

Беспозвоночные животные чиевой степи на солонцах Забайкалья: пространственно-временная структура

Л. Ц. ХОБРАКОВА¹, И. Н. ЛАВРЕНТЬЕВА^{1,2}, С. Н. ДАНИЛОВ¹, Л. Л. УБУГУНОВ^{1,2},
В. И. УБУГУНОВА^{1,2}, С. В. ЗАЙЦЕВА¹

¹ Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН
670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6
E-mail: khobrakova77@mail.ru

² Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В. Р. Филиппова
670034, Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8
E-mail: lira1973@mail.ru

Статья поступила 23.12.2013

Принята к печати 21.04.2014

АННОТАЦИЯ

В результате почвенно-зоологических исследований, проведенных в чиевой степи на солонцах Забайкалья, определены структура, группы – доминанты и особенности пространственно-временного распределения беспозвоночных. Особенностью зоологического комплекса являются бедность таксономического разнообразия, небольшая численность и биомасса. Выявлены факторы, лимитирующие активность беспозвоночных: бедный ботанический состав, неблагоприятные условия тепло- и влагообеспеченности почвы, ее физико-химические свойства и засоленность. Изучение пространственного распределения беспозвоночных показало, что чий является основным средообразующим элементом. В условиях Забайкалья в зависимости от количества осадков в сезоне формируются два основных варианта сообществ беспозвоночных: пустынно-степной и лугово-степной. Разнообразию и обилию беспозвоночных, пойманных в почвенные ловушки, положительно коррелирует с количеством осадков и отрицательно – с температурой. Наибольшее влияние на распределение беспозвоночных в почве оказывает мощность корневой системы чия блестящего.

Ключевые слова: беспозвоночные, чиевая степь, солонцы, структура населения, биомасса, сезонная динамика активности, Забайкалье.

В степной зоне Забайкалья при постоянном или временном грунтовым увлажнении формируются сазовые степи [Бурятия..., 1997; Дамбиев и др., 2006]. Среди них наиболее распространены чиевые сообщества, встречающиеся обычно по берегам засоленных озер, в поймах рек и на первых террасах

степных долин, которые формируются под почвами щелочно-глинисто-дифференцированного и галоморфного отделов [Митулов, 1973; Убугунов и др., 2000]. Чий блестящий (*Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski) широко распространен на территории Азии и формирует растительные сообщества “саваноид-

ного” облика и своим происхождением связан с палеогеновыми аридными флорами Древнего Средиземноморья [Мальшев, Пешкова, 1984; Намзалов, 1994]. В чиевых сообществах состав растительности неоднородный, здесь наряду с ксерофитами настоящих и опустыненных степей отмечаются мезоксерофиты луговых степей и остепненных солонцеватых лугов [Бурятия..., 1997].

Исследования Т. М. Брагиной [2004] по изменениям животного населения почв при опустынивании на примере сухостепной зоны Центральной Азии показали, что почвенное население представляет удобную модель, отражающую изменения экологических условий и выступающую как интегральный индикатор динамики наземных экосистем.

В зональных степях Монголии К. Улыкпаном [1977, 1978] изучена почвенная мезофауна в вострецово-бескильницево чиевнике на луговых солончаковатых почвах в сомоне Унжул (Унджул) Центрального аймака на стыке подножий горных систем Хангая и Хэнтэя. Изучение почвенного населения в чиевых степях на солонцах в Забайкалье начались сравнительно недавно [Хобракова и др., 2010].

В настоящей статье изложены результаты изучения биоразнообразия животного на-

селения чиевого сообщества на солонцах, ярусного (вертикального) распределения беспозвоночных, выявлены экологические факторы, влияющие на пространственно-временные характеристики. Полученные данные по структуре населения беспозвоночных солонцов могут быть использованы при разработке системы биоиндикации почв и процессов опустынивания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проведено в пределах Иволгинской котловины, которая относится к Южно-Сибирской горной области Селенгинско-Хилокской остепненно-среднегорной провинции [Преображенский и др., 1959]. Климат в районе исследования экстремально континентальный [Агроклиматический справочник, 1960]. Безморозный период составляет 70–100 дней, среднегодовое количество осадков – 234 мм. Глубина залегания почвенно-грунтовых вод в местах распространения засоленных почв от 1,0 до 2,0 м, минерализация обычно повышенная [Королук, 1971].

Флористический состав изученного чиевого сообщества беден и характеризуется монодоминантностью чия блестящего (табл. 1). Здесь также встречаются *Puccinellia Hauptia-*

Т а б л и ц а 1

Почвенно-растительная характеристика модельного участка

Растительность	Проективное покрытие травостоя, %	50
	Доминант	<i>Achnatherum splendens</i>
	Среднегодовалые запасы фитомассы, ц/га:	188
	надземной	19
	подземной	169
Почва	Мощность горизонта АJ, см	23
	Содержание гумуса в горизонте АJ, %	1,14
	Плотность сложения, г/см ³	1,52–1,56
	Содержание глины <0,002 мм, %	18–26
	Содержание пыли 0,002–0,05 мм, %	38–44
	Порозность, %	42–46
	рН водный	7,8–8,3
	Содержание обменного натрия, %	
	в горизонте АJ	41
в горизонте BSN	59	
Плотный остаток, %	0,872–1,815	

П р и м е ч а н и е. Классификация почв проводилась согласно положениям “Классификация и диагностика почв России” [2004] и “Полевого определителя почв России” [2008].

na Krecz., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Chenopodium aristatum* L., *C. album* L. Общее проективное покрытие составляет 50 %. Травостой двухъярусный. Высота первого яруса составляет 1–1,3 м, второго – 10–20 см. Согласно десятибалльной шкале Н. И. Базилевича и Л. Е. Родина [1964], данное сообщество характеризуется как малопродуктивное. Соотношение надземной фитомассы к подземной составляет 1 : 9 и указывает на крайне неблагоприятные условия функционирования ценоза вследствие значительной концентрации в почве легкорастворимых солей и обменного натрия. Основное количество фитомассы сосредоточено в верхнем (0–10 см) слое почвы.

Чиевник произрастает на солонце светлогумусовом [Классификация..., 2004]. Он имеет щелочную реакцию среды, незначительное содержание гумуса и суглинистый гранулометрический состав. Общее количество солей по профилю изменяется от 0,872 до 1,815 %, а их максимум приурочен к солонцовому горизонту BSN и C. В верхних горизонтах отмечен сульфатно-натриевый тип засоления, а в нижних – сульфатно-кальциево-натриевый.

Изученная почва формируется в неблагоприятных условиях тепло- и влагообеспеченности. Особенностью термического режима является сильное и длительное охлаждение (168–184 дней) почвенной толщи до 3–5 м. Только в конце апреля на глубину 0–50 см слоя проникают эффективные температуры (>5 °C), а биологически активные температуры (>10 °C) регистрируются в почве со второй декады мая и удерживаются до середины октября. Поверхностные горизонты могут сильно прогреваться, в отдельные дни температура поверхностных слоев почвы достигает 35 °C.

Особенностью водного режима является контрастное увлажнение верхнего (0–20 см) слоя и почвенной толщи глубже 30 см. В поверхностных слоях степень увлажненности варьирует в широких пределах. Критическое для функционирования мезоэдафона содержание влаги (“ВЗ – ВРК” или “<ВЗ”) отмечается в мае – июне вследствие низкого количества выпадающих осадков, физического испарения с поверхности почвы из-за высоких дневных температур и в июле за

счет интенсивной десукции. Оптимальная увлажненность поверхностных горизонтов отмечается в период выпадения муссонных тихоокеанских осадков (конец июля – начало августа). Глубже 30 см влажность почвы в течение всего вегетационного периода относительно оптимальная (“ВРК–НВ” и “>НВ”) благодаря постоянному пленочно-капиллярному подпитыванию грунтовыми водами.

Беспозвоночные животные собирались почвенными ловушками и ручной разборкой почвенных проб. Ловушки выставлялись по 20 шт. в линию через 5 м. В качестве фиксатора использовали 4%-ный формалин. Материал выбирался каждые 10 дней в течение всего вегетационного сезона начиная с 30 мая по 30 сентября 2009 г. Всего за сезон собрано 4806 экз.

Ручную разборку почвенных проб осуществляли по стандартной методике [Гиляров, 1965]. Выборку проводили на площади 0,25 м² при глубине 0,4 м два раза за сезон – в конце июня и августа, с восьмикратной повторностью. Почвенными пробами собрано 253 экз.

Животные, выявленные почвенными ловушками, условно объединены в группу “напочвенные беспозвоночные”, а попавшие в почвенные ловушки – “почвенные беспозвоночные”.

Собранный материал взвешивали на электронных весах с точностью разрешения до 0,01. Численность и биомасса напочвенных беспозвоночных рассчитывалась в экз./лов.-сут. ± стандартная ошибка и г/лов.-сут. ± стандартная ошибка, почвенных – экз./м² ± стандартная ошибка и г/м² ± стандартная ошибка. При построении графиков обилия и биомассы беспозвоночных нами учитывались только семейства, превышающие порог 1 %.

За доминанты принимали классы или отряды, составляющие 25 % и выше общей численности всех беспозвоночных или одного класса; к доминирующим семействам отнесли семейства, составляющие 10 % и выше общей численности отряда; за субдоминанты – составляющие 3–10 %.

Содержание гумуса определяли по методу Тюрина, обменные основания – методом Пфеффера в модификации Молодцова и Игнатовой, содержание легкорастворимых солей – методом водной вытяжки, гранулометрический состав – методом пипетки, рН вод-

ный – потенциометрическим [Воробьева, 1998]. Определение биологической продуктивности надземной массы проводили укосным методом. Запасы подземной фитомассы определяли методом монолитов [Шалыт, 1960] с последующей отмывкой корней на почвенных ситах.

Связь разнообразия и численности беспозвоночных с экологическими факторами изучалась методом главных компонент с использованием коэффициента Пирсона [Geladi, 1989; Sajo, Riet, 1995]. Графики были построены при помощи пакетов программ MathLab10.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Особенности пространственно-временного распределения напочвенных беспозвоночных животных. Напочвенные беспозвоночные в чиевой степи формируют довольно разнообразный комплекс, представленный 46 семействами из 11 отрядов (табл. 2). В структуре напочвенного животного населения представлены кольчатые черви, паукообразные и насекомые, где резко преобладает последняя группа (86 %).

Среди кольчатых червей в чиевой степи отмечен только единичный улов дождевого червя.

Среди паукообразных – пауки, сенокосцы, клещи. Преобладают пауки (86 %), основная часть которых относится к семействам Lycosidae, Gnaphosidae, Tetragnathidae, Theridiidae, Agelenidae, Philodromidae, Thomisidae и Salticidae. По численности доминируют представители семейства пауки-волки (Lycosidae): *Alopecosa albostrigata* (Grube), *A. licenti* (Schenkel), *Xerolycosa miniata* (C. L. Koch), *Lycosa sinensis* Schenkel, *Pardosa* sp. Менее многочисленны бродячие пауки (Gnaphosidae): *Gnaphosa mandschurica* Schenkel, *Parasyrisca potanini* Schenkel, *Callilepis nocturna* (Linnaeus), *Micaria rossica* Thorell, *M. pulcherrima* Caporacco, *Zelotes potanini* Schenkel, *Z. asiaticus* (Bösenberg, Strand), *Z. barcol* Platnick, Song. Виды других семейств встречаются единично.

Насекомые представлены жесткокрылыми (51 %), перепончатокрылыми (26 %), прямокрылыми (17 %), клопами (2 %), двукрылыми (2 %), чешуекрылыми (1 %), равнокрылыми (0,7 %) и сетчатокрылыми (0,1 %).

Жесткокрылые преобладают среди напочвенных насекомых (15 семейств), где наиболее высокие показатели численности отмечены только для чернотелок и жужелиц (рис. 1). Семейство чернотелок в основном представлено видами родов *Anatolica*, *Blaps*, *Melaxumia*. Семейство жужелицы в таксономическом плане более разнообразно, и их видовой состав отражает экологические условия сазовых степей. Недостаток влаги формирует ксерофильный комплекс видов *Carabus glyptopterus* F.-W., *C. latreillei* F.-W., *Calosoma denticolle* Gebler, *Poecilus gebleri* Dej., *Curtonotus giganteus* (Motsch.), *Harpalus brevicornis* Germar, *H. froelichi* (Sturm), *H. pallidipennis* A. Mor., *H. calceatus* (Duft.), *H. tichonis* Jacobson, *H. lumbaris* (Mannerh.), *H. pusillus* Motsch., *H. amariformis* Motsch., *Cymindis binotata* F.-W., *Syntomus mongolicus* (Motsch.). Дополнительное увлажнение грунтовых вод формирует мезоксерофильные условия для некоторых видов: *Curtonotus fodinae* (Mannerh.), *C. brevicollis* (Chaud.), *Poecilus versicolor* (Sturm), *Harpalus viridanus* Motsch., *Agonum dolens* (C. R. Sahlb.). Из-за высокого содержания солей в почве встречаются галофильные виды: *Cicindela obliquefasciata* M. F. Adams, *Harpalus amputatus obtusus* Gebl.

Одну из ведущих позиций среди напочвенных беспозвоночных занимает отряд перепончатокрылых (семь семейств). Из них по численности резко преобладают имаго муравьев (90 %).

В число субдоминантов вошел отряд прямокрылых, представленный кузнечиковыми и саранчовыми, с явным преобладанием второй группы (95 %).

Остальные представители отрядов (клопы, двукрылые, гусеницы и имаго чешуекрылых, равнокрылые и сетчатокрылые) малочисленны.

По численному обилию доминируют жесткокрылые (чернотелки, жужелицы), перепончатокрылые (муравьи) и пауки (пауки-волки). В целом средние показатели численности напочвенных беспозвоночных составляют $1,97 \pm 0,14$ экз./лов.-сут за вегетационный период с мая по октябрь.

Надземная биомасса беспозвоночных за сезон составила 380,35 г при средних показателях в 0,16 г/лов.-сут. На поверхности поч-

Напочвенные и почвенные беспозвоночные на солонцах: разнообразие, численное обилие и биомасса

Таксономическая группа	Напочвенные		Почвенные	
	Численность, экз./лов.-сут. ± ± SE	Биомасса, г/лов.-сут. ± ± SE	Численность, экз./м ² ± SE	Биомасса, г/лов.-сут. ± ± SE
1	2	3	4	5
Тип Кольчатые черви (Annelidae)	<0,01	<0,01	–	–
Класс Малощетинковые кольчецы (Oligochaeta)	<0,01	<0,01	–	–
Сем. Дождевые черви (Lumbricidae)	<0,01	<0,01	–	–
Тип Членистоногие (Arthropoda)	1,97 ± 0,14	0,16 ± 0,02	63,25 ± 6,73	0,34 ± 0,06
Класс Паукообразные (Arachnida)	0,28 ± 0,03	0,02 ± 0,00	0,75 ± 0,54	<0,01
Отряд Клещи (Acari)	0,03 ± 0,01	<0,01	0,75 ± 0,54	<0,01
Отряд Сенокосцы (Opiliones)	0,01 ± 0,01	<0,01	–	–
Отряд Пауки (Aranei)	0,24 ± 0,02	0,02 ± 0,00	–	–
Сем. Терииды (Theridiidae)	<0,01	<0,01	–	–
Сем. Тетрагнатиды (Tetragnathidae)	0,01 ± 0,00	<0,01	–	–
Сем. Пауки-волки (Lycosidae)	0,14 ± 0,02	<0,01	–	–
Сем. Агелениды (Agelenidae)	0,01 ± 0,01	<0,01	–	–
Сем. Бродячие пауки (Gnaphosidae)	0,04 ± 0,01	<0,01	–	–
Сем. Филодромиды (Philodromidae)	<0,01	<0,01	–	–
Сем. Крабы (Thomisidae)	0,03 ± 0,01	<0,01	–	–
Сем. Сальтициды (Salticidae)	0,01 ± 0,00	<0,01	–	–
Класс Насекомые (Insecta), имаго	1,69 ± 0,14	0,14 ± 0,02	–	–
Класс Насекомые (Insecta), личинки, гусеницы	–	–	62,5 ± 6,67	0,34 ± 0,06
Отряд Прямокрылые (Orthoptera)	0,28 ± 0,09	0,05 ± 0,02	–	–
Сем. Кузнечиковые (Tettigoniidae)	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,00	–	–
Сем. Саранчовые (Acrididae)	0,27 ± 0,09	0,04 ± 0,02	–	–
Отряд Равнокрылые (Homoptera)	0,01 ± 0,01	<0,01	0,25 ± 0,25	<0,01
Сем. Носатки (Dictyopharidae)	0,01 ± 0,01	<0,01	0,25 ± 0,25	<0,01
Отряд Полужесткокрылые (Hemiptera)	0,04 ± 0,03	<0,01	–	–
Сем. Клещи - хищницы (Reduviidae)	<0,01	<0,01	–	–
Сем. Клещи - охотники (Nabidae)	<0,01	<0,01	–	–
Остальные семейства	0,03 ± 0,03	<0,01	–	–
Отряд Жесткокрылые (Coleoptera), имаго	0,85 ± 0,20	0,08 ± 0,02	–	–
Отряд Жесткокрылые (Coleoptera), личинки	–	–	43,50 ± 6,44	0,14 ± 0,03
Отряд Жесткокрылые (Coleoptera), куколки	–	–	0,50 ± 0,50	<0,01
Сем. Жужелицы (Carabidae), имаго	0,25 ± 0,05	0,03 ± 0,01	–	–
Сем. Жужелицы (Carabidae), личинки	–	–	0,75 ± 0,54	<0,01
Сем. Хищники (Staphylinidae)	0,01 ± 0,00	<0,01	–	–
Сем. Мякотелки (Cantharidae)	<0,01	<0,01	–	–
Сем. Щелкуны (Elateridae), имаго	<0,01	<0,01	–	–
Сем. Щелкуны (Elateridae), личинки	–	–	2,50 ± 0,89	0,01 ± 0,01
Сем. Кожееды (Dermestidae)	0,01 ± 0,01	<0,01	–	–
Сем. Пилюльщики (Byrrhidae)	<0,01	<0,01	–	–
Сем. Карапузики (Histeridae), имаго	0,05 ± 0,00	<0,01	–	–
Сем. Карапузики (Histeridae), личинки	–	–	0,25 ± 0,25	<0,01
Сем. Божьи коровки (Coccinellidae)	0,03 ± 0,01	<0,01	–	–
Сем. Нарывники (Meloidae)	0,01 ± 0,01	<0,01	–	–
Сем. Пыльцееды (Alleculidae), личинки	–	–	0,25 ± 0,25	<0,01
Сем. Чернотелки (Tenebrionidae), имаго	0,45 ± 0,20	0,04 ± 0,02	–	–

1	2	3	4	5
Сем. Чернотелки (Tenebrionidae), личинки	–	–	36,00 ± 5,76	0,09 ± 0,02
Сем. Усачи (Cerambycidae), имаго	<0,01	<0,01	–	–
Сем. Усачи (Cerambycidae), личинки	–	–	1,00 ± 0,58	0,01 ± 0,01
Сем. Листоеды (Chrysomelidae)	<0,01	<0,01	–	–
Сем. Долгоносики (Curculionidae), имаго	0,01 ± 0,01	<0,01	–	–
Сем. Долгоносики (Curculionidae), личинки	–	–	2,25 ± 1,15	0,02 ± 0,02
Сем. Пластинчатогусые (Scarabaeidae)	0,02 ± 0,01	<0,01	–	–
Сем. Быстрянки (Anthicidae)	<0,01	<0,01	–	–
Остальные семейства	0,01 ± 0,00	<0,01	–	–
Отряд Сетчатокрылые (Neuroptera)	<0,01	<0,01	–	–
Сем. Муравьиные львы (Myrmeleontidae)	<0,01	<0,01	–	–
Отряд Перепончатокрылые (Hymenoptera), имаго	0,45 ± 0,12	<0,01	–	–
Отряд Перепончатокрылые (Hymenoptera), личинки	–	–	4,25 ± 2,17	0,01 ± 0,01
Сем. Наездники (Ichneumonidae)	0,02 ± 0,00	<0,01	–	–
Подотряд Стебельчатобрюхие или Жалящие				
Сем. Пчелиные (Apidae)	<0,01	<0,01	–	–
Сем. Складчатокрылые осы (Vespidae)	0,01 ± 0,01	<0,01	–	–
Сем. Осы одиночные (Eumenidae)	<0,01	<0,01	–	–
Сем. Осы роющие (Sphecidae)	0,01 ± 0,00	<0,01	–	–
Сем. Осы-блестянки (Chrysididae)	<0,01	<0,01	–	–
Сем. Муравьи (Formicidae), имаго	0,40 ± 0,10	<0,01	–	–
Сем. Муравьи (Formicidae), личинки и куколки	–	–	4,25 ± 2,17	0,01 ± 0,01
Подотряд Сидячебрюхие (Symphyta) осталь- ные семейства	<0,01	<0,01	–	–
Отряд Чешуекрылые (Lepidoptera), имаго	0,02 ± 0,01	<0,01	–	–
Отряд Чешуекрылые (Lepidoptera), гусеницы	–	–	1,50 ± 0,72	0,10 ± 0,07
Отряд Чешуекрылые (Lepidoptera), куколки	–	–	0,25 ± 0,25	0,05 ± 0,05
Подотряд Микрочешуекрылые (Microlepi- doptera)	<0,01	<0,01	–	–
Сем. Медведицы (Arctiidae), гусеницы	0,02 ± 0,01	<0,01	–	–
Сем. Совки (Noctuidae), гусеницы	<0,01	<0,01	1,25 ± 0,70	0,05 ± 0,05
Остальные семейства	<0,01	<0,01	–	–
Отряд Двукрылые (Diptera), имаго	0,04 ± 0,01	<0,01	–	–
Отряд Двукрылые (Diptera), личинки	–	–	13,00 ± 1,39	0,10 ± 0,01
Отряд Двукрылые (Diptera), куколки	–	–	1,00 ± 0,58	0,01 ± 0,01
Подотряд Круглошовные двукрылые (Cyclorh- pha), личинки	–	–	0,25 ± 0,25	<0,01
Сем. Ктыри (Asilidae), имаго	0,01 ± 0,00	<0,01	–	–
Сем. Ктыри (Asilidae), личинки	–	–	10,25 ± 1,41	0,07 ± 0,01
Сем. Лжектыри (Therevidae), личинки	–	–	1,25 ± 0,79	0,01 ± 0,01
Сем. Жужжалы (Bombyliidae)	<0,01	<0,01	–	–
Сем. Настоящие Мухи (Muscidae)	0,03 ± 0,01	<0,01	–	–
Сем. Зеленушки (Dolichopodidae), личинки	–	–	0,25 ± 0,25	<0,01
Остальные семейства	<0,01	<0,01	–	–
Итого	1,97 ± 0,14	0,16 ± 0,00	63,25 ± 6,73	0,34 ± 0,06

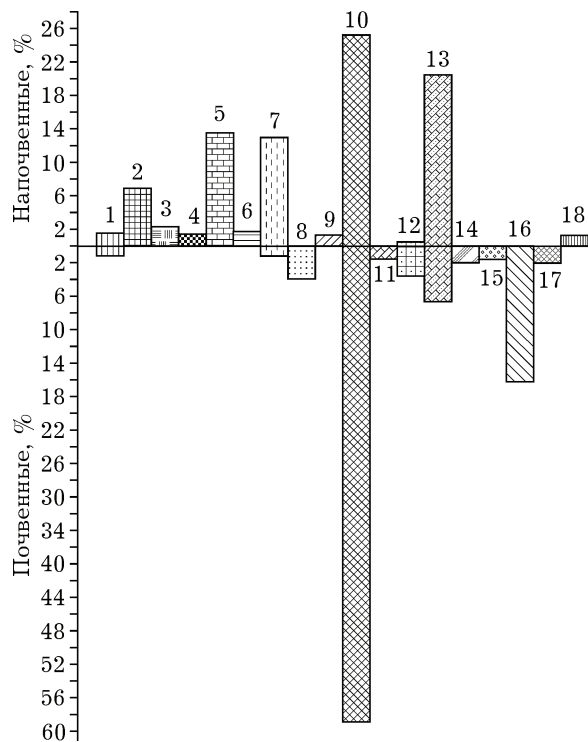


Рис. 1. Обилие напочвенных и почвенных беспозвоночных, %: 1 – отр. клещи (Acari); 2 – сем. пауки-волки (Lycosidae); 3 – сем. бродячие пауки (Gnaphosidae); 4 – сем. крабы (Thomisidae); 5 – сем. саранчовые (Acrididae); 6 – остальные семейства полужесткокрылых; 7 – сем. жужелицы (Carabidae); 8 – сем. щелкуны (Elateridae); 9 – сем. божьи коровки (Coccinellidae); 10 – сем. чернотелки (Tenebrionidae); 11 – сем. усачи (Cerambycidae); 12 – сем. долгоносики (Curculionidae); 13 – сем. муравьи (Formicidae), имаго, личинки и куколки; 14 – сем. совки (Noctuidae), гусеницы; 15 – двукрылые (Diptera), куколки; 16 – сем. ктыри (Asilidae); 17 – сем. лжектыри (Therevidae); 18 – сем. настоящие мухи (Muscidae)

вы наибольшую биомассу имеют насекомые – $0,14 \pm 0,02$ (рис. 2), среди них отряды жуков (52 %), прямокрылых (32 %) и пауков (12 %). Характерной особенностью напочвенного населения являются высокие показатели биомассы чернотелок ($0,04 \pm 0,02$ г/лов.-сут), саранчовых ($0,04 \pm 0,01$ г/лов.-сут) и жужелиц ($0,03 \pm 0,01$ г/лов.-сут).

Чий блестящий является монодоминантом, формируя плотные кочки диаметром до 30–40 см и не образуя сплошных зарослей. В почвенные ловушки, установленные в плотных кочках чия, попадалось большинство беспозвоночных животных, в отличие от

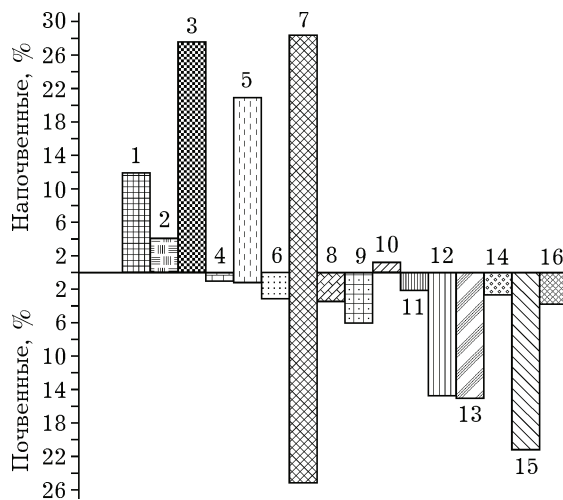


Рис. 2. Биомасса напочвенных и почвенных беспозвоночных, %: 1 – отр. пауки (Aranei); 2 – сем. кузнечиковые (Tettigoniidae); 3 – сем. саранчовые (Acrididae); 4 – жесткокрылые (Coleoptera), куколки; 5 – сем. жужелицы (Carabidae); 6 – сем. щелкуны (Elateridae); 7 – сем. чернотелки (Tenebrionidae); 8 – сем. усачи (Cerambycidae); 9 – сем. долгоносики (Curculionidae); 10 – сем. пластинчатотусые (Scarabaeidae); 11 – сем. муравьи (Formicidae), личинки и куколки; 12 – чешуекрылые (Lepidoptera), куколки; 13 – сем. совки (Noctuidae), гусеницы; 14 – двукрылые (Diptera), куколки; 15 – сем. ктыри (Asilidae); 16 – сем. лжектыри (Therevidae)

ловушек, установленных в степи между чиями, где отмечены только почвенные клещи и пауки. Таким образом, чий блестящий является системообразующим элементом сазовой степи и микрэкосистемой, созданной одним растением. Подобные исследования в системе “куст – межкустье” в степных экосистемах проводились В. Г. Мордковичем [1982].

В сезонной динамике численности среди беспозвоночных солонцов выявлены два типа активности: весенне-летний и летне-осенний (рис. 3).

В первой половине лета, когда осадки практически отсутствуют, животное население чиевника на солонцах формируется как пустынно-степное сообщество. Весенне-летняя активность характерна для чернотелок, в основном доминирует *Anatolica aucta* (Fald.). Отмечено два пика активности: первый (максимальный) регистрируется в первой декаде июня, что связано с размножением, второй (минимальный) – в первой декаде июля,

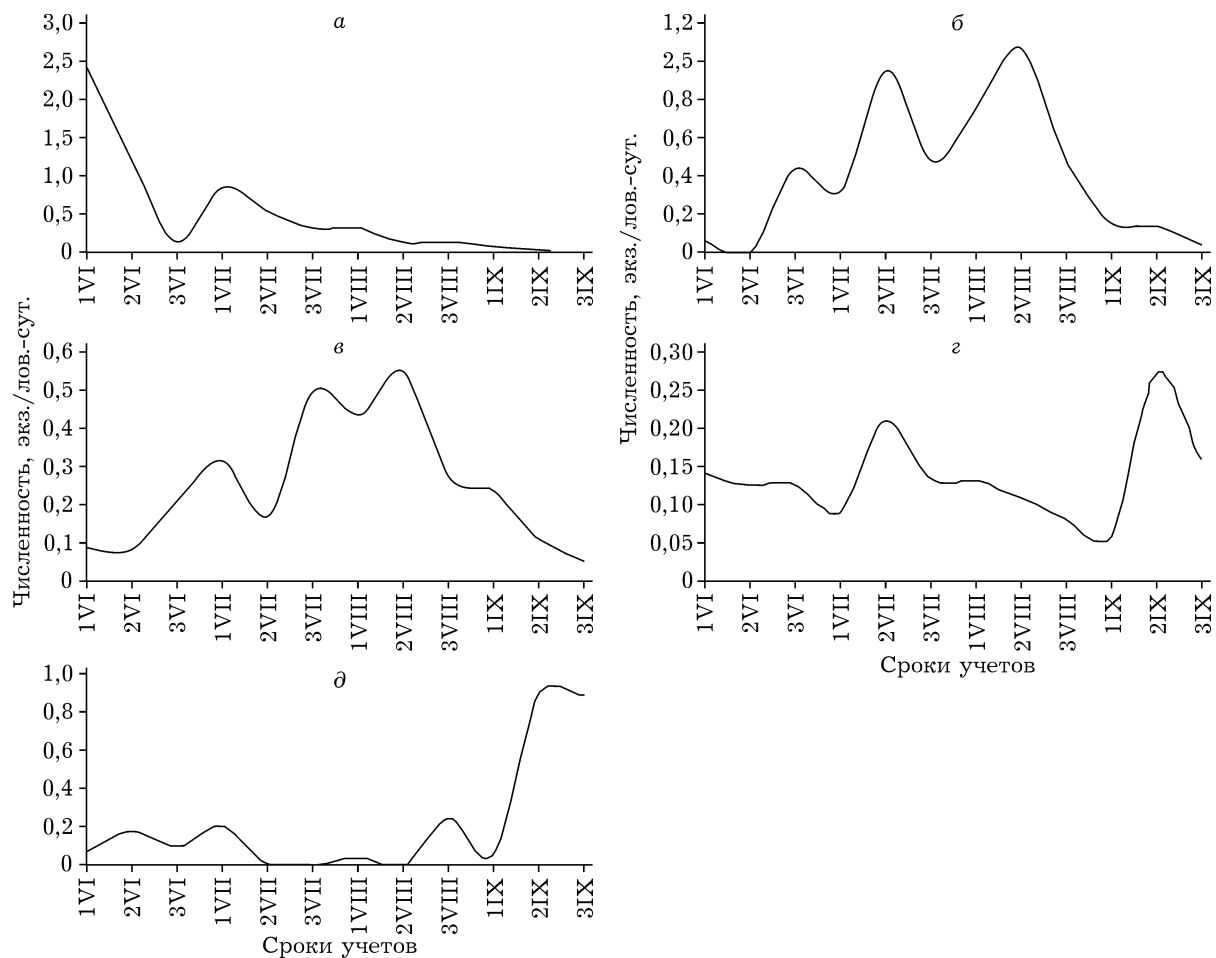


Рис. 3. Динамика численности доминантных семейств почвенных беспозвоночных: а – чернотелки, б – муравьи, в – жужелицы, г – пауки-волки, д – саранчовые

обусловленный выходом молодого поколения (см. рис. 3, а). Высокая плотность чернотелок приходится на наиболее засушливый период с конца мая по первую декаду июня 2009 г. (0–5 мм осадков за декаду). В этот период жуки питаются преимущественно отмершими частями растений.

Во второй половине лета – начале осени с приходом тихоокеанского муссона характер сообщества беспозвоночных становится лугово-степным. В летне-осенний период разнообразие доминантных групп возрастает, отмечены муравьи, пауки-волки, жужелицы и саранчовые. Также во второй декаде сентября зарегистрирован единичный случай улова дождевого червя. Обычно дождевые черви отсутствуют в сухостепной зоне Центральной Азии [Брагина, 2004], но в степях Западной Сибири их относительное число в составе мезофауны достигает 15 % [Strigano-

va, 1996]. Дождевые черви также отсутствуют на засоленных почвах [Гиляров, 1965], но в условиях Забайкалья в период выпадения муссонных осадков отмечается оптимальная увлажненность поверхностных горизонтов, и в изменившихся экологических условиях становится возможным обитание червей, мигрирующих с соседних луговых биотопов.

Анализ количественной флуктуации муравьев (см. рис. 3, б) показал, что наблюдается три подъема активности: в третьей декаде июня, во второй декаде июля и максимальный – во второй декаде августа. Для жужелиц отмечается позднелетняя активность. Наиболее высокая численность приходится на вторую декаду августа (см. рис. 3, в). В это время созревают семена чия блестящего и бескильницы Гаупта – основного корма растительноядных жужелиц, таких как *Amara*, *Curtonotus*, *Harpalus*. У пауков-волков в се-

зонной динамике активности выявлено два пика численности (см. рис. 3, з): первый – небольшой – во второй декаде июля, второй – большой – во второй декаде сентября. Для саранчовых регистрируется осенний характер сезонной динамики численности (см. рис. 3, д). Максимальная активность приходится на вторую декаду сентября. В этот период саранчовые питаются еще зелеными стеблями и листьями чия блестящего.

Для получения объединенной информации обо всех параметрах одновременно данные были подвергнуты мультивариационной обработке, основанной на методе главных компонент (МГК). График на рис. 4 визуализирует все результаты, представленные в таблице по видовому разнообразию и сравнительному обилию беспозвоночных в пробах. Расположение экологических факторов на рис. 4 показывает, что первая главная компонента, PC1, определяющая направление максимального изменения исходных данных, положительно коррелирует с количеством осадков и отрицательно – с температурой. В пробах отмечено 30 таксонов беспозвоночных до уровня семейств, среди которых преобладали чернотелки (19 %). В составе субдоминантов отмечены только жуужелицы, са-

ранчовые, муравьи, пауки-волки и нарывники, каждый из которых за сезон насчитывает по несколько десятков особей. Стрелка “Tenebrionidae” демонстрирует, что численность этого семейства увеличивается строго вдоль оси первой главной компоненты (PC1): Tenebrionidae обильны в пробах, собранных в июне и начале июля, расположенных в левой части диаграммы, и редки во всех остальных пробах, расположенных в правой части графика.

Вторая главная компонента (PC2) обуславливает кластеризацию образцов, отобранных во второй половине лета и осени. Эти группы различаются по распространенности Formicidae и Acrididae, как показывают стрелки для этих видов на рис. 4. Образцы, отобранные во второй половине лета, характеризуются увеличением разнообразия таксонов до 39 семейств. В качестве доминантов отмечены муравьи (18 %), субдоминантов – жуужелицы (9 %), чернотелки (6 %) и пауки-волки (3 %). Особую группу образцов формируют осенние пробы, собранные в течение сентября. Разнообразие таксонов сокращается в этот период до 26 семейств. В качестве доминантной группы отмечены саранчовые (10 %), субдоминантов –

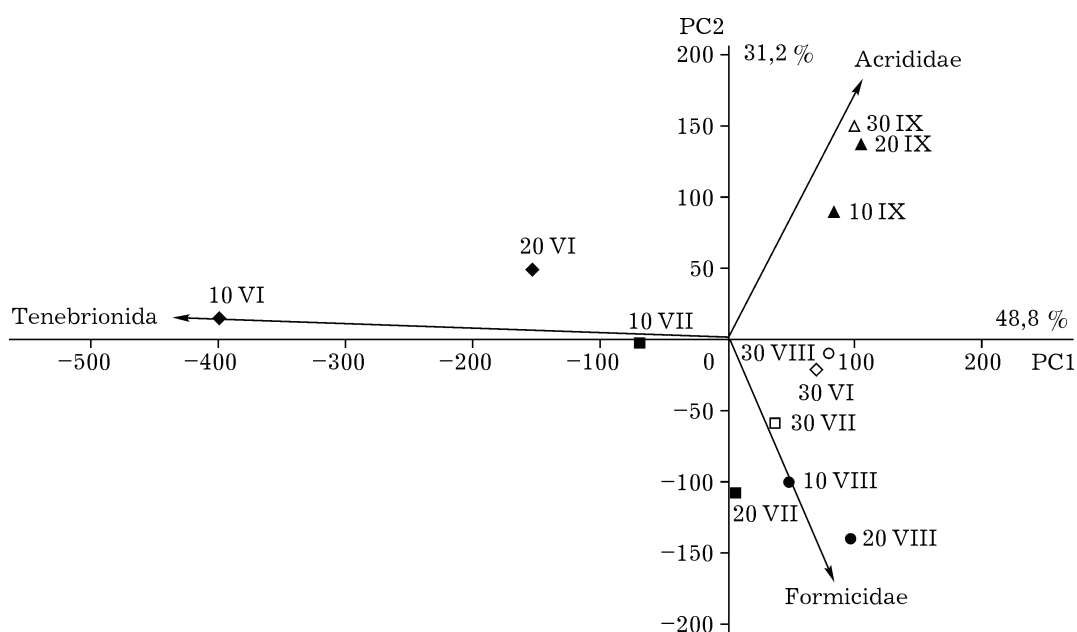


Рис. 4. График главных компонент сообщества напочвенных беспозвоночных, основанный на анализе таксономического разнообразия, обилия и факторов окружающей среды. Точки отбора обозначены по дате

Распределение подземной фитомассы и зоомассы почвенных беспозвоночных в солонцах

Слой, см	Масса, %		Численность, %
	корневая	мезоэдафона	мезоэдафон
0–10	63	89	88
10–20	14	10	11
20–30	23	1	1

пауки-волки (2 %), жужелицы (1,8 %), муравьи (1,3 %).

Особенности пространственно-временного распределения почвенных беспозвоночных животных. Таксономический состав мезофауны чиевого сообщества беден. Основу почвенного комплекса составляют пауки и насекомые из 16 семейств шести отрядов, с преобладанием последней группы (99 %).

Среди паукообразных в почве представлены только клещи. Преобладают личинки жуков (семь семейств), их доля составляет 70 %. Такое доминирование жуков в структуре зооценоза характерно в целом для степных биотопов [Бессолицына, 2001]. Значительно уступают по численности двукрылые, остальные представители чешуекрылых, перепончатокрылых и равнокрылых малочисленны. Остальные группы также малочисленны: личинки двукрылых (21 %), личинки перепончатокрылых (7 %), гусеницы бабочек (2 %) и личинки равнокрылых (0,4 %).

Господствующее положение (73 %) по численности в составе мезоэдафона занимают личинки Tenebrionidae и Asilidae. Их представители наиболее термофильны и приспособлены к неустойчивому водному режиму солонцов, а также к общему химизму почвенного субстрата. Также отмечены личинки и куколки муравьев, личинки щелкунов и долгоносиков. Следует также отметить, что личинки пыльцеедов, лжектырей и зеленушек зарегистрированы только в почвенных пробах.

Такое же количество семейств беспозвоночных выявлено в вострецово-бескильничевом чиевнике на луговых солончаковатых почвах в сухостепной зоне Монголии [Улыкпан, 1978], но в таксономическом спектре имеются отличия. В мезофауне чиевников Забайкалья отсутствуют представители Lithobiidae, Margarodidae, Hemiptera, Scarabaeidae, Staphylinidae, Silphidae.

Средняя численность педомезоэдафона для Забайкалья составила $63,25 \pm 6,73$ экз./м², с явным доминированием чернотелок и ктырей. Для Монголии эти данные отличаются относительно высокими показателями – $82,14$ экз./м², и здесь встречаются в большом количестве жужелицы, в основном представители рода *Harpalus* – $27,83$ экз./м² [Улыкпан, 1978].

Биомасса почвенных беспозвоночных составила $0,34$ г/м² (см. табл. 2). Среди насекомых по численности и биомассе преобладают личинки чернотелок и ктырей. По биомассе почвенных беспозвоночных резко выделяются Coleoptera ($0,14 \pm 0,03$ г/м²), довольно высокие показатели биомассы имеют Lepidoptera ($0,10 \pm 0,07$ г/м²) и Diptera ($0,10 \pm 0,01$ г/м²). Ведущее место по биомассе в составе педомезоэдафона занимают чернотелки, ктыри и совки. В число содоминантов вошли долгоносики, лжектыри, усачи, щелкуны, куколки двукрылых, личинки и куколки муравьев, жужелиц и куколки жуков.

Послойный учет педомезоэдафона позволил выяснить особенности ярусного распределения этих животных. Почвенные беспозвоночные чиевников в условиях Забайкалья способны проникать до глубины 30 см, а в условиях сухой степи Монголии до 40 см. Нашими исследованиями установлено, что абсолютное большинство беспозвоночных (88 %) приурочено к приповерхностному 0–10 см слою, в нижних слоях численность животных резко сокращается в 8 раз (табл. 3). Результаты изучения вертикального распределения мезофауны Монголии показали, что на глубине 0–10 см сосредоточено 75 % беспозвоночных, в нижних слоях почвы численность беспозвоночных выглядит следующим образом: 10–20 см – 21 %, 20–30 см – 3,5 % и 30–40 см – 0,5 % [Улыкпан, 1978].

Такое распределение почвенных животных связано с тем, что в верхнем слое со-

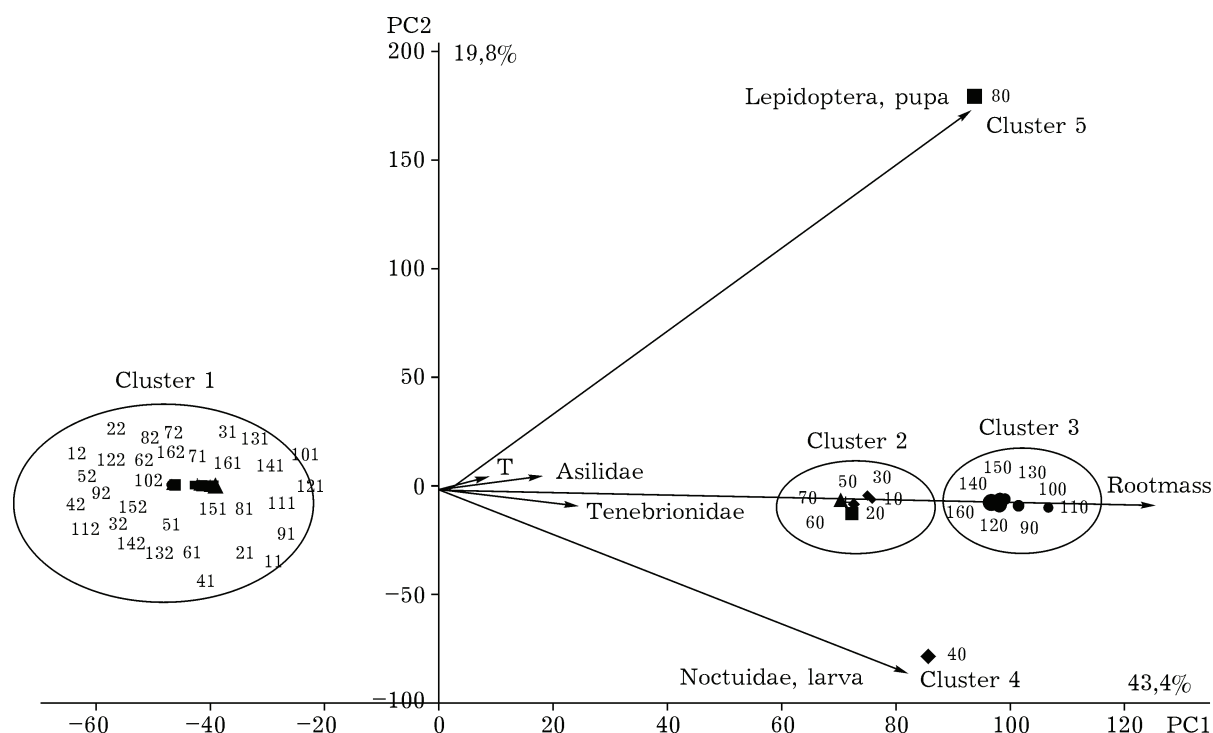


Рис. 5. График главных компонент сообщества почвенных беспозвоночных, основанный на анализе их разнообразия, обилия и факторов окружающей среды. Точки отбора обозначены номером и глубиной пробы: восемь почвенных разрезов в июне (10–82), восемь почвенных разрезов в августе (90–162). Первая цифра – номер почвенного разреза, вторая цифра – почвенные слои в почвенном разрезе (0 = 10 см, 1 = 20 см, 2 = 30 см)

средоточена основная биомасса корней, отмечено высокое содержание гумуса, меньшая степень засоленности и высокая аэрация. Почвенный мезоэдафон в основном ксерофитный, несмотря на влияние грунтовых вод. Это обусловлено тем, что высокая концентрация солей в почве вызывает ее “физиологическую” сухость.

По нашему мнению, такая концентрация и существование в узком диапазоне почвенного слоя беспозвоночных животных вокруг стеблей, дерновины и корневой системы чия блестящего является характерной особенностью почвенной биоты на солонцах Забайкалья.

Анализ главных компонент показал (рис. 5), что наибольшее влияние на распределение беспозвоночных в засоленной почве оказывает мощность корневой системы чия блестящего (43,4 %). В условиях засоления почв Забайкалья его основная масса (63 %) и приуроченные к ней почвенные беспозвоночные (89 %) распространены в верхнем 0–10 см слое почвы. Статистический анализ выявил пять кластеров почвенных беспозвоночных.

В первый кластер вошли беспозвоночные, обитающие на глубине от 20 до 30 см почвенного слоя, независимо от времени сезона. В эту группу входят личинки чернотелок, щелкунов, ктырей. В первой половине лета (июнь) мезофауна бедная, присутствуют только чернотелки, а во второй половине лета (август) разнообразие беспозвоночных возрастает за счет появления личинок щелкунов и ктырей.

Во второй кластер объединяются беспозвоночные, обитающие в 0–10 см слое в первой половине лета (июнь). Таксономический состав беспозвоночных этого кластера очень богат (10 семейств): клещи, личинки жесткокрылых (чернотелки, щелкуны, усачи), личинки и куколки муравьев, личинки и куколки двукрылых (ктыри, лжектыри, мухи), гусеницы совок.

В третий кластер включены выборки беспозвоночных, обитающие в 0–10 см слое во второй половине августа (восемь семейств): личинки (жужелицы, чернотелки, долгоносики, щелкуны, усачи), личинки и куколки

муравьев, личинки и куколки двукрылых (ктыри, мухи).

Сильно различаются по таксономическому составу две группы, выделенные в 0–10 см почвенном слое в первой половине лета различаются. В четвертый кластер объединены личинки жуков (щелкуны, карапузики, чернотелки) и бабочек (совки), а также куколки мух, в пятом кластере – личинки чернотелок, куколки бабочек и личинки ктырей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексные стационарные исследования позволили впервые охарактеризовать животное население чиевой степи на солонцах Забайкалья. Для населения беспозвоночных, обитающих в экстремальных условиях засоления почвы, характерны бедное разнообразие, низкая численность и биомасса.

Выявлены особенности пространственного распределения беспозвоночных в чиевой степи. Ярусное или вертикальное распределение в почве показало, что чий является средообразующим элементом. Большинство беспозвоночных приурочено к верхнему (0–10 см) горизонту, где развита мощная корневая система чия. В нижних горизонтах (на глубине 10–30 см) их численность резко сокращается вследствие формирования неблагоприятных условий (высокая плотность почвы, концентрация токсичных солей).

Особенности сезонной динамики напочвенных беспозвоночных характеризуются двумя основными вариантами населения. В первой половине лета формируется пустынно-степной вариант сообщества, когда осадки практически отсутствуют, а во второй половине лета – начале осени с приходом тихоокеанского муссона характер сообщества беспозвоночных сменяется на лугово-степной.

Сравнение почвенной биоты чиевников зональных степей Монголии и островных степей Забайкалья показало, что в последнем случае формируется более аридный вариант сообществ.

Работа поддержана проектами СО РАН 1614 “Разработка системы комплексной индикации процессов опустынивания для оценки современного

состояния экосистем Сибири и Центральной Азии, создание на ее основе прогнозных моделей и системы мониторинга” и 23.11 “Инвентаризация экосистем”.

ЛИТЕРАТУРА

- Агроклиматический справочник по Бурятской АССР. Л., 1960. 120 с.
- Базилевич Н. И., Родин Л. Е. Типы биологического круговорота зольных элементов и азота в основных зонах Северного полушария // Генезис, классификация и картография почв СССР: докл. к VIII Междунар. конгр. почвоведов. М.: Наука, 1964. С. 134–146.
- Бессолицына Е. П. Ландшафтно-экологический анализ структуры зооценозов почв юга Сибири. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2001. 166 с.
- Брагина Т. М. Закономерности изменений животного населения почв при опустынивании (на примере сухостепной зоны Центральной Азии): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: Моск. гос. ун-т, 2004. 46 с.
- Бурятия: растительный мир. Улан-Удэ: Бурят. гос. ун-т, 1997. 250 с.
- Воробьева Л. А. Химический анализ почв. М.: Моск. гос. ун-т, 1998. 271 с.
- Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв. М.: Наука, 1965. 278 с.
- Дамбиев Э. Ц., Намзалов Б. Б., Холбоева С. А. Ландшафтная экология степей Бурятии. Улан-Удэ: Бурят. гос. ун-т, 2006. 184 с.
- Классификация и диагностика почв России / под ред. Г. В. Добровольского. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
- Королюк Т. В. Химизм и степень засоления почв долины р. Иволга Бурятской АССР // Почвоведение. 1971. № 7. С. 92–100.
- Мальшев Л. И., Пешкова Г. А. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. 256 с.
- Митупов Ч. Ц. Засоленные почвы Иволгинской долины: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1973. 24 с.
- Мордкович В. Г. Степные экосистемы. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1982. 206 с.
- Намзалов Б. Б. Степи Южной Сибири. Новосибирск – Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 1994. 309 с.
- Полевой определитель почв России. М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева, 2008. 182 с.
- Преображенский В. С., Фадеева Н. В., Мухина Л. И., Томилов Г. М. Типы местности и природное районирование Бурятской АССР. М.: Наука, 1959. 218 с.
- Убугунов Л. Л., Лаврентьева И. Н., Убугунова В. И., Меркушева М. Г. Разнообразие почв Иволгинской котловины: эколого-агрохимические аспекты. Улан-Удэ: Бурят. гос. с.-х. академия, 2000. 208 с.
- Улыкпан К. Основные особенности почвенной энтомофауны сухостепной зоны МНР // Насекомые Монголии. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1977. Вып. 5. С. 17–29.
- Улыкпан К. Почвенная мезофауна пустынных и сухих степей Монгольской Народной Республики: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Улан-Батор, 1978. 36 с.

- Хобракова Л. П., Лаврентьева И. Н., Данилов С. Н. Беспозвоночные животные чиевой степи на солончаках Западного Забайкалья: VIII Межрегион. совещ. энтомологов Сибири и Дальнего Востока (4–7 октября 2010). Новосибирск, 2010. С. 209–210.
- Шалыт М. С. Методика изучения морфологии и экологии подземной части отдельных растений и растительных сообществ // Полевая геоботаника. М.; Л.: Наука, 1960. Т. 2. С. 369–447.
- Cajo J. F. ter Braak, Piet F. M. Verdonschot. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology // *Aquat. Sci.* 1995. Vol. 57, N 3. P. 255–289.
- Geladi P. Analysis of multiway (multimode) data // *Chemom. Intell. Lab. Syst.* 1989. Vol. 7. P. 11–30.
- Striganova B. R. Transect approach to the assessment of the spatial diversity of soil macrofauna // *Biol. International.* 1996. N 33. P. 17–33.

Invertebrates of the Cheegrass Steppe on Solonetz Soils of the Transbaikalia: Space-Time Structure

L. Ts. KHOBRAKOVA¹, I. N. LAVRENTIEVA^{1,2}, S. N. DANILOV¹, L. L. UBUGUNOV^{1,2},
V. I. UBUGUNOVA^{1,2}, S. V. ZAITSEVA¹

¹ *Institute of General and Experimental Biology SB RAS*
670042, Ulan-Ude, Sakhyanovoi str., 6
E-mail: khobrakova77@mail.ru

² *Buryat State Agricultural Academy Named after V. P. Philippov*
670034, Ulan-Ude, Pushkina str., 8
E-mail: lira1973@mail.ru

As a result of soil study and zoological researches conducted on solonetz soils of Transbaikalia in the cheegrass (*Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski) steppe, the structure, dominant groups and features of space-time distribution of invertebrates were defined. The peculiarities of the zoological complex were poor taxonomic diversity, small number of invertebrates, and low biomass. The factors limiting the activity of invertebrates were detected: poor botanical composition of the soil, low moisture content and soil temperature, physical and chemical properties of the soil and its salinity. The study of the spatial distribution of invertebrates showed that cheegrass was the basic edifier of the community. In Transbaikalia, depending on the seasonal precipitation, the two main types of invertebrate communities can be formed: desert-steppe and meadow-steppe. The variety and abundance of the invertebrates caught in traps positively correlated with precipitation amount and had negative correlation with the temperature. The size of cheegrass root system had the greatest impact on the distribution of the invertebrates.

Key words: invertebrate animals, cheegrass (*Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski) community, solonetz, population structure, biomass, seasonal activity dynamics, Transbaikalia.