

ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА ПИЛИПКО

кандидат биологических наук, доцент кафедры лесного хозяйства факультета агрономии и лесного хозяйства, Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина (Вологда, Российская Федерация)

Karlovna@ukr.net

## ВЛИЯНИЕ РОЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАБАНА *SUS SCROFA* (L.) НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЧВЫ ЕЛЬНИКА КИСЛИЧНОГО

Отмечена средопреобразующая роль кабана (*S. scrofa* L.) на некоторые параметры биогеоценоза посредством его роющей деятельности. Дана оценка влияния данной деятельности кабана на физико-химические параметры почвы. Были использованы стандартные методики маршрутного обследования, визуального исследования и анализ в лабораторных условиях почвенных проб. В результате исследований было выявлено, что роющая деятельность кабана способствует положительной динамике физико-химических и агрохимических показателей почвы, необходимых для эффективного роста и развития растительности, преимущественно травянистой и древесной. Так, в почве под свежими (до 1 месяца) пороями наблюдалось повышение содержания гумуса, подвижных форм фосфора и калия. Наряду с положительной динамикой химических свойств почвы наблюдается и положительное изменение физических почвенных качеств – снижение твердости почвы, повышение влажности и снижение кислотности почвы. Таким образом, семена растений, попадая во взрыхленную почву, обогащенную необходимыми питательными элементами, эффективнее прорастают и быстрее развиваются.

Ключевые слова: кабан (*Sus scrofa* L.), средопреобразующая роль, роющая деятельность, физико-химические свойства почвы, лесные экосистемы

### ВВЕДЕНИЕ

Экологическая устойчивость экосистем и нормальное их функционирование зависят от действия каждого биотического компонента, который своим существованием образует сложные биотические связи, формирующие структуру и процессы биогеоценоза. От биогеоценотической структуры и функционирования ее составляющих зависит общее состояние отдельных экосистем и естественной среды в целом.

Млекопитающие как элемент зооценоза являются высшей ступенью эволюционного процесса органического мира, который обуславливает их особую роль в формировании сложных консортивных, биогеоценотических и межэкосистемных связей.

Процессы почвообразования занимают важное место в общих проявлениях функционирования в наземных экосистемах. Почва как биокосная система биогеоценоза становится базовой функциональной основой в его образовании и существовании. Она играет чрезвычайно большую биосферную роль, представляет эколого-экономическую ценность и характеризуется значительной впечатлительностью. Главное свойство почвы – ее плодородие – результат сложного процесса почвообразования.

Млекопитающие принимают в почвообразующих процессах активное участие, которое, в частности, заключается в их роющей деятельности

[1], [5], [6], [10], [11], [13]. Такая активность млекопитающих создает условия для интенсификации миграции химических элементов и веществ. При выносе почвы из нижерасположенных грунтовых горизонтов активно привлекаются к круговороту разнообразные макро- и микроэлементы. Роющая деятельность вызывает также рост фитомассы, таким способом увеличивая степень участия автотрофов в почвообразующем процессе [2].

Изучением роли кабана в различных биогеоценозах занимались многие исследователи (Б. Д. Абатуров [1], [2]; В. Л. Булахов [5]; В. П. Вехник, С. В. Саксонов [6]; А. А. Гусев [9]; Л. Г. Динесман [10]; П. Г. Козло [11]; А. Е. Пахомов [13] и др.), но вопрос о влиянии роющей деятельности кабана на динамику физико-химических свойств почв изучен недостаточно. В период интенсивной деятельности различных видов животных, в частности роющей, первичное ее влияние отражается на почвенно-растительном покрове. В связи с этим начата опытная работа по изучению роющей деятельности кабана на такие компоненты экосистемы, как почва и растительность [3]. Результаты исследований в этом направлении позволяют в будущем контролировать численность, определять нормы изъятия данного вида для снижения зоогенного прессинга на отдельные компоненты естественных комплексов Вологодской области.

Целью исследования является изучение динамики почвенных параметров ельника кисличного под влиянием роющей деятельности *S. scrofa* (L.) в Белозерском районе Вологодской области.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

При исследовании роли кабана в функционировании различных компонентов лесных экосистем были использованы как классические, так и современные методические разработки. Основные учеты численности дикого кабана приурочены к зимнему сезону, когда снежный покров позволяет по следам определять количество животных и направление их перемещений. Зимний маршрутный учет проводился в период с 20 января по 15 февраля каждого года. Данные зимнего учета были предоставлены нам Департаментом по охране, контролю и регулированию использования животного мира Вологодской области. Характеристика пробной площади под пороями кабана, на которой проводилось исследование, представлена в табл. 1.

Распределение кабана по биотопам и сезонные миграции изучались путем учета проявления его жизнедеятельности (следов, пороев, экскрементов, лежек и др.), методом опроса егерей, лесников и местного населения. Оценка влияния роющей деятельности *S. scrofa* L. проводилась методом сравнительного анализа физико-химических свойств почвы на пороях и контрольном участке.

Исследовались 2 пробные площади: одна под свежими месячными, вторая – под старыми годовалыми пороями. На каждой пробной площади отводилось по 3 экспериментальные площадки, на которых отбирались почвенные пробы в двукратной повторности. Пробы отбирались на глубину до 30 см по горизонтам через каждые 10 см. Лабораторные анализы физических и агрохимических показателей почв проводились в аккредитованной испытательной лаборатории Государственного центра агрохимической службы «Вологодский»:

- содержание общего органического углерода определялось по И. В. Тюрину [4];

- содержание подвижных форм фосфатов и калия определялось по Чирикову фотоэлектрокалориметрическим и пламенно-фотометрическими методами [3], [12].

- содержание подвижных форм нитратного азота определялось фотоэлектрокалориметрически с использованием хромотроповой кислоты [3].

Достоверность полученных данных рассчитывали сравнительным методом – отношением показателей под пороями к показателям контроля.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Дикий кабан способен взрыхлить почву на значительной территории на глубину от 3–5 до 25 см. Площадь нарушений почвы кабаном в еловом лесу на пробных площадях (10 га), по нашей оценке, составила 14 % от общей площади, то есть 1,4 га.

Нами не найдено точных данных по масштабу роющей деятельности кабанов за весь их годичный жизненный цикл. Трудно подсчитать площадь пороев одного животного за весенне-летне-осенний период или за год. Но если учесть, что кабан таким образом находит себе корма, то очевидно, что животное «распахивает» каждый день существенные площади.

Рассмотрены разновозрастные порою кабана на пробной площади ельника кисличного. Описание почв и почвообразующих пород представлено в табл. 1. Порою считали условно свежие (до 1 месяца) и старые (более 1 года).

### Влияние пороев кабана на физические свойства почвы

Роющая деятельность млекопитающих (разрыхление почвы, перемешивание ее в горизонтальном и вертикальном направлениях) является одним из наиболее распространенных и масштабных явлений в природных системах. Эта деятельность выступает мощным экологическим фактором формирования физических свойств почв.

Твердость почвы – одна из основных характеристик физико-механического свойства почвы, играет существенную роль при рассмотрении протекающих в ней процессов. Известно, что

Характеристика отведенной нами пробной площади

Таблица 1

Группы и бонитеты коренных типов леса	Группы и бонитеты производных типов леса	Общие типологические признаки					
		Положение в рельефе	Почвы, почвообразующие породы	Характер увлажнения почвы	Сопутствующие породы	Характерные виды подлеска	Характерные виды живого напочвенного покрова
Ельники кисличные I (II) Е. кис.	Березняки, 1а–1б; Сосняки, 1–1а; Осинники, 1–1а	Хорошо дренированные водоразделы и склоны различной крутизны	Дерново-слабо- и среднеподзолистые легкосуглинистые или супесчаные на средних или тяжелых суглинках; подстилка 2–5 см, рыхлая	Свежие	Пихта, сосна, осина, береза; в нижних ярусах иногда клен, липа, ильм	Жимолость, крушина, малина, местами лещина, бересклет, волчье лыко	Обычно развитый травяной: кислица, ясменник, копытень, сныть, звездчатка, зеленчук, бор, шитовник, костяника, черника; моховой покров не развит

именно эти свойства оказывают решающее влияние на характер распределения корневых систем растений по профилю почвы и на почвообразовательные процессы в целом.

Роющая деятельность млекопитающих представляет собой рыхление почвы, которое приводит к уменьшению ее твердости. Изменение твердости почвы ведет к смене растительного покрова, аэрации почвы, что особенно важно в условиях повышенного увлажнения, и созданию более благоприятных условий для развития комплексов биоты, отвечающих за почвообразовательный процесс.

На свежих пороях твердость почвы меньше, чем в контроле. В старых пороях она выравнивается или уменьшается в среднем на 85,7–100 % (табл. 2).

Вторым очень важным фактором в происходящих почвенных процессах является температурный режим почвы, который в итоге образует вместе с влажностью гидротермический режим эдафотопы.

Влажность почвы – важное физическое свойство, обеспечивающее, с одной стороны, формирование гидротермического режима, являющегося основой всех биохимических процессов в почвообразовании, с другой – доступность питательных веществ. Роющая деятельность млекопитающих является одним из биотических факторов формирования почвенного увлажнения лесных биогеоценозов, что особенно важно в условиях интенсивного увлажнения Вологодской области.

Влажность по сравнению с контролем повышается в верхних горизонтах (0–10 и 10–20 см) под свежими пороями; под старыми пороями влажность почвы приближается к контролю, то есть стабилизируется (см. табл. 2).

### Влияние пороев кабана на химические свойства почвы

Изменение физических параметров почвы вызывает глубокие преобразования и в ее химических свойствах. Под воздействием роющей деятельности из более глубоких почвенных горизонтов элементы и соединения выносятся на поверхность и более интенсивно вовлекаются в круговорот. Также в результате роющей деятельности животных, как правило, перемещивается верхний гумусовый горизонт с нижележащими горизонтами, что способствует обогащению нижнего горизонта органическим

веществом, увеличивает мощность гумусового горизонта, способствует образованию гумуса.

Роющая деятельность животных оказывает существенное влияние на pH почвы, органическое вещество (гумус), содержание нитратов, фосфатов и калия.

Воздействие млекопитающих на химические особенности проявляется прежде всего в процессе переотложения почвенного материала, в перемещении химических элементов и в интенсификации разложения органических веществ под воздействием изменения физико-термического режима, способствующего обогащению почвы гумусом.

Кислотность (pH) на старых пороях несколько выше, чем на свежих и в контроле (рис. 1), особенно эта разница ощутима в горизонтах 0–10 и 20–30 см.

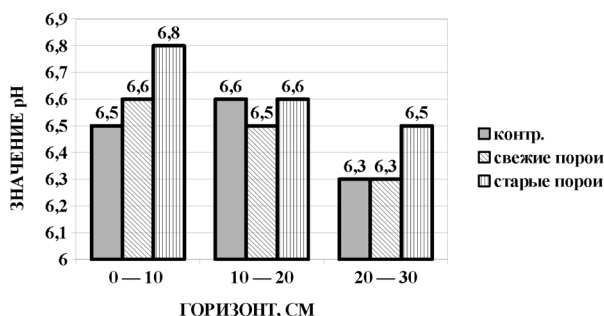


Рис. 1. Динамика кислотности почвы на пороях

Наиболее высоким содержанием органического вещества отличается самый верхний горизонт, который носит название гумусового (рис. 2).

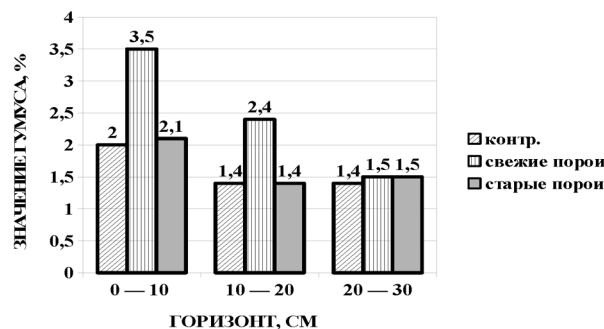


Рис. 2. Динамика содержания органического вещества разновозрастных пороев на пробной площади

Влияние роющей деятельности кабана на твердость и влажность почв на пробных площадях

Таблица 2

№ п/п	Возраст пороев	Твердость			Влажность		
		Горизонт, см					
		0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30
1	Контроль	4,0 ± 0,1	4,2 ± 0,2	5,6 ± 0,4	11,8 ± 1,1	6,5 ± 0,2	11,6 ± 1,4
2	Свежие	3,5 ± 0,2	3,6 ± 0,3	4,9 ± 1,1	16,2 ± 1	12,3 ± 1,3	8,2 ± 1,1
3	Старые	3,9 ± 1,1	4,2 ± 1,2	5,6 ± 1,7	11,4 ± 0,2	8,2 ± 0,4	9,1 ± 0,3

В верхних горизонтах в контроле и на старых пороях содержание гумуса отмечено как низкое (1,6–2,0 %), на свежих пороях в горизонте 0–10 см – повышенное (3,1–4,0 %), если содержание гумуса ниже 1,5 %, то оно рассматривается как очень низкое [4]. Максимально повышенное содержание органического вещества наблюдалось на свежих пороях практически во всех рассматриваемых горизонтах. Значительное повышение органического вещества на свежих пороях можно объяснить смешиванием почвы, корней, растительных остатков, которыми питался кабан, и экскрементов животного. Все это в течение месяца находилось в почве, перегнивало и воздействовало на процесс обогащения данного участка органическим веществом. Со временем, то есть на старых пороях, процентное содержание гумуса стабилизируется, почва вступает в фазу омеостаза.

$\text{NO}_3^-$ . Растения потребляют азот в больших количествах. По содержанию в растениях азот занимает первое место из элементов питания, получаемых из почвы [3], [4], [12]. Поэтому высокая потребность растений в азоте требует пополнения запасов почвенного азота. Содержание нитратного азота несколько снижается на свежих пороях (табл. 3), но через некоторое время (старые порою) содержание нитратного азота повышается и приближается к контрольным значениям.

$\text{P}_2\text{O}_5^-$ . Одной из наиболее общих закономерностей зависимости фосфатного режима почв от характера почвообразовательного процесса является тесная связь валового фосфора и его распределения в почве с содержанием органических веществ. Содержание фосфора в гумусовых горизонтах увеличивается вследствие биологического переноса его из более глубоких горизонтов.

Главным фактором содержания и распределения органических фосфатов в почвах является гумус – стойкий показатель, характерный для каждого типа почв.

В почвах значительная часть фосфора (от 30 до 85 %) представлена в форме органических соединений, недоступных для растений [12]. Органические фосфаты входят в состав гумуса, продуктов синтеза растений и микроорганизмов [14]. Количество этих соединений зависит от типа почв. Содержание органического фосфора находится в прямой зависимости от количества гумуса в почвах. Зависимость содержания фосфатов от количества органического вещества в почвах

обнаруживается не только при сравнении горизонтов одной и той же почвы, но и при сопоставлении анализов образцов тождественных горизонтов разных почв. При этом установлено, что чем более благоприятны условия для накопления органического вещества, тем больше в них содержится органических форм фосфора. Соотношение С: Рорг. в верхних горизонтах настолько устойчиво, что этот показатель используется для идентификации идентичных типов почв [8], [14].

Содержание фосфатов (см. табл. 2) в той или иной степени зависит от органического вещества в почве в горизонтах 10–20 и 20–30 см. В этих горизонтах динамика почвенных фосфатов идентична динамике органического вещества. Но в верхнем горизонте (0–10 см) данное соотношение нарушается. Можно предположить, что это нарушение является причиной перемешивания слоев почвы и особенно самого верхнего. В указанном горизонте 0–10 см некоторое повышение фосфатов по сравнению с контролем наблюдается на свежих пороях. На старых пороях содержание фосфатов в горизонте 0–10 см немного снижается, но остается выше, чем в контроле. В горизонте 10–20 см содержание фосфатов также несколько выше на старых пороях. В целом содержание почвенных фосфатов на пробной площади можно оценить как высокое (151–250 мг/кг почвы) [4].

$\text{K}_2\text{O}^-$ . Выщелачивание калия из почвенного раствора во многом определяется его концентрацией и наличием в почве промывного типа водного режима. В интенсивно удобряемых легких почвах, подвергающихся интенсивному увлажнению, константы выщелачивания имеют более высокие значения, нежели в глинистых почвах в условиях недостаточного увлажнения. С увеличением содержания органического вещества способность почвы к удержанию калия возрастает [7], [15].

В наших исследованиях прослеживается тенденция зависимости содержания калия от перемешивания почвенных горизонтов (см. табл. 2). Так, на пороях содержание калия превышает контроль на всех горизонтах, особенно значительное повышение содержания  $\text{K}_2\text{O}^-$  наблюдается на свежих пороях в горизонтах 0–10 и 10–20 см. В целом содержание калия можно оценить на свежих пороях в верхнем горизонте как среднее (81–120 мг/кг почвы), в остальных случаях – низкое и очень низкое (41–80 мг/кг почвы и менее) [3].

Таблица 3  
Влияние роющей деятельности кабана на содержание компонентов агрохимического комплекса НРК

Горизонт, см	Контроль			Свежие порою			Старые порою		
	$\text{NO}_3^-$	$\text{P}_2\text{O}_5^-$	$\text{K}_2\text{O}^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{P}_2\text{O}_5^-$	$\text{K}_2\text{O}^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{P}_2\text{O}_5^-$	$\text{K}_2\text{O}^-$
0–10	1,08 ± 1,1	155 ± 0,4	47 ± 1,0	0,9 ± 0,6	170 ± 1,1	92 ± 1,4	1,01 ± 1,0	167 ± 0,7	65 ± 0,3
10–20	1,0 ± 0,7	160 ± 1,1	35 ± 1,2	0,8 ± 0,3	150 ± 0,5	59 ± 1,0	1,0 ± 1,1	170 ± 0,5	54 ± 0,4
20–30	1,08 ± 1,2	185 ± 0,5	32 ± 0,3	0,9 ± 1,1	150 ± 1,2	50 ± 0,4	1,03 ± 1,2	176 ± 1,1	59 ± 0,4

## ВЫВОДЫ

Порои кабана в целом положительно влияют на физико-химические свойства почв, особенно в первые месяцы. Уменьшение твердости, повышение влажности почвы, снижение ее кислотности, повышение содержания гумуса и подвижных форм фосфора и калия в почве в первые месяцы

после образования пороев создают благоприятные условия для возобновления травянистой и древесно-кустарниковой растительности, способствуя эффективному прорастанию семян, попавших на взрыхленную почву. По истечении некоторого времени (год и более) физико-химические параметры почвы нормализуются.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абатуров Б. Д. Почвообразующая роль животных в биосфере // Биосфера и почвы. М.: Наука, 1976. С. 53–69.
2. Абатуров Б. Д. Млекопитающие как компонент экосистемы (на примере растительноядных млекопитающих в полупустыне). М.: Наука, 1984. 286 с.
3. Агрохимия: Методические указания к учебной практике / Разраб. А. А. Суков, А. Н. Налиухин. Вологда; Молочное: ИЦ ВГМХА, 2010. 45 с.
4. Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв / Под ред. Д. Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1983. 248 с.
5. Булахов В. Л. Влияние роющей деятельности кабана на физико-химические и биогеоценотические свойства почв лесных биогеоценозов // Копытные фауны СССР. М., 1975. С. 159–161.
6. Вехник В. П., Саксонов С. В. Роющая деятельность кабана в условиях Жигулевского заповедника // Влияние антропогенной трансформации на население наземных позвоночных животных: Тез. Всесоюз. совещ. М., 1987. Ч. 1. С. 176–178.
7. Воробьева А. К. Оценка обеспеченности черноземов калием и методика его определения // Агрохимия. М.: МГУ, 1975. № 8. С. 132–137.
8. Гинзбург К. Е. Методы определения фосфора в почвах // Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. С. 106–191.
9. Гусев А. А. Функциональная роль диких копытных животных в заповедных биогеоценозах // Роль крупных хищников и копытных в биоценозах заповедников. М., 1986. С. 94–105.
10. Динесман Л. Г. Позвоночные животные в лесных биоценозах // Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964. С. 277–300.
11. Козло П. Г. Роющая деятельность дикого кабана // Средообразующая деятельность животных. М., 1970. С. 79–80.
12. Орлов Д. С. Химия почв. М.: МГУ, 1985. 376 с.
13. Пахомов А. Е. Биогеоценотическая роль млекопитающих в почвообразовательных процессах степных лесов Украины. Днепропетровск: ДГУ, 1998. 216 с.
14. Попович Л. П. Фосфатное состояние почвы // Почвоведение. М.: Наука, 1992. № 11. С. 24–35.
15. Прокошев В. В., Бордюкова С. С. Влияние калийных удобрений на содержание различных форм калия в почве // Агрохимия. М.: Наука, 1980. № 1. С. 46–51.

Pilipko E. N., Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin (Vologda, Russian Federation)

## WILD BOAR'S (*SUS SCROFA*) BURROWING ACTIVITY EFFECT ON PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS OF SOIL IN WOOD-SORREL SPRUCE FOREST IN BELOZERSK DISTRICT OF VOLOGDA REGION

The environment-transforming role of the wild boar (*S. Scrofa*, L.) burrowing activity on several biogeocenosis parameters has been noted. Assessment of the wild boar's activity on some soil physicochemical parameters has been given. Standard procedures of route scanning, visual study, and soil sample analysis in laboratory conditions have been used. As a result of the research work it has been revealed that the wild boar's burrowing activity promotes positive dynamics of physicochemical and agrochemical soil parameters necessary for the effective growth and vegetation development in predominately herbaceous and ligneous vegetation. Thus, in the soil under new (up to 1 month) burrows the increase in humus and in phosphorus and potassium mobile forms content has been noted. Along with the positive dynamics in the chemical soil properties a positive change in physical soil properties has been observed – soil hardness reduction, moisture increase, and soil acidity drop. Thus, plant seeds getting into the loosened soil enriched with necessary nourishing elements germinate more effectively and develop faster.

Key words: wild boar (*Sus scrofa* L.), environment transforming role, burrowing activity, physicochemical soil properties, forest ecosystems

## REFERENCES

1. Abaturov B. D. Soil-forming role of animals in the biosphere [Pochvoobrazuyushchaya rol' zhivotnykh v biosfere]. *Biosfera i pochvy* [Biosphere and soils]. Moscow, 1976. P. 53–69.
2. Abaturov B. D. *Mlekopitayushchie kak komponent ekosistemy (na primere rastitel'noyadnykh mlekopitayushchikh v polupustyne)* [Mammals as a component of ecosystems (on the example of herbivorous mammals in semi-desert)]. Moscow, 1984. 286 p.
3. *Agrokhimiya: Metodicheskie ukazaniya k uchebnoy praktike* [Agrochemistry: Methodical instructions to educational practice / Developers A. A. Sukov, A. N. Naliukhin]. Vologda; Molochnoe: ITS VGMKhA Publ., 2010. 45 p.
4. Bab'eva I. P., Zenoova G. M. *Biologiya pochv* [Soil biology]. Moscow, MGU Publ., 1983. 248 p.

5. Булаков В. Л. The influence of burrowing activity of a boar on physico-chemical and biogeocenosis properties of soils of forest biogeocenoses [Влияние роющей деятельности кабана на физико-химические и биogeotsenoticheskie свойства почв лесных биogeotsenozov]. *Kopytnye fauny SSSR* [Ungulates of the USSR fauna]. Moscow, 1975. P. 159–161.
6. Векник В. П., Саксонов С. В. Burrowing activity of a boar in the conditions of s Zhigulevsky nature reserve [Роющая деятельность кабана в условиях Жигулевского заповедника]. *Vliyanie antropogennoy transformatsii na naselenie nazemnykh pozvonochnykh zhivotnykh: Tez. Vsesoyuz. soveshch.* [Influence of anthropogenic transformation on the population of terrestrial vertebrates: Theses of all-Union meeting]. Moscow, 1987. Part 1. P. 176–178.
7. Воробьева А. К. Score supply of chernozems of potassium, and the method of its determination [Оценка обеспеченности черноземов калием и методика его определения]. *Agrokimiya* [Agrochemistry]. Moscow, 1975. № 8. P. 132–137.
8. Гинзбург К. Е. Methods for determination of phosphorus in soils [Методы определения фосфора в почвах]. *Agrokhimicheskie metody issledovaniya pochv* [Agrochemical methods of research]. Moscow, 1975. P. 106–191.
9. Гусев А. А. Functional role of wild hoofed animals in natural biogeocenoses [Функциональная роль диких копытных животных в заповедных биogeotsenozakh]. *Rol' krupnykh khishchnikov i kopytnykh v biotsenozakh zapovednikov* [The role of large predators and ungulates in biocenoses reserves]. Moscow, 1986. P. 94–105.
10. Динсман Л. Г. Vertebrate animals in the forest biocenoses [Позвоночные животные в лесных биogeotsenozakh]. *Osnovy lesnoy biogeotsenologii* [Fundamentals of forest biogeocenotic]. Moscow, Nauka Publ., 1964. P. 277–300.
11. Козло П. Г. Burrowing activity of a wild boar [Роющая деятельность дикого кабана]. *Sredoobrazuyushchaya deyatel'nost' zhivotnykh* [Environment-forming activity of animals]. Moscow, 1970. P. 79–80.
12. Орлов Д. С. *Khimiya pochv* [Chemistry of soils]. Moscow, 1985. 376 p.
13. Пахомов А. Е. *Biogeotsenoticheskaya rol' mlekopitayushchikh v pochvoobrazovatel'nykh protsessakh stepnykh lesov Ukrainy* [Biogeocenosis role of mammals in soil-formation processes in forest steppe of Ukraine]. Dnepropetrovsk, DGU Publ., 1998. 216 c.
14. Попович Л. П. Chemistry of soils [Фосфатное состояние почвы]. *Pochvovedenie* [Pochvovedenie]. Moscow, 1992. № 11. P. 24–35.
15. Прокошев В. В., Бордукова С. С. The influence of potassium fertilizer on the content of various forms of potassium in the soil [Влияние калийных удобрений на содержание различных форм калия в почве]. *Agrokimiya* [Agrochemistry]. Moscow, 1980. № 1. P. 46–51.

Поступила в редакцию 11.03.2014