

Ю.Ю. ДАВЫДОВА¹, Е.В. ВАРШАВ¹

¹Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина (Мининский университет), Нижний Новгород, Российская Федерация

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ КОЛЛЕМБОЛ (COLLEMBOLA) В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация. В статье дается обзор накопленного за 30 лет опыта экспериментального изучения этологии и трофической деятельности коллембол в лабораторных условиях. Приведена общая характеристика основных методов изучения различных типов поведения и особенностей питания коллембол, относящихся к разным жизненным формам. Приводится методика проведения прямых наблюдений за особями в зоокультуре. Описывается методика использования искусственной питательной среды, используемой для содержания дрозофил, в качестве корма для коллембол при долговременном их содержании в лаборатории. Освещается авторская методика получения жизнеспособных зоокультур, позволяющая поддерживать их в активном состоянии в течение десятилетий. Рассматривается уникальный метод применения прижизненной временной метки для изучения аспектов индивидуального поведения коллембол, также освещаются результаты использования метода Дайса при изучении пространственного распределения этих беспозвоночных.

Ключевые слова: Collembola, этология, искусственная питательная среда, временная прижизненная метка, метод Дайса.

YU.YU. DAVYDOVA¹, E.V. VARSHAV¹

¹Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

THE STUDY OF THE BEHAVIOR OF COLLEMBOLA (COLLEMBOLA) IN LABORATORY CONDITIONS

Abstract. The article provides an overview of the accumulated over 30 years of experience in the experimental study of ethology and trophic activity of Collembola in laboratory conditions. The General characteristics of the main methods of studying various types of behavior and feeding habits of Collembola, belonging to different life forms. The technique for direct observations of individuals in zooculture. Describes the method of using artificial culture medium used for the maintenance of fruit flies, as food for Collembola in the long-term concentrations in the laboratory. Illuminated by the author's method of obtaining viable zooculture, creating them in an active state for decades. Explores the unique method of applying timestamp in vivo for study of individual behaviour of Collembola, also highlights the results of using the method of Dyce in the study of the spatial distribution of these invertebrates.

Keywords: Collembola, ethology, artificial nutrient medium, the temporary lifetime label, method of Dice

Коллемболы, или Ногохвостки (Collembola) – одна из наиболее древних групп мелких почвенных членистоногих, широко распространенная во всех регионах Земли, разнообразная, многочисленная и процветающая в настоящее время. Эти микроартроподы, достигающие размеров 1-5 мм, населяют, главным образом, подстилку и почву, а также встречаются на стволах деревьев, в травостое, на плодовых телах шляпочных грибов, в моховых подушках, на водной плёнке, в муравейниках и норах грызунов. В почвах коллемболы образуют, как правило, многовидовые группировки, содержащие десятки совместно живущих видов разных жизненных форм.

Ногохвостки являются важной составной частью сложных комплексов почвенных животных, играющих существенную роль в формировании почвенных экосистем и их функционировании. Функциональная роль коллембол связана с их пищевой деятельностью: активно потребляя микрофлору почвенного детрита, грибковый мицелий, почвенные водоросли, бактериальные плёнки, они оказывают существенное влияние на превращение их биомассы, активность, качественный и количественный состав.

Коллемболы, ускоряя микробные сукцессии и стимулируя минерализацию, утилизируя растительный опад, являются решающим фактором, влияющим на интенсивность и направленность процессов разложения органических веществ, и оказывают прямое или косвенное влияние на циркуляцию азота, натрия, калия. Они являются активными участниками гумусообразовательных процессов, хотя доля вклада отдельных видов различна. Обеспечивая почвенное плодородие, эти микроартроподы способствуют поддержанию устойчивости биогеоценозов.

Древность и современное разнообразие коллембол вызывает особый интерес почвенных зоологов к этой группе членистоногих. Биоценотические связи коллембол, характер их межвидовых и внутривидовых отношений исследованы ещё недостаточно полно. Актуальным в настоящее время является изучение этологии коллембол, выявление аспектов трофического и агрегативного поведения, поведенческих реакций представителей разных систематических групп и жизненных форм.

Коллемболы являются архаичной и примитивной группой, которая демонстрирует элементарные формы общественного поведения (Гиляров, 1984; Чернова, 1984). Изучение этологии коллембол помогает раскрыть механизмы социальных отношений у членистоногих, выявить особенности популяционно-биоценотических связей и пролить свет на общие проблемы эволюции поведения у животных.

Мелкие размеры и скрытый образ жизни сильно затрудняют непосредственные наблюдения за коллемболами в природных условиях, в естественной среде их обитания. В связи с этим исследование поведения этих микроартропод возможно только в камеральных условиях, обеспечивающих их жизненно важные потребности.

Первые публикации, посвященные методике разведения и длительного содержания коллембол в лабораторных условиях, появились во второй половине прошлого века [Britt, 1951. с. 119; Murphy, Doncaster, 1957. с. 202; Goto, 1960. с. 138; Torne, 1967. с. 296; Thibaud, 1970. с. 1; Petersen, 1971. с. 235; Стриганова, 1975. с. 128; Дунгер и др., 1987. с. 26; Варшав, 1994. с. 91]. В них детально рассматриваются методы выделения живых ногохвосток из почвы, способы их разведения, создания жизнеспособных зоокультур, как чистых, так и смешанных. Предлагаются различные решения проблемы кормления животных в искусственных условиях. Актуальность появления работ, освещающих проблему разведения ногохвосток в лаборатории и их содержания в течение длительного времени, в свое время была обусловлена невозможностью или значительной затрудненностью наблюдений за этими животными в полевых условиях. Трудности изучения биологии и экологии ногохвосток связаны не только с их мелкими размерами, почвенным образом жизни, но и с особенностями их поведения. Помимо того, ряд экспериментальных исследований требует моделирования определенных ситуаций, что также не представляется возможным в природе. На базе кафедры биологии, химии и биолого-химического образования НГПУ им. К. Минина (бывшей кафедре зоологии) в течение последних десятилетий проводились исследования биологии и экологии позвоночных и беспозвоночных животных [7]. Нами более чем за 30 лет накоплен богатый опыт изучения этологии и трофической деятельности коллембол в лабораторных условиях. Его основные аспекты следующие:

I. Применение метода прямых наблюдений.

Наблюдение как метод собирания информации – хронологически самый первый приём исследования, появившийся в естественной истории, а потом перешедший в арсенал биологии и сохранивший свое значение и по сей день. Этот метод требует точности,

аккуратности и активности от наблюдателя, а также его непредвзятости, знаний и опыта, правильного выбора технических средств и постановки задачи, наличие четкого плана наблюдений и регулярности в его реализации [8, с. 16].

Изучение коллембол в лабораторных условиях методом прямых наблюдений помогает не только выяснить тонкие механизмы их поведения и трофической деятельности, необходимые для уточнения уже имеющихся данных, полученных другими методами, но и дает возможность приобретения уникальных, оригинальных сведений о жизнедеятельности этих микроартропод, ведущих скрытый образ жизни [5, с. 53].

II. Использование искусственной питательной среды (ИПС) в качестве корма.

Данная ИПС применяется для разведения дрозофилы [10, с. 121]. Её состав: 250 мл воды, 24 г дрожжей, 3 г агар-агара, 8 г сахарного песка, 8 г манной крупы. Проведенные нами специальные эксперименты и последующее многолетнее содержание коллембол в лабораторных условиях свидетельствуют о том, что ИПС в значительной степени подходит в качестве корма для этих животных [6, с. 82].

ИПС отвечает следующим параметрам, подходящим для коллембол: 1) благоприятно сказывается на протекании жизненных циклов и жизнеспособности; 2) поддерживает или повышает уровень плодовитости; 3) обеспечивает возможность нормального развития разных возрастных групп; 4) обеспечивает возможность нормального развития более 20 видов, относящихся к разным семействам и жизненным формам.

ИПС отвечает следующим параметрам, подходящим для исследователя: 1) доступность приобретения компонентов; 2) относительная простота приготовления; 3) возможность относительно долгосрочного хранения в условиях холодильной камеры; 4) сокращение затраты времени на процедуру кормления.

Таким образом, применение ИПС позволяет экономить время и средства для получения кормового материала и на протяжении многих лет проводить исследования с активными и плодовитыми разновозрастными культурами коллембол в лабораторных условиях.

III. Получение зоокультуры коллембол.

На основе общепринятой методики содержания и разведения коллембол [14, с. 128] нами разработан алгоритм получения зоокультуры коллембол, включающий 4 этапа.

I этап – подготовка камер – входит: 1) подбор камер определенного объема в соответствии с видовыми размерными характеристиками коллембол и числом особей первоначальной – материнской популяции (25x20 мм; 35x40 мм); 2) заливка камер гипсово-угольным субстратом не менее, чем за сутки до помещения в них коллембол.

II этап – сбор материала – входит: 1) сбор почвенных проб в различных биотопах из разных горизонтов почвы и подстилки или скоплениях органики; 2) выгонка коллембол с помощью термоэлектродов типа Тульгрена в стаканы с водой; 3) периодическая выборка коллембол с поверхности воды (первая процедура – уже через 60-90 минут после помещения почвенной пробы в электрод) и с влажных фильтров в течение двух суток, используя деревянные шпатели, препаровальную иглу или эксгаустер.

III этап – размещение – включает: 1) формирование первоначальных, материнских монокультур (у многочисленных видов) по мере выборки коллембол; при этом учитываются размеры особей: максимальная площадь, приходящаяся на 1 особь с длиной тела до 2 мм, составляет около 30 мм², для особей более крупных размеров – около 50 мм²; 2) формирование смешанных культур из нескольких видов, выделенных из одной и той же пробы и представленных несколькими особями.

IV этап – разведение – входит: 1) ежедневное просматривание камер в течение первых двух-трех недель; 2) кормление коллембол ИПС и увлажнение субстрата по мере необходимости; 3) формирование монокультур за счет перемещения свежееотложенных кладок яиц из камер со смешанными культурами в отдельные камеры.

V этап – содержание зоокультуры – входит: 1) кормление коллембол ИПС каждые 4-5 дней; 2) увлажнение и чистка субстрата по мере необходимости; 3) пересадка зоокультуры на новый субстрат 1-2 раза в год; 4) рассаживание (деление) зоокультуры при достижении в ней большой плотности популяции и перенаселении. Периодические перемещения зоокультуры на новый субстрат в другую камеру стимулируют репродуктивную активность коллембол.

Таким образом, данная методика позволяет получить многочисленные зоокультуры видов коллембол с грызущим ротовым аппаратом, относящихся к разным группам и жизненным формам, и поддерживать их годами при соответствующих условиях содержания [6, с. 82]. Использование зоокультур коллембол предоставляет возможность проводить исследования в течение всего года, вне зависимости от сезона и оперировать необходимым и большим числом особей в соответствии с задачами экспериментов или наблюдений.

IV. Применение временной прижизненной метки.

Маркировка – один из методов, который часто используется в гармоничном сочетании с методом прямых наблюдений при изучении биологии и этологии животных. Она осуществляется разными способами, которые зависят от особенностей объекта изучения и задач исследования. Например, насекомых метят красками вручную с помощью кисточки, соломинки и т.п. [11, с. 7274]. Имеющиеся способы маркировки, к сожалению, не приемлемы для коллембол, которые характеризуются водоотталкивающими, сравнительно тонкими покровами и размерами тела менее 1-2 мм.

Для проведения прямых наблюдений за поведением конкретных особей в лабораторной микропопуляции ногохвосток сконструирован и смонтирован специальный прибор – «термоигла». Она предоставляет возможность нанесения временной прижизненной метки на таких мелких членистоногих, как коллемболы [22, с. 3].

«Термоигла» включает: 1) иглу – контактный элемент, внутри корпуса которой находятся стержень и нагревательный элемент; 2) блок питания с регулятором напряжения, шнуром и вилок (рисунки 1).



Рисунок 1. «Термоигла» – уникальный прибор, состоящий из блока питания (1), нагревательного элемента (2), иглы (3), ручки (4) и электрического шнура с вилок (5)

Маркер – красящая смесь – изготавливается на основе восков, входящих в состав губной помады, и пигментов – порошка активированного угля или конго-рота.

Микрометка, наносимая с помощью «термоиглы», обладает следующими качествами: нетоксична; хорошо фиксируется на водоотталкивающих покровах; не препятствует нормальному протеканию процесса линьки и сходит вместе с экзuviaем; не сказывается на жизнедеятельности особи; ее можно наносить неоднократно, производя повторное мечение.

Алгоритм нанесения микрометки: 1) подключение термоиглы к блоку питания; 2) установка с помощью регулятора напряжения необходимой температуры

(50–60°C) нагревания иглы; 3) погружение кончика иглы, имеющей специальное углубление для удерживания красителя в расплавленном состоянии, на 1–2 секунды в красящую смесь; 4) нанесение микрометки на ногохвостку: производится за доли секунды, едва касаясь поверхности тела, чтобы избежать травмирования особи, при этом маркер сразу же застывает, оставляя на кутикуле контрастную микрометку специфической формы и размера для каждой особи (рисунок 2).

Маркировка проводится под биноклем при искусственном освещении и является не травматичной для коллембол после приобретения исследователем определенного навыка. Микрометка наносится только на дорсальную часть вершины брюшка, что связано с особенностями протекания процесса линьки у коллембол: первый разрыв старой шкурки происходит на спинной стороне грудных сегментов, а с брюшка экзувий сходит уже «чулком». В связи с этим микрометка, нанесенная на брюшные сегменты, не препятствует нормальному ходу линьки и устраняется вместе со шкуркой. Нанесение повторной метки проводится через 2–3 часа после линьки, чтобы новый хитиновый покров успел приобрести определенную плотность.

Каждой маркированной особи присваивается постоянный индивидуальный номер, и в журнале наблюдений фиксируются особенности конфигурации соответствующей ему метки [2, с. 4; 22, с. 3].

С помощью временной прижизненной метки в процессе долговременных наблюдений за зоокультурами *Onychiurus stachianus* и *Protaphorura cancellata* уточнены или впервые установлены: 1) продолжительность межлиночного периода; 2) уровень среднесуточной пищевой активности; 3) индивидуальные особенности особей в характере изменений пищевой активности и в её уровне; 4) высокий уровень трофической активности самок до и после откладки яиц. Полученные сведения уточняют и почти в три раза корректируют показатели, традиционно рассчитываемые на основе учета непрерывного питания коллембол при экстраполяции на природные популяции [4, с. 1411].

С помощью временной прижизненной метки выявлен характер изменений скорости обнаружения корма за межлиночный цикл у *Onychiurus stachianus*: установлены дни с максимальной и минимальной пищевой и поисковой активностью; выявлены индивидуальные особенности этих параметров у ногохвоток [13, с. 124].

Таким образом, применение временной прижизненной метки предоставляет возможность для наблюдений за поведением конкретных особей при групповом содержании коллембол, что приближает условия эксперимента к естественным. Данный метод позволяет получить более точные и уникальные сведения о трофической деятельности и поведении этих микроартропод.

V. Применение метода Дайса.

Метод Дайса – способ определения степени агрегированности особей в популяции. Он включает: 1) измерение стандартными способами расстояний между особями; 2) построение графика частот встречаемости дистанций; 3) анализ формы графика, свидетельствующей о том или ином характере распределения особей в пространстве: симметричная кривая (в виде колокола) – случайное, скошенная вправо – равномерное, скошенная влево – групповое [16, с. 1]. Мы впервые применили этот метод при изучении пространственного распределения коллембол в лабораторных условиях [12, с. 7].

Исследовали индивидуальные дистанции в модельных группах из 50 особей (по 3 группы для каждого вида) у 10 видов ногохвосток, относящихся к подотрядам *Poduromorpha* (семейства *Onychiuridae* и *Hypogastruridae*), и *Entomobryomorpha* (семейства *Entomobryidae* и *Isotomidae*), относящиеся к разным жизненным формам. Размеры и площадь дна экспериментальных камер были подобраны в соответствии с размерными характеристиками видов. Режим (периодичность) наблюдений составили с учетом отличий трофических стратегий поведения и двигательной активности исследуемых видов. Наблюдения проводили во время очередного кормления (через 3-4 дня) с использованием МБС-9 при увеличении в 16 и 24 раза. Корм (ИПС) раскладывали равномерно по всему субстрату: порциями диаметром 1-2 мм через 2-3 мм. Окулярной линейкой измеряли расстояние между

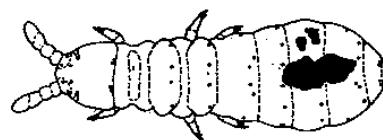


Рисунок 2. Особь *Onychiurus stachianus*, помеченная временной прижизненной меткой

туловищами, головами, головой и туловищем каждых соседних кормящихся особей. Всего сделано 21120 измерений; время непрерывных наблюдений – 286 часов.

Для каждого вида выделили 4 категории индивидуальных дистанций в зависимости от частоты встречаемости: 1) предпочитаемые; 2) обычные (1-5%); 3) редкие (1-4,9%); 4) избегаемые (0,01-1%). Провели необходимую стандартную математическую обработку данных и построили графики, демонстрирующие частоты индивидуальных дистанций в различные моменты наблюдений.

Таким образом, применение метода Дайса позволило проиллюстрировать и удостоверить особенности внутривидовых отношений коллембол при освоении ими жизненного пространства во время питания. Величина индивидуальных дистанций у этих микроартропод, по-видимому, зависит от общего типа поведения конкретного вида и не определяется таксономической принадлежностью и жизненной формой [6, с. 69].

ЛИТЕРАТУРА

1. Варшав Е.В. Обеспечение живым материалом лабораторного практикума по экологии // Фундаментальная и методическая подготовка будущего специалиста по экологии и охране природы: Тез. докл. Российск. научно–практ. конф. Орел, 1994 г. С. 91-92.
2. Варшав Е.В. Оценка трофической деятельности коллембол методом прямых наблюдений: автореф. дис. канд. биол. наук. Горький: МГПИ им. В.И. Ленина. 1988. 16 с.
3. Варшав Е.В., Давыдова Ю.Ю. Использование искусственной питательной среды при долговременном содержании зоокультур коллембол (*Collembola*) // Тенденции формирования науки нового времени: сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. С. 82-84. ISBN 978-5-7477-3427-2
4. Варшав Е.В., Чернова Н.М. Трофические ритмы у коллембол // Зоол. журн. 2004. Т. 83. №12. С. 1411-1418. ISSN 0044-5134
5. Давыдова Ю.Ю. Внутренние механизмы регуляции агрегативного поведения у коллембол семейства *Entomobryidae* // Зоологические исследования регионов России и сопредельных территорий: материалы III Международной научной конференции. Нижний Новгород, 2014. С. 53-56.
6. Давыдова Ю.Ю., Варшав Е.В. Использование метода Дайса при лабораторном изучении пространственного распределения коллембол (*Collembola*) // Экология, эволюция и систематика животных: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Рязань. 2012. С. 69-70. ISBN 978-5-98436-027-2
7. Дмитриев А.И., Дмитриев Г.А., Заморева Ж.А., Трушкова М.А., Кривоногов Д.М. Экологическая структура позвоночных животных в зоне дорожного эффекта региональных автомагистралей [Электронный ресурс] // Вестник Мининского университета. 2013. № 2. URL: http://www.mininuniver.ru/scientific/scientific_activities/vestnik/archive/no2
8. Кабакова Д.В. Наблюдение, описание и эксперимент как основные методы биологии // Проблемы и перспективы развития образования: материалы Междунар. науч. конф. Т. I. Пермь: Меркурий, 2011. С. 16-19.
9. Бызова Ю.Б., Гиляров М.С., Дунгер В. Количественные методы в почвенной зоологии. М.: Наука, 1987. 288 с.
10. Медведев Н.Н. Практическая генетика. М.: Наука, 1968. 293 с.
11. Никитина Н.А., Николаева Г.А. К методике мечения блох красителями // Мед. паразитол. и паразитар. бол. 1980. Вып. 4. С. 7274. ISSN 0025-8326
12. Савенкова Ю.Ю. Внутри- и межвидовые взаимоотношения коллембол подотряда *Poduromorpha* и подотряда *Entomobryomorpha* на основе трофической деятельности: автореф. дис. канд. биол. наук. Н.Новгород: НГПУ. 2009. 25 с.
13. Савенкова Ю.Ю. Изменение скорости обнаружения корма *Onychiurus stachianus* (*Collembola: Onychiutidae*) // Материалы II Международной научно-практической

конференции «Проблемы биологии, экологии, географии, образования: история и современность». С.Пб. 2008. С. 124-125.

14. Стриганова Б.П. Содержание и культивирование некоторых почвенных беспозвоночных–сапрофагов в лаборатории // Методы почвенно-зоологических исследований: сб. ст. М.: Наука, 1975. С. 128-137

15. Britt N.W. Observations on the life history of the collembolan *Achorutes armatus* // Trans. amer. micr. Soc. 1951. Vol.70. P. 119-132.

16. Dice L.R. Measure of spacing between individuals within a population // Contr. Lab. Vert. Biol. 1952. Vol.55. P. 1-23.

17. Goto H.E. Simple Tehnique for the rearing of Collembola and a note of the use of a fungisttic substance in the culture // Ent. Mon. Mag. 1960. Vol.96. P. 138-140

18. Murphy P.W., Doncaster C.C. A culture method for soil mesofauna and its application to the study of Nematode predators // Nematol. 1957. Vol.2. P. 202–214.

19. Petersen H. Methods for estimation of growth of Collembola in cultures and in the field, exemplified by preliminary results for *Onychiurus furcifer* (Börner) // Ann. Zool. Ecol. An : IV. Coll. Pedobiologiae. Dijon 1970 (hors serie). 1971. P. 235–254.

20. Thibaud J–M. Biologie et e'cologie des Collemboles Hypogastruridae e'daphigues et cavernisoles // Me'moires du National d'histoire naturelle (nouvelle se'rie) : Se'r. A., Zool. 1970. Bd.61. № 3. P. 1-201.

21. Törne von E. Beispiele für mikrobiogene Einflüsse auf den Massenwechsel von Bodentieren // Pedobiologia. 1967. Bd.7. P. 296-305.

22. Varshav E.V., Davydova Yu. Yu. Time lifetime marks of individuals at studying collembola (*Collembola*) // European Applied Sciences – Stuttgart, Germany. 2013. №12. P. 3-4. ISSN 2195-2183

REFERENCES

1. Varshav E.V. *Obespechenie zhivym materialom laboratornogo praktikuma po jekologii* [Providing living material laboratory workshop on ecology]. *Fundamental'naja i metodicheskaja podgotovka budushhego specialista po jekologii i ohrane prirody: Tez. dokl. Rossijsk. nauchno–prakt. konf.* [The fundamental and methodological training of future specialists in ecology and environmental protection : Abstracts of the Russian scientific-practical conference]. Orel, 1994, pp. 91-92 (in Russian).

2. Varshav E.V. *Ocenka troficheskoj dejatel'nosti kollembol metodom prjamyh nabljudenij. Diss.kand.biol.nauk* [Assessment of the trophic activity of springtails by direct observation. Cand. biolog. sci. diss.]. Gor'kiy: MGPI im. V.I. Lenina Publ., 1988. 16 p. (In Russian)

3. Varshav E.V., Davydova Yu.Yu. *Ispol'zovanie iskusstvennoj pitatel'noj sredy pri dolgovremennom sodержanii zookul'tur kollembol (Collembola)* [Using an artificial culture medium for long-term maintenance zooculture springtails (*Collembola*)]. *Tendencii formirovanija nauki novogo vremeni: sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno–prakticheskoy konferencii.* [Tendencies of formation of modern science : a collection of articles of the International scientific and practical conference]. Ufa, RITs BashGU Publ., 2014, pp. 82-84. ISBN 978-5-7477-3427-2 (in Russian).

4. Varshav E.V., Chernova N.M. *Troficheskie ritmy u kollembol* [Trophic rhythms in *Collembola*]. *Zool.zhurn.*, 2004, T.83, no. 12, pp. 1411-1418. ISSN 0044-5134 (in Russian)

5. Davydova Yu.Yu. *Vnutrennie mehanizmy reguljicii agregativnogo povedenija u kollembol semejstva Entomobryidae* [Internal mechanisms of regulation of aggregative behavior in springtail family *Entomobryidae*]. *Zoolgicheskie issledovanija regionov Rossii i sopredel'nyh territorij: materialy III Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii* [Zoolgicheskie study regions of Russia and neighboring territories: Materials III International scientific conference]. Nizhniy Novgorod, 2014, pp. 53-56 (in Russian)

6. Davydova Yu.Yu., Varshav E.V. *Ispol'zovanie metoda Dajsa pri laboratornom izuchenii prostranstvennogo raspredelenija kollembol (Collembola)* [The use of the Dice in the laboratory study of the spatial distribution of springtails (Collembola)]. *Jekologija, jevoljucija i sistematika zhivotnyh: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [Ecology, Evolution and Systematics of Animals : Materials of All-Russian scientific-practical conference with international participation]. Ryazan', 2012, pp. 69-70. ISBN 978-5-98436-027-2 (in Russian)
7. Dmitriev A.I., Dmitriev G.A., Zamoreva Zh.A., Trushkova M.A., Krivonogov D.M. *Jekologicheskaja struktura pozvonocnyh zhivotnyh v zone dorozhnogo jeffekta regional'nyh avtomagistralej* [Ecological structure of vertebrates in the area of road effect of regional highways. *Vestnik Mininskogo universiteta*, 2013, no. 2. Available at: http://www.mininuniver.ru/scientific/scientific_activities/vestnik/archive/no2 (in Russian)
8. Kabakova D.V. *Nabljudenie, opisanie i jeksperiment kak osnovnye metody biologii* [The observation, description, and experiment as the basic techniques of biology]. *Problemy i perspektivy razvitiija obrazovanija: materialy Mezhdunar. nauch. konf.T. I.* [Problems and prospects of the development of education : proceedings of the International Scientific Conference.T. I.]. Perm': Merkuriy, 2011, pp. 16-19(in Russian)
9. Byzova Ju.B., Giljarov M.S., Dunger V. *Kolichestvennye metody v pochvennoj zoologii* [Quantitative Methods in Soil Zoology]. Moscow, Nauka Publ., 1987. 288 p. (In Russian)
10. Medvedev N.N. *Prakticheskaja genetika* [Practical genetics]. Moscow, Nauka Publ., 1968, 293 p. (In Russian)
11. Nikitina H.A., Nikolaeva G.A. *K metodike mechenija bloh krasiteljami* [By the method of labeling dyes fleas]. *Med. parazitol. i parazitarn. Bol.*, 1980, no. 4, pp. 7274. ISSN 0025-8326 (in Russian)
12. Savenkova Yu.Yu. *Vnutri- i mezhhvidovye vzaimootnosheniya kollembol podotrjada Poduromorpha i podotrjada Entomobryomorpha na osnove troficheskoj dejatel'nosti.Dis.kand.biol.nauk* [Intra- and inter-species relationships , and springtails suborder suborder Poduromorpha Entomobryomorpha based trophic activity. Cand. biolog. sci. diss.]. N.Novgorod, NGPU Publ., 2009, 25 p. (In Russian)
13. Savenkova Yu.Yu. *Izmenenie skorosti obnaruzhenija korma Onychiurus stachianus (Collembola: Onychiutidae)* [Changing the speed of detection of food Onychiurus stachianus (Collembola: Onychiutidae)]. *Materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Problemy biologii, jekologii, geografii, obrazovanija: istorija i sovremennost'»* [Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference "Problems of biology, ecology , geography , education : History and Modernity"]. St.Petersburg, 2008, pp. 124-125 (in Russian)
14. Striganova B.R. *Soderzhanie i kul'tivirovanie nekotoryh pochvennyh bespozvonocnyh-sapروفagov v laboratorii* [Maintenance and cultivation of some soil invertebrates in the laboratory – saprophages]. *Metody pochvenno-zoologicheskikh issledovanij: sb. St.* Moscow, Nauka Publ., 1975, pp. 128-137 (in Russian)
15. Britt N.W. Observations on the life history of the collembolan *Achorutes armatus* // *Trans. amer. micr. Soc.* 1951. Vol.70. P. 119-132.
16. Dice L.R. Measure of spacing between individuals within a population // *Contr. Lab. Vert. Biol.* 1952. Vol.55. P. 1-23.
17. Goto H.E. Simple Tehnique for the rearing of Collembola and a note of the use of a fungisttic substance in the culture // *Ent. Mon. Mag.* 1960. Vol.96. P. 138-140
18. Murphy P.W., Doncaster C.C. A culture method for soil mesofauna and its application to the study of Nematode predatores // *Nematol.* 1957. Vol.2. P. 202-214.
19. Petersen H. Methods for estimation of growth of Collembola in cultures and in the field, exemplified by preliminary results for *Onychiurus furcifer* (Börner) // *Ann. Zool. Ecol. An : IV. Coll. Pedobiologiae. Dijon* 1970 (hors serie). 1971. P. 235-254.

20. Thibaud J–M. Biologie et e'cologie des Collemboles Hypogastruridae e'daphigues et cavernisoles // Me'moires du National d'histoire naturelle (nouvelle se'rie) : Se'r. A., Zool. 1970. Bd.61. № 3. P. 1-201.
21. Törne von E. Beispiele für mikrobiogene Einflüsse auf den Massenwechsel von Bodentieren // Pedobiologia. 1967. Bd.7. P. 296-305.
22. Varshav E.V., Davydova Yu. Yu. Time lifetime marks of individuals at studying collembola (Collembola) // European Applied Sciences – Stuttgart, Germany. 2013. №12. P. 3-4. ISSN 2195-2183

© Варшав Е.В., Давыдова Ю.Ю., 2015

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Давыдова Юлия Юрьевна - кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой биологии, химии и биолого-химического образования, Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина (Мининский университет), Нижний Новгород, Российская Федерация, e-mail: sovann@yandex.ru

Варшав Елена Владимировна - кандидат биологических наук, доцент, кафедры биологии, химии и биолого-химического образования, Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина (Мининский университет), Нижний Новгород, Российская Федерация, e-mail: vladlena-1@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Davydova Julia Yuryevna - Candidate of biological sciences, associate professor, head of the department of biology, chemistry and biology and chemistry education, Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University (Minin University), Nizhny Novgorod, Russian Federation, e-mail: sovann@yandex.ru

Warsaw Elena Vladimirovna - Candidate of biological sciences, associate Professor, department of biology, chemistry and biology and chemistry education, Nizhny Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University (Minin University), Nizhny Novgorod, Russian Federation, e-mail: vladlena-1@yandex.ru