Bulakhov VL. [Influence of mole burrowing activity on the physical and chemical properties of forest soils in the steppe zone of the Southeast of the USSR]. In: Problemy Pochvennoy Zoologii. Vilnius; 1975a; p. 85-7. (In Russ.)
6. Bykov AV. [Burrowing network of small mammals as a biogeocenotic component of the soil layer of forest ecosystems]. PhD Theses. Moscow; 2005. (In Russ.)
7. Kachinskiy NA. [Fizika Pochv]. Moscow; 1965;1:155-61;1970;2:88. (In Russ.)
8. Lavrenko YeM. [Microcomplexity and mosaicity of vegetation cover of steppes as a result of animal and plant life]. Trudy Botanicheskogo Instituta imeni VL Komarova AN SSSR Geobotanika. 1952;3(8):40-70. (In Russ.)
9. Orlova AN. [Electrometric determination or the determination of pH using pH meters]. In: Posobie po Provedeniyu Analizov Pochv i Sostavleniyu Agrokhimicheskikh Kartogramm. Moscow: Rosselkhozizdat; 1969. p. 53-71. (In Russ.)
10. Pakhomov AYe. [The influence of the digging activity of moles for the redistribution of trace elements in floodplain forest biogeocoenoses of the steppe in Dnieper Region]. In: Probemy Pochevennoy Zoologii. Novosibirsk; 1991. p. 138. (In Russ.)
11. Pakhomov AYe. [Burrowing activity of mammals as a factor of forest soil stabilization]. Yekologiya i Meditsina. 1998;(3):13. (In Russ.)
12. Pahomov AYe. [The mechanical effect of the mole on the edaphotope as a factor of changes in phytodiversity in floodplain forests of the steppe of Prisamarja Dnieper]. Visnik Dnipropetrovs'kogo Universiteta Biologiya Yekologiya. 2003;11(2):137-40. (In Russ.)
13. Pakhomov AYe, Bulakhov VL, Bobyliov YuP. [The nature, size and scale of mole digging activity in the valley forests of steppe Ukraine]. In: Okhrana i Ratsionalnoye Ispolzovaniye Zashchitnykh Lesov Stepnoy Zony. Dnepropetrovsk: DGU; 1987. p. 106-14. (In Russ.)
14. Polushina NA. [The burrowing activity of mammals in the forest-free areas of upper Carpathians]. In: Rol Zhivotnykh v Funktsionirovanii Ekosistem. Moscow: Nauka; 1975. p. 119-21. (In Russ.)
15. Rusakov OS. [On some features of the mole's digging activity]. In: Sredoobrazuyushchaya Deyatel'nost Zhivotnykh. Moscow: MGU; 1970. p. 78-9. (In Russ.)
16. Skliarov GYe. [On mole activity in the soils of the sod-podzolic zone]. Pochvovedeniye.1953;(8):51-7. (In Russ.)
17. Formozov AN, Voronov AG. [Rodent activity in pastures and hayfields of Western Kazakhstan and its economic significance]. Uchebnye Zapiski MGU.1939;(20):3-112. (In Russ.)
18. Formozov AN, Kiris (Prosvirina) IB. [Activity of rodents on pastures and hayfields. II. Observations on rodents-pests of pastures and hayfields of southern Ukraine]. Uchenye Zapiski MGU.1937;(13):59-70. (In Russ.)
19. Formozov AN, Kiris (Prosvirina) IB. [Activity of rodents in pastures and hayfields. III. Influence of the social vole *Microtus socialis* and some other rodents on the vegetation of the Kizlyar district of the Dagestan ASSR]. Uchenye Zapiski MGU.1937;(6):70-3. (In Russ.)
20. Formozov AN, Prosvirina IB. [On the relationships of rodents in pastures and hayfields]. Byulleten Moskvjskogo Obschestva Ispytateley Prirody Oteleniye Biologii.1935;44(2):82-9. (In Russ.)
21. Khamitov RS, Avdeyev YuM. Modelirovaniye Ekosistem. Vologda: ITs VGMKhA, 2011. (In Russ.)
22. Kharchenko NN. [Spectrums of life forms of burrowing animals of anthropogenously transformed territories of the center of the Russian plain]. Lesnoy Vestnik. 2005;(6):39-41. (In Russ.)
23. Kharchenko NN. [Structure and size of settlements and of individual sites of burrowing animals of Middle Podonye]. Lesnoy Vestnik.2003;(5):68-71. (In Russ.)
24. Kharchenko NN. [Ecological groups of burrowing animals of the Central forest-steppe and their responses to the agricultural drainage of landscapes]. Lesotekhnicheskii Zhurnal VGLTU. 2014;(2):94-104. (In Russ.)
25. Kharchenko NN. Nornye Zveri Srednego Podon'ya. [Burrowing Animals of the Middle Podonye]. Belgorod-Voronezh: Izdatelstvo BelGu; 2002. (In Russ.)
26. Yudin BS. [Architecture of the Siberian mole's nest]. Izvestiya SO AN SSSR Biologiya. 1970;15(5):98-103. (In Russ.)
27. Bird RD. Biotic communities of aspen parklands of central Canada. Ecology. 1930;11(2):356-442.

28. Daubenmire RF. An ecological study of vegetation of the southeastern Washington and adjacent Idaho. *Ecol Monogr.* 1942;12:53-79.
29. Ellison L. The pocket gopher in relation to soil erosion on mountain range. *Ecology.* 1946;27(2): 101-14.
30. Ewing J. Plant succession on brush-prairie in Northeastern Minnesota. *J Ecol.* 1924;(12): 238-66.
31. Larrison EJ. Pocket gopher and ecological succession in the Wenas region of Washington. *Murrelet.* 1942; 23:34-41.
32. Laycock WA. The initial pattern of revegetation of pocket gopher mounds. *Ecology.* 1958;39(5):299-303.
33. Naiman RJ. Animal influences on ecosystem dynamic. *Bioscience.* 1998;38(11):750-3.
34. Remmert H. The mosaic cycle concept of ecosystem. In: H. Remmert, ed. *Ecological studies. Analysis and synthesis.* Berlin-Heidelberg: Springer; 1991. p. 1-21.
35. Tevis L. Pocket gophers and seedlings of red fir. *Ecology.* 1956;37(2):379-81.
36. Van der Maarel E. Some remarks on disturbance and its relations to diversity and stability *J Veget Sci.* 1993;4:733-6.

