

Научная статья

УДК 504.3.06 : 631.4

DOI 10.46845/1997-3071-2022-65-24-34

**Влияние экологических условий на состав мезофауны и численность
дождевых червей в почвах агрофитоценозов Калининградской области**

Ольга Алексеевна Анциферова¹, Динара Ильгизовна Юсупова²,
Дарья Николаевна Сафонова³

^{1,2,3}Калининградский государственный технический университет, Калининград,
Россия

¹anciferova@inbox.ru

Аннотация. Статья посвящена выявлению биоразнообразия *Lumbricidae* в осушенных окультуренных почвах разной степени оглеения. Исследования проведены в 2020–2021 гг. на сенокосе в Черняховском районе Калининградской области (Лава-Прегольская низменность) и на пахотном поле в Зеленоградском районе (Самбийская равнина). Представители типов *Annelida* и *Mollusca* в мезофауне почв имеют сходное доленое участие, преобладают виды *Nematoda*. Во всех почвах встречаются представители восьми основных классов типа *Arthropoda*. Нейтральная реакция в дерново-подзолистых почвах на сенокосе благоприятна для дождевых червей (115–159 шт./м²), а повышенная кислотность в глееватых буроземах под культурой ячменя отрицательно сказывается на их численности (в среднем 58 шт./м²). В дерново-глеевых почвах с периодом поверхностного затопления содержится в среднем 95 червей на 1 м². В катенах происходит увеличение их численности от повышенных и менее увлажненных участков к пониженным и более увлажненным. В дерново-подзолистых глееватых почвах на сенокосе обнаружены *Dendrodrilus rubidus f. tenuis*, *Octolasion lacteum*, *Lumbricus rubellus*, *Aporrectodea caliginosa*, *Lumbricus castaneus*, редко *Eiseniella tetraedra*. В пахотных глееватых буроземах преобладают *Aporrectodea caliginosa*, *Lumbricus rubellus*. Наибольшее количество дождевых червей сосредоточено обычно в слое 0–10 см. Но в глееватых буроземах в июне он пересыхает, и наблюдается сезонная миграция червей на глубину 10–20 см. Такой вид дождевых червей, как *Octolasion lacteum*, является индикатором почв с близким залеганием карбонатов (CaCO₃), а *Eiseniella tetraedra* встречается преимущественно в почвах с периодом поверхностного затопления.

Ключевые слова: мезофауна почв, дождевые черви, почвенно-экологические условия, сенокос, пахотное поле

Для цитирования: Анциферова О. А., Юсупова Д. И., Сафонова Д. Н. Влияние экологических условий на состав мезофауны и численность дождевых червей в почвах агрофитоценозов Калининградской области // Известия КГТУ. 2022. № 65. С. 24–34.

Original article

Influence of environmental conditions on the composition of mesofauna and the number of earthworms in the soils of agrophytocenoses of the Kaliningrad region

Olga A. Antsiferova¹, Dinara I. Yusupova², Daria N. Safonova³

^{1,2,3}Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

¹antsiferova@inbox.ru

Abstract. The article is devoted to identification of the biodiversity of *Lumbricidae* in drained cultivated soils of varying degrees of gleying. The studies were carried out in 2020–2021 in the hay field in the Chernyakhovsky district of the Kaliningrad region (Lava-Pregolskaya lowland) and in the arable field of the Zelenogradsk district (Sambian plain). Representatives of *Annelida* and *Mollusca* types in the mesofauna of soils have a similar share, Nematoda species predominate. Representatives of eight main classes of the *Arthropoda* type are found in all soils. A neutral reaction in Sod-podzolic soils (Aric, Siltic, Drainic) in haymaking is favorable for earthworms (115–159 pcs/m²), and increased acidity in gley Cambisols (Aric, Loamic, Drainic) under barley culture negatively affects their numbers (on average 58 pcs/m²). Gleysols (Aric, Siltic, Drainic) with a period of surface flooding contain an average of 95 worms per 1 m². In catenas, there is an increase in the number of earthworms from elevated and less moistened areas to lowered and more moistened soils. *Dendrodrilus rubidus f. tenuis*, *Octolasion lacteum*, *Lumbricus rubellus*, *Aporrectodea caliginosa*, *Lumbricus castaneus*, rarely *Eiseniella tetraedra* were found in Gleyic Albeluvisols (Aric, Siltic, Drainic) in the hay field. *Aporrectodea caliginosa*, *Lumbricus rubellus* predominate in arable Cambisols (Aric, Loamic, Drainic). The largest number of earthworms is usually concentrated in a layer of 0–10 cm. But in the Cambisols in June, this layer dries up and seasonal migration of worms to a depth of 10–20 cm is observed. Such a type of earthworms as *Octolasion lacteum* is an indicator of soils with a close occurrence of carbonates (CaCO₃), and *Eiseniella tetraedra* occurs mainly in soils with a period of surface flooding.

Keywords: mesofauna of soils, earthworms, soil and ecological conditions, haymaking, arable field

For citation: Antsiferova O. A., Yusupova D. I., Safonova D. N. Influence of environmental conditions on the composition of mesofauna and the number of earthworms in the soils of agrophytocenoses of the Kaliningrad region. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2022;(65):24–34. (In Russ.).

ВВЕДЕНИЕ

Почвенная мезо- и макрофауна включает несколько трофических групп (фитофаги, зоофаги, некрофаги, сапрофаги). Животные в почвах выполняют биохимическую и механическую функции, влияют на физические, водные, свойства, питательный режим почв. Дождевые черви являются биологическим фактором образования почвенной структуры. В связи с этим большую актуальность приобретают исследования экологической роли фауны почв и дождевых червей, в частности, в формировании плодородия почв [1–5]. Однако в Калининградской области мезо- и макрофауна почв в этом аспекте практически не изучена. Известны

лишь отдельные работы, посвященные индикаторной роли дождевых червей [6], влиянию муравьев на физические и химические свойства почв [7, 8]. В ряде исследований учитывался объем почвы, вынесенной на поверхность кротами и муравьями [8, 9].

Задачи работы: 1) выявить соотношение основных типов представителей мезо- и макрофауны в гумусовом горизонте почв под агрофитоценозами Лава-Прегольской низменности и Самбийской равнины; 2) изучить влияние физико-химических и гидрологических условий почв на численность и видовые особенности дождевых червей.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в 2020–2021 гг. в Калининградской области на двух ключевых участках: 1) в пределах сеяного сенокоса на Лава-Прегольской низменности (Черняховский район, 12 км от пос. Междуречье, рядом с урочищем Светаевка); 2) на пахотном поле, расположенном на Самбийской равнине (Зеленоградский район, в 1 км от пос. Холмогоровка).

Диагностика почв выполнена в разрезах глубиной 150–180 см с использованием классификации 1977 г. В образцах из гумусового горизонта определяли pH водной и солевой суспензии (потенциометрическим методом на приборе Эко-тест 120) и содержание гумуса (титриметрическим методом по И. В. Тюрину в модификации Симакова с индикатором «фенилантраниловая кислота») [10]. Изучение фауны проводили в раскопках методом прямого подсчета на площадках размером 1 м² в 3-кратной повторности в каждом ареале почв по слоям 0–10 и 10–20 см в пределах гумусового горизонта. Общая выборка составила 12 площадок на сенокосе и 21 площадку на пашне. Видовой состав дождевых червей диагностировали по определителям [11, 12]. Некоторые виды имеют синонимы названий: *Aporrectodea caliginosa caliginosa* (*Allolobophora caliginosa*, *Nicodrilus caliginosus*), *Dendrodrilus rubidus f. tenuis* (*Bimastus constrictus* (Rosa, 1845) [*B. tenuis* (Eisen, 1874)]). Статистическая и графическая обработка осуществлялась в программе MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для развития фауны почв важными являются почвенно-химические и гидрологические условия, которые определяют экологическую амплитуду существования видов. Почвенный покров ключевых участков принципиально отличается друг от друга (табл. 1).

На Лава-Прегольской низменности преобладает слабоволнистый и плоский равнинный рельеф с оглееными в разной степени дерново-подзолистыми почвами преимущественно тяжелого гранулометрического состава. Почвообразующие породы содержат карбонаты, которые в изученных почвах встречаются с глубины 40–60 см, поэтому реакция среды в гумусовом горизонте почв нейтральная или близка к ней (pH_{H2O} 6,8–7,3). Глинистые породы богаты питательными веществами, но их отрицательным качеством является затрудненная фильтрация влаги. Поэтому почвы в понижениях подвергаются поверхностному затоплению в весенний период и переувлажнению при обильных ливневых осадках летом. Все оглеенные почвы осушаются открытым и закрытым дренажем. Сеяный травостой

сенокоса состоит из райграса пастбищного (*Lolium perenne* L.), фестулолиума (*Festulolium*), овсяницы луговой (*Festuca pratensis* Huds.), ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.). Удобрение трав проводится в форме минеральных подкормок аммонийной селитрой в начале апреля после возобновления вегетации в дозе N₅₁ (кг/га по действующему веществу).

Таблица 1. Характеристики почв на ключевых участках

Table 1. Soil characteristics at key sites

Рельеф	Почвы	Гранулометри- ческий состав	Почвообра- зующие по- роды	Свойства гумусового горизонта в слое 0–20 см	
				pH _{H2O} / pH _{KCl}	гумус, %
Ключевой участок Светаевка. Лава-Прегольская низменность. Сенокос					
Повыше- ние	Дерново- подзолистая глубоко- глееватая	Средний и тя- желый сугли- нок, подстила- емый глинами	Озерно-лед- никовые кар- бонатные глины	7,3 / 6,4	3,3
Плоский пони- женный участок	Дерново- подзолистая профильно- глееватая*	Тяжелый су- глинок, под- стилаемый глинами		6,8 / 5,9	2,8 – 4,0
Ключевой участок Перелески. Самбийская равнина. Пашня					
Вершины и склоны холмов	Буроземы глееватые	Легкий сугли- нок и супесь	Моренные валунные су- песи, суг- линки	5,5 / 4,6	2,2 – 2,4
Ключевой участок Перелески. Самбийская равнина. Незасеянные понижения. Разнотравно-злаковая сорная растительность					
Пониже- ния за- мкнутые	Дерново- глеевые	Средний сугли- нок	Водно- ледниковые и моренные супеси, суг- линки, глины, карбонатные с глубины 80 см	5,8 / 4,7	4,5 – 6,8**

Примечания: * – наиболее интенсивное оглеение (сильная степень глееватости) в слое 10–30 см, глубже – средняя степень глееватости (по шкале Ф. Р. Зайдельмана);

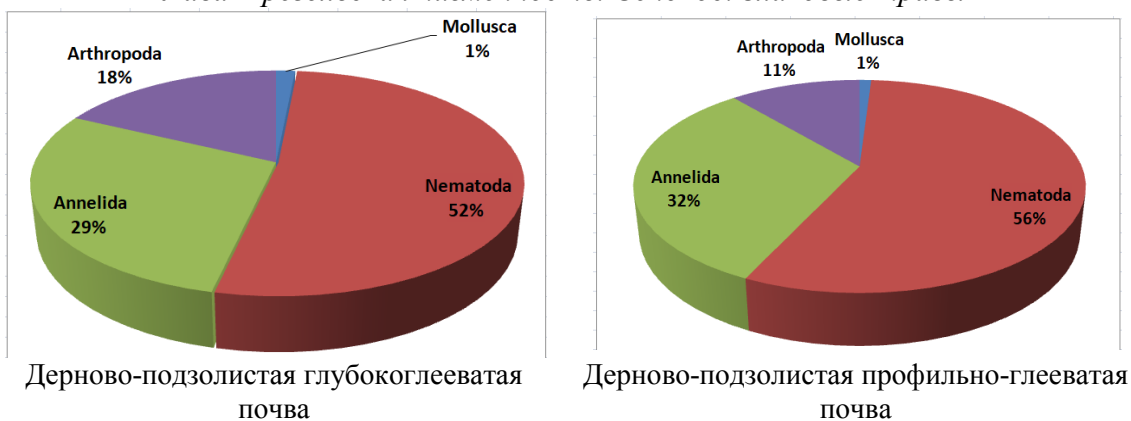
** – почва с меньшим содержанием гумуса подвержена затоплению до конца мая, с большим содержанием гумуса затопливается до начала или середины апреля в годы со средним количеством осадков, близким к среднемноголетней норме.

Продуктивность сенокоса – два укоса трав (в июне и сентябре). На участке изучена фауна почв на двух ареалах: глубокоглееватой на повышении и профильно-глееватой с поверхностным застоем воды в весенний период.

На Самбийской равнине типичным является холмистый рельеф полей. Вершины и склоны холмов занимают буроземы легкого гранулометрического состава (легкие опесчаненные суглинки и супеси) на выщелоченных (кислых) валунных отложениях. Высокая плотность и низкая аэрация почвообразующих пород приводят к формированию верховодок в профиле и развитию оглеения. В по-

нижениях типичны дерново-глеевые почвы атмосферно-грунтового питания, подверженные поверхностному затоплению в весенний период. Все оглеенные почвы осушаются закрытым дренажем. На ключевом участке преобладает кислая реакция среды в гумусовом горизонте по причине длительно не проводившегося известкования. На пашне выращиваются зерновые культуры и озимый рапс. В период исследований поле было занято яровым ячменем. Удобрение культуры осуществляется минеральными подкормками (карбамид в апреле, N_{92} по д. в. и аммонийная селитра в июне, N_{34}). Следует отметить высокую пестицидную нагрузку в пахотных агрофитоценозах на ключевом участке (по пять обработок различными смесями гербицидов, фунгицидов, инсектицидов под предшественник – озимую пшеницу – и две обработки непосредственно по ячменю). На поле изучена фауна почв на шести ареалах: четырех буроземах под ячменем и двух дерново-глеевых разной длительности поверхностного заболачивания в замкнутых незасеянных понижениях (занятых сорной разнотравно-злаковой растительностью) (рис. 1).

Лава-Прегольская низменность. Сенокос. Злаковые травы



Самбийская равнина

Пашня. Яровой ячмень

Незасеянные понижения. Разнотравно-злаковая сорная растительность

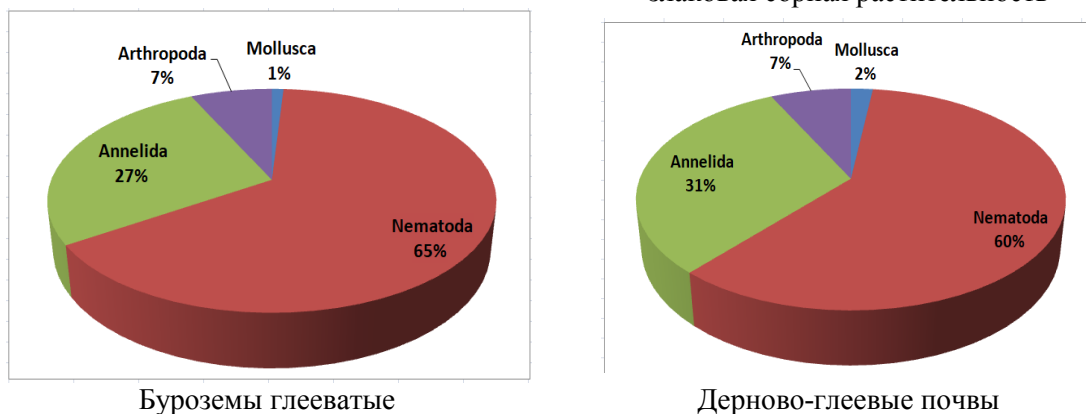


Рис. 1. Процентное соотношение типов беспозвоночных в составе мезофауны в гумусовом горизонте (0–20 см) различных почв под агрофитоценозами
Fig. 1. Percentage ratio of invertebrate types in the mesofauna in the humus horizon (0–20 cm) of various soils under agrophytocenoses

Во всех изученных почвах встречаются четыре основных типа представителей мезофауны: *Mollusca*, *Nematoda*, *Annelida*, *Arthropoda*. Обращает внимание слабое варьирование долевого участия (27–32 %) представителей кольчатых червей (*Annelida*) в разных ареалах. Однако при этом абсолютное количество экземпляров (шт./м²) значительно выше в гумусовом горизонте дерново-подзолистых почв на сенокосе под злаковым травостоем в условиях оптимальной для развития реакции среды (табл. 2). Различия между четырьмя группами почв достоверны (наименьшая существенная разница НСР₀₅ 30).

Таблица 2. Среднее количество (шт./м²) представителей типов мезофауны в слое 0–20 см разных почв

Table 2. Average number (pcs/m²) of representatives of mesofauna types in a layer of 0–20 cm of different soils

Тип	Лава-Прегольская низменность. Сенокос. Злаковые травы		Самбийская равнина	
			Пашня. Яровой ячмень	Сорные фитоценозы
	дерново-подзолистая глубокоглееватая почва	дерново-подзолистая профильно-глееватая почва	буроземы глееватые	дерново-глеевые почвы
<i>Mollusca</i>	6	5	2	6
<i>Nematoda</i>	208	280	129	180
<i>Annelida</i>	115	159	58	95
<i>Arthropoda</i> *	71	56	14	22

Примечания: *без количественного учета муравьев

Известно, что большая часть нематод-сапробионтов в почве относится к микрофауне [13]. Нами учитывались только крупные, хорошо различимые нематоды размером 3–7 (до 10) мм. Исследование подтвердило, что этот тип является преобладающим во всех почвах. Основная масса их сосредоточена в верхней части гумусового горизонта мощностью 10 см. Однако в профильно-глееватой почве и на глубине 10–20 см обнаруживается достоверно большее количество нематод по сравнению с глубокоглееватой почвой (120 против 51 шт./м²). Причиной, скорее всего, является замедленное разложение органических остатков в условиях повышенного гидроморфизма почвы на плоском участке. Эта закономерность повторяется и в дерново-глеевых почвах.

Долевое участие членистоногих (*Arthropoda*, без учета муравьев) значительно выше в почвах сенокоса (рис. 1). Абсолютное количество экземпляров (шт./м²) также выше в дерново-подзолистых окультуренных почвах Лава-Прегольской низменности. Во всех ареалах встречаются представители восьми отрядов: геофилы, кивсяки, жесткокрылые, чешуекрылые, двукрылые, перепончатокрылые, двухвостки, пауки. Этот список неполный, потому что исследования находятся на начальной стадии. В частности, в почвах встречается акариформный клещ краснотелка (*Trombidium holosericeum*) и другие неучтенные членистоногие. Среди муравьев обычны виды родов *Lasius*, *Myrmica*. Количественный их учет

затруднен, легче считать надземные сооружения. Однако на пашне присутствуют только внутрипочвенные муравейники.

Дождевые черви являются наиболее активными агентами почвообразования. Поэтому их экологическим особенностям уделяется важное внимание. Среди почвенно-экологических условий важны физические (гранулометрический состав), физико-химические (реакция среды почвенного раствора), а также режим влажности.

Значительно меньшая численность дождевых червей в пахотных почвах объясняется повышенной кислотностью последних в гумусовом горизонте, угнетающим действием минеральных удобрений, остаточных количеств пестицидов, недостаточным количеством свежих органических остатков.

В отношении гранулометрического состава дождевые черви предпочитают почвы средне- и тяжелосуглинистые, потому что они обладают лучшей влагоемкостью. Наименьшая численность червей отмечена в супесчаном кислом буроземе, подстилаемом песками. Как было отмечено выше, наиболее оптимальная реакция среды характерна для дерново-подзолистых почв на карбонатных озерно-ледниковых глинах.

На обоих участках наибольшая численность и видовое разнообразие дождевых червей приурочены к более влажным почвам (профильно-глееватой на сенокосе и дерново-глеевым на пахотном поле), имеющим стадию весеннего заболачивания или сильного переувлажнения (влажность около полной влагоемкости).

Влажность почвенного слоя и наличие пищи имеют для червей первостепенное значение. При учете в летний период (июнь) нами обнаружено, что максимальная концентрация люмбрицид приурочена к слою 0–10 см (рис. 2).

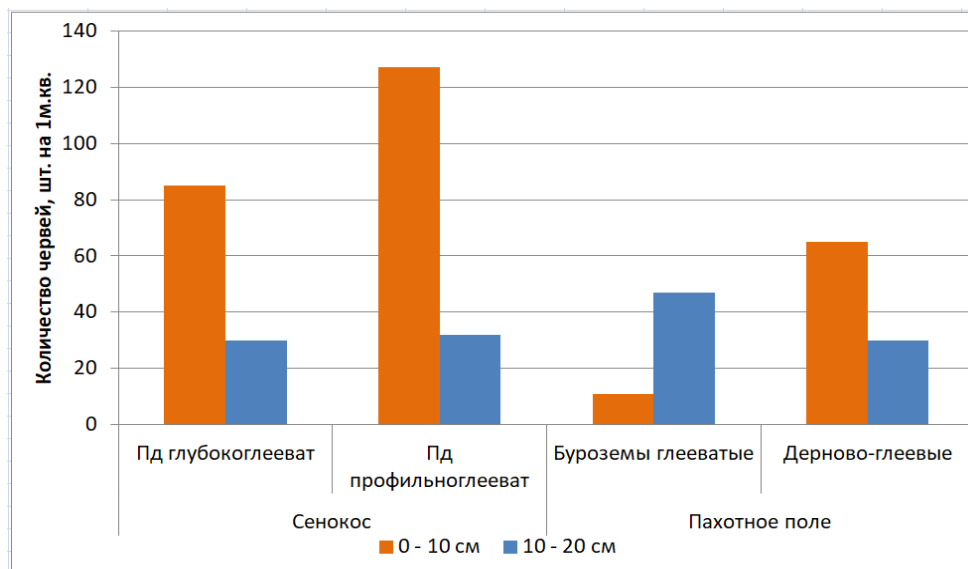


Рис. 2. Распределение дождевых червей (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) по слоям в гумусовом горизонте разных почв. Период учета – июнь 2020–2021 гг.

Fig. 2. Distribution of earthworms (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) by layers in the humus horizon of different soils. The period of record is June 2020–2021

Исключение составили легкосуглинистые и супесчаные буроземы под ячменем. В этот период влажность верхнего 10-сантиметрового слоя этих почв приближалась к влажности разрыва капилляров (ВРК), т. е. была близка к биологическому иссушению. Поэтому произошла миграция червей в нижележащий слой (10–20 см), в котором влажность сохранялась в интервале от ВРК до НВ (наименьшая влагоемкость). К тому же в этом слое присутствуют остатки запаханной и разлагающейся стерни от предшественника (озимой пшеницы). При пересыхании верхних горизонтов на пашне черви впадают в диапаузу. Так как Калининградская область расположена в гумидном климате, период почвенной засухи непродолжительный.

Интересно, что при учете численности червей в буроземах в первой декаде апреля наблюдается обратное их распределение: максимум в слое 0–10 см (который быстрее прогревается) и минимум в слое 10–20 см (сыром и холодном). Таким образом, в пахотных буроземах выражена сезонная миграция червей в пределах гумусового горизонта в зависимости от влажности и температуры. В дерново-глеевых почвах понижений такой резкой разницы нет. Обнаружен факт большей концентрации червей в поверхностном слое в апреле (на участке с коротким сроком весеннего затопления). В летний период происходит частичная миграция в слой 10–20 см в малогумусной дерново-глеевой почве с длительным затоплением. Видовой состав червей в ней приспособлен к постоянному повышенному увлажнению.

На сенокосе основная масса червей сосредоточена в ризосфере злаковых трав. Миграция в нижние слои затруднена по причине их высокой твердости и глинистого состава. Видовой состав люмбрицид на сенокосе разнообразен. В гумусовом горизонте обнаружены пять видов и одна форма червей: *Dendrodrilus rubidus f. tenuis* (Eisen, 1874), *Octolasion lacteum* (Örley, 1881), *Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843), *Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826), *Lumbricus castaneus* (Savigny, 1826), редко *Eiseniella tetraedra* (Savigny, 1826). Биоразнообразие является результатом комплекса факторов (наличие отмерших частей злаков, повышенная влажность почв, близость смешанного леса, благоприятная реакция среды, карбонатность почв).

Размерный ряд включает две группы: 1) мелкие, до 4 см длиной: *Dendrodrilus rubidus f. tenuis*, *Octolasion lacteum*, *Eiseniella tetraedra*; 2) крупные, от 6 до 15 см: *Lumbricus rubellus*, *Aporrectodea caliginosa*, *Lumbricus castaneus*.

Обнаруженные виды входят в две морфо-экологические группировки: 1) подстилочные дождевые черви (epigeic species): *Eiseniella tetraedra*, *Lumbricus rubellus*, *Lumbricus castaneus*, *Dendrodrilus rubidus f. tenuis*; 2) внутрпочвенные (endogeic species): *Aporrectodea caliginosa*, *Octolasion lacteum*.

Преобладают подстилочные черви, питающиеся на поверхности или в приповерхностном слое. Часто они обнаруживались в зоне корневой шейки трав в слое 0–2 см и до глубины 10 см. Как правило, это мелкие черви, за исключением *Lumbricus rubellus*.

В обеих почвах на сенокосе типичными являются *Lumbricus rubellus* и *Aporrectodea caliginosa*.

В общей численности червей в слое 0–10 см в глубокоголееватой почве на вершине холма резко доминируют мелкие формы, они же составляют половину

всех особей и в более сырой почве плоского участка. В слое 10–20 см количество мелких и крупных форм примерно поровну в обеих почвах.

Нижняя часть гумусового горизонта (10–20 см) имеет специфические отличия. В глубокоглееватой почве воздухоносная пористость выше, чем в поверхностно-глееватой (где часто возникают анаэробные условия). Поэтому в почве на вершине холма в слое 10–20 см встречаются больше *Aporrectodea caliginosa*, в меньшей степени *Octolasion lacteum*. В сырой почве с периодическим полным насыщением пор водой отмечается большая доля *Octolasion lacteum*, редко появляется *Eiseniella tetraedra* и уменьшается количество *Aporrectodea caliginosa*. Важно, что *Octolasion lacteum* и *Eiseniella tetraedra* типичны для влажных и сырых почв. Первый вид является еще и калькофилом, а второй способен выдерживать затопление [11, 12].

На пахотном поле в глееватых буроземах преобладает *Aporrectodea caliginosa*, встречается *Lumbricus rubellus*, реже – *Dendrodrilus rubidus f. tenuis*.

В дерново-глеевой почве разнообразие червей немного выше: *Aporrectodea caliginosa*, *Lumbricus rubellus*, *Dendrodrilus rubidus f. tenuis*, *Eiseniella tetraedra* (последний вид преимущественно в почве с длительным поверхностным затоплением).

ВЫВОДЫ

1. Процентное соотношение типов беспозвоночных в почвах сенокоса на Лава-Прегольской низменности и пахотном поле на Самбийской равнине имеет близкое доленое участие представителей *Annelida* и *Mollusca*. В пахотных почвах значительно меньше членистоногих (*Arthropoda*). Преобладают среди мезофауны особи типа *Nematoda*.

2. Количество дождевых червей выше в средне- и тяжелосуглинистых почвах сенокоса, обладающих близкой к нейтральной и нейтральной реакцией среды и богатых отмершими частями злаковых трав.

3. Очень низкое количество люмбрицид (в среднем 58 шт./м²) характерно для гумусового горизонта глееватых супесчаных и легкосуглинистых буроземов с кислой реакцией среды, малым содержанием гумуса. По-видимому, отрицательное влияние оказывают остаточные количества пестицидов.

4. Общей закономерностью является увеличение количества дождевых червей в гумусовом горизонте от почв с меньшей влажностью (повышения и склоны) к почвам с большей (пониженные участки, замкнутые понижения). Видовой состав люмбрицид также разнообразнее в почвах понижений.

5. Основная масса дождевых червей концентрируется в слое 0–10 см в дерново-подзолистых оглеенных почвах на сенокосе Лава-Прегольской низменности и в дерново-глеевых почвах западин на Самбийской равнине. Однако подсчеты люмбрицид на глееватых буроземах, выполненные в первую декаду апреля и в июне, выявили сезонную миграцию в зависимости от влажности в пределах гумусового горизонта.

6. Начальные исследования люмбрицид показали индикаторную роль червей: в почвах с близким залеганием к поверхности карбонатных отложений встречается калькофильный вид (*Octolasion lacteum*), а в ареалах с периодом поверхностного затопления – *Eiseniella tetraedra*.

Список источников

1. Атлавините О. П. Экология дождевых червей и их влияние на плодородие почвы в Литовской ССР / под ред. М. С. Гилярова. Вильнюс: Мокслас, 1975. 202 с.
2. Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв. Москва: Наука, 1965. 277 с.
3. Кутовая О. В. Влияние дождевых червей (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) на биоту и органическое вещество дерново-подзолистых почв при разных системах землепользования: автореф. Дис.... канд. с.-х. наук: 03.02.13. Москва, 2012. 25 с.
4. Lee K. E. Earthworms. Their ecology and relationships with soils and land use. Academic Press (Harcourt Brace Jovanovich, Publishers). 1985. 411 p.
5. Bohlen P. J., Parmelee R. W., McCartney D. A., Edwards C. A. Earthworm effects on carbon and nitrogen dynamics of surface litter in corn agroecosystems. *Ecological Applications*, 1997. Vol. 7. PP. 1341–1349.
6. Виноградова О. Л. Видовой состав *Lumbricidae* как индикатор генетической и агрономической диагностики аллювиальных почв // Проблемы сельского хозяйства: сб. науч. тр. Калининград, 2000. С. 34–36.
7. Паракшина Э. М., Анциферова О. А. К вопросу о роли муравьев в формировании структур почвенного покрова // Проблемы сельского хозяйства: сб. науч. тр. КГТУ. Калининград, 1999. С. 120–123.
8. Анциферова О. А. Динамика растительности и свойств почв на молодых залежах Тамбовской равнины и Замландского полуострова. Калининград: Изд-во КГТУ, 2005. 304 с.
9. Юсов А. И. Эрозия почв Вармийской возвышенности. Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2011. 201 с.
10. Воробьева Л. А. Химический анализ почв. Москва: Изд-во МГУ. 1998. 272 с.
11. Максимова Л. С., Гурина Н. В. Дождевые черви (*Lumbricidae*) фауны Беларуси: справочник-определитель. Минск: Беларуская навука, 2014. 56 с.
12. Всеволодова-Перель Т. С. Дождевые черви фауны России: Кадастр и определитель. Москва: Наука. 1997. 102 с.
13. Звягинцев Д. Г., Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв. Москва: Изд-во МГУ, 2005. 445 с.

References

1. Atlavinite O. P. *Ekologiya dozhdevykh chervev i ikh vliyaniye na plodorodiye pochvy v Litovskoy SSR* [Ecology of earthworms and their influence on soil fertility in the Lithuanian SSR]. Vilnius, Mokslas, 1975, 202 p.
2. Gilyarov M. S. *Zoologicheskiy metod diagnostiki pochv* [Zoological method of soil diagnostics]. Moscow, Nauka, 1965, 277 p.
3. Kutovaya O. V. *Vliyaniye dozhdevykh chervev (Oligochaeta, Lumbricidae) na biotu i organicheskoye veshchestvo dernovo-podzolistykh pochv pri raznykh sistemakh zemlepol'zovaniya. Avtoref. dis. kand. s.-kh. nauk.* [Influence of earthworms (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) on the biota and organic matter of sod-podzolic soils under different land use systems. Abstract. diss. cand. of agric. sci.]. Moscow, 2012, 25 p.

4. Lee K. E. Earthworms. Their ecology and relationships with soils and land use. Academic Press. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, 1985, 411 p.
5. Bohlen P. J., Parmelee R. W., McCartney D. A., Edwards C. A. Earthworm effects on carbon and nitrogen dynamics of surface litter in corn agroecosystems. *Ecological Applications*, 1997, vol. 7, pp. 1341–1349.
6. Vinogradova O. L. Vidovoy sostav Lumbricidae kak indikator geneticheskoy i agronomicheskoy diagnostiki allyuvial'nykh pochv [Species composition of Lumbricidae as an indicator of genetic and agronomic diagnostics of alluvial soils]. *Sbornik nauchnykh trudov KGTU "Problemy sel'skogo khozyaystva"* [Collection of scientific proc. of KSTU "Issues of agriculture"]. Kaliningrad, 2000, pp. 34–36.
7. Parakshina E. M., Antsiferova O. A. K voprosu o roli murav'yev v formirovaniy struktur pochvennogo pokrova [Revisiting the role of ants in the formation of soil cover structures]. *Sbornik nauchnykh trudov KGTU "Problemy sel'skogo khozyaystva"* [Collection of scientific proc. KSTU "Issues of agriculture"]. Kaliningrad, 1999, pp. 120–123.
8. Antsiferova O. A. *Dinamika rastitel'nosti i svoystv pochv na molodykh zalezkhakh Tambovskoy ravniny i Zamlandskogo poluostrova* [Dynamics of vegetation and soil properties on young deposits of the Tambov plain and the Zamland Peninsula]. Kaliningrad, KSTU Publ., 2005, 304 p.
9. Yusov A. I. *Eroziya pochv Varmiyskoy vozvysheynosti* [Soil erosion of the Warmian upland]. Kaliningrad, KSTU Publ., 2011, 201 p.
10. Vorobyova L. A. *Khimicheskyy analiz pochv* [Chemical analysis of soils]. Moscow, Moskovskiy Gos. Univ., 1998, 272 p.
11. Maksimova L. S., Gurina N. V. *Dozhdevyye chervi (Lumbricidae) fauny Belarusi: spravochnik-opredelitel'*. [Earthworms (Lumbricidae) of the fauna of Belarus: a reference guide]. Minsk, Belorusskaya navuka, 2014, 56 p.
12. Vsevolodova-Perel T. S. *Dozhdevyye chervi fauny Rossii: Kadastr i opredelitel'*. [Earthworms of the fauna of Russia: Cadastre and determinant]. Moscow, Nauka, 1997, 102 p.
13. Zvyagintsev D. G., Babyeva I. P., Zenova G. M. *Biologiya pochv* [Soil biology]. Moscow, Moskovskiy Gos. Univ., 2005, 445 p.

Информация об авторах

О. А. Анциферова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Д. И. Юсупова – аспирант
Д. Н. Сафонова – аспирант

Information about the authors

O. A. Antsiferova – PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor
D. I. Yusupova – post-graduate student
D. N. Safonova – post-graduate student

Статья поступила в редакцию 09.02.2022; одобрена после рецензирования 15.02.2022; принята к публикации 01.04.2022.

The article was submitted 09.02.2022; approved after reviewing 15.02.2022; accepted for publication 01.04.2022.