



УДК 631.468

СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ КСЕРОФИЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ¹

С.П. Бухкало

Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Россия, 626150, Тюменская область, г. Тобольск, ул. им. Академика Юрия Осипова, 15

E-mail: spbukhkal@mail.ru

Проведен сравнительный анализ состава, структуры и условий обитания беспозвоночных на южном склоне коренной террасы Иртыша. Гидротермический режим исследованного участка соответствует условиям сухих степей. В составе беспозвоночных присутствуют ксерофильные виды, а в трофической структуре увеличивается доля фитофагов.

Ключевые слова: Западная Сибирь, население беспозвоночных, ксерофильное сообщество, коренная терраса.

Введение

Ведущими факторами, определяющими природную зональность, и границы между природно-климатическими зонами служат соотношение количества солнечной радиации и осадков, поступающих на поверхность суши. Эту величину М.И. Будыко [1] выразил в виде радиационного индекса сухости, который выражает отношение выпавших на единицу площади осадков к количеству испарившихся. Изолиния этой величины, близкая к 1.0, совпадает с границей между лесной и степной зонами. Небольшие участки как лесной, так и степной растительности могут встречаться за пределами климатического оптимума, образуя интразональные группировки. Как правило, такие сообщества формируются в результате антропогенного воздействия или мезоклиматических особенностей чаще всего связанных с рельефом. Принципиально отличающиеся от макроклиматических характеристик по гидротермическому режиму почв участки встречаются на склонах террас и гор различной экспозиции, где могут формироваться специфические условия. Своеобразные ксерофильные сообщества встречаются в континентальных районах северо-востока Азии на склонах южной экспозиции среди преобладающей субарктической растительности, на почвах с многолетней мерзлотой и достаточно хорошо изучены [2, 3].

В районе Тобольска подобные местообитания встречаются на склоне коренной террасы и имеют антропогенное происхождение. Имеется документальное свидетельство, что в начале XVIII века для предотвращения водной эрозии склона коренной террасы, на которой был построен Кремль, воды Иртыша были отведены «на 2 версты к югу» [4] по новому руслу. Так образовался осушенный участок поймы в подгорной части Тобольска, а примыкающие к нему склоны террасы южной экспозиции крутизной около 30° стали зарастать ксерофитной растительностью. На исследованном участке склона разреженный растительный покров (проективное покрытие около 50%) состоит преимущественно из полыни холодной, встречающейся только здесь, редких низкорослых кустов шиповника и одиночных злаков – ковыля и пырея. В почвах присутствуют признаки, указывающие на их развитие характерное для аридных областей – карбонатные конкреции – «журавчики», что придает им щелочную реакцию с рН 8.0. В почвах разнотравного луга на коренной террасе кислотность составляла 5.0.

На склоне имеются небольшие по протяженности (до 1/2 склона) и глубине (до 2 м) с задернованной поверхностью овраги. Растительность в них кроме злаков, представлена мезофильными видами – земляникой, душицей и другими. Кусты шиповника имеют большую сомкнутость и высоту. Особенности гидротермического режима, формирующегося в сообществах склона южной экспозиции, целесообразно представлять в сравнении с аналогичными показателями почв суходольного луга, расположенного на коренной террасе.

Материал и методы

Материалом для настоящей работы послужили в основном исследования почвенной мезофауны проведенные в конце второй начале третьей декады октября в 2007–12 гг., допол-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президиума РАН «Живая природа» № 12-П-4-1074.



ненные весенними и летними учетами, выполненными в разные годы [5]. Видовое разнообразие представляет объединенный результат учетов педо- и герпетобионтов ловушками Барбера [6]. Измерение температуры проводились 6 раз в сутки терморегистраторами DS 1921 G-F5. Влажность почвы (содержание гигроскопической воды) определяли по Е.В. Аринушкиной [7].

Гидротермический режим почв на этом участке склона принципиально отличается от травянистых сообществ, расположенных на коренной террасе. Период с положительными температурами почвы на глубине 5 см длится с третьей декады марта до конца октября, а на террасе этот показатель почти на 1.5 месяца короче за счет более позднего прогревания весной. Максимальное значение температура достигает в июле – 38 °С, что на 12 °С выше по сравнению с террасой и превышает порог переносимый многими беспозвоночными. Сумма положительных среднесуточных температур составляет свыше 3000 °С, это почти на 800 °С больше чем в травянистых сообществах коренной террасы. Различие суммы эффективных температур (более 10 °С) между сравниваемыми биотопами составляет около 900 °С.

Для оценки возможных пределов изменения влажности почвы в вегетационный период на склоне были отобраны пробы в середине июля (в продолжительный период без осадков) и в октябре во время отбора проб. Летом, влажность почвы на глубине 5–7 см, изменяется от 6.4 до 9.6 % при среднем значении 7.4 %. Осенью этот показатель увеличивается в 3 раза и составляет 20.5–24.8 % при среднем значении 22.1 %. Весной (в апреле) влажность достигает почти 34 %. Осенью, в те же сроки, влажность почвы травянисто сообщества на коренной террасе была близкой и составляла около 20 %.

В овраге, влажность почвы в самый засушливый период была почти в два раза выше по сравнению со склоном и составляла 13.6 %, а осенью достигала 29 %. Более высокие показатели влажности связаны не только с уменьшением количества солнечной радиации достигающей поверхности почвы из-за высокой сомкнутости растительного покрова, но и действием гравитационных сил, благодаря которым, влага вдоль поверхности склона оврага стекает к тальвегу. По теплообеспеченности почва в овраге близка к показателям разнотравного луга. Сумма положительных среднесуточных температур составляет около 2500 °С, близкое значение имеет и максимальная температура на глубине 5 см – 25.5 °С. Безморозный период длится около 7 месяцев и начинается в первой декаде апреля на 2 недели позже чем на склоне.

За время исследований на склоне выявлено около 65 видов беспозвоночных. В основном это жуки, представленные 46 видами из 13 семейств. В овраге разнообразие беспозвоночных было выше около 100 видов, среди которых жуки составляли свыше 80 % из 23 семейств. Высокая динамическая активность герпетобионтов отмечена весной (апрель-май) в овраге уловистость беспозвоночных достигала почти 130 экземпляров на 100 л/сут. против 17 в середине лета. На склоне высокая численность герпетобионтов отмечена в середине лета (третья декада июля) более 340 экземпляров на 100 л/сут., а весной этот показатель составлял около 60 экземпляров. Резкое увеличение количества в середине лета произошло за счет жука *Poecilus sericeus* достигшей 254 экз.

Межгодовые колебания плотности популяций почвенных беспозвоночных в осенних учетах на склоне изменялись от 70 до 350 экз./м² и зависели в основном от численности энхитреид и жуков доля которых в структуре населения никогда не опускалась ниже 20%, а в абсолютном выражении изменялась от 40 до 150 экз./м². В апреле 2008 г. плотность популяций почвенных беспозвоночных достигала 486 экз./м² в основном за счет энхитреид (236 экз./м²). Тогда же были отмечены и дождевые черви в количестве 12 экз./м². Летом 2007 года численность почвенных беспозвоночных достигала 160 экз./м², из них свыше 74 % приходилось на жуков.

В овраге плотность почвенных беспозвоночных была существенно выше и изменялась от 260 до 1210 экз./м². Здесь постоянно присутствовали малощетинковые черви, численность которых оказывала существенное влияние на структуру населения. Их количество изменялось у энхитреид от 70 до 1030 экз./м². Постоянно в учетах встречались дождевые черви с численностью от 2 до 22 экз./м², представленные преимущественно *Aporrectodea caliginosa*.

Среди жуков самыми многочисленными как по количеству, так и видовому разнообразию в исследованных биотопах склона были три семейства: жужелицы, стафилины и долгоносики, составляющие около половины видового состава беспозвоночных. В этих семействах встречаются степные виды, у жужелиц – это массовый *Poecilus sericeus*, у долгоносиков – *Otiorhynchus velutinus*, *O. raucus*, *Trachhyphloeus parallelus*, *T. aristatus*, *Sitona lineellu*, у стафилин – *Bledius procerulus* [8]. Кроме этих видов, только в исследованных биотопах обитают чернотелка *Oodescelis polita*, костьянка *Hessebius* sp. и равноногие раки, причем последние встречаются только на склоне.

При значительных различиях в температуре, теплообеспеченности и сезонных колебаниях влажности почвы условия обитания на склоне близки к экстремальным показателям гидротерми-

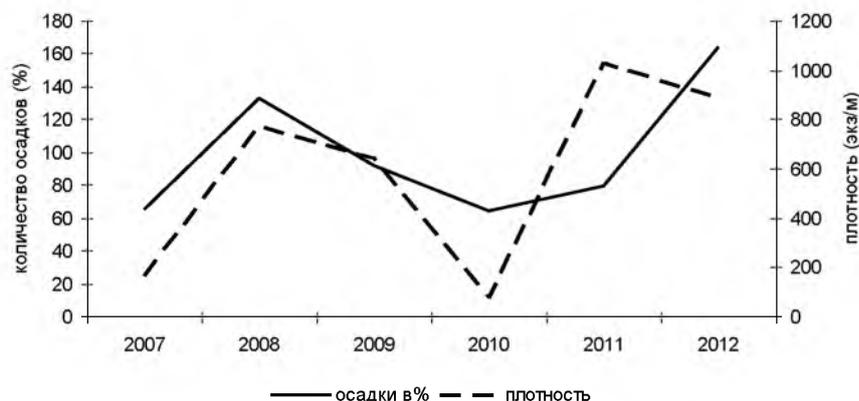


ческого режима степных сообществ. Различия в гидротермическом режиме зональных, южно-таежных сообществ, по сравнению со склонами достигает еще большей величины. Сумма положительных температур в почвах елово-пихтового зеленомошно-кисличного леса расположенного на коренной террасе составляет около 1000 °С [9].

Находясь почти в центре подзоны южной тайги, и в соответствующих ей макроклиматических условиях, существование ксерофильного сообщества уникально и по определению В.В. Алехина [10] является экстразональным, удаленным на сотни километров от зональных аналогов и укладывается в схему их образования. Причем, достаточно точно установленное время начала его формирования, позволяет изучить особенности ценогенеза.

Исследования состава и структуры животного населения почв осенью на протяжении 6 лет начиная с 2007 г. показали, что средняя плотность популяций почвенных беспозвоночных на склоне изменяется в 5 раз – от 70 до 350 экз./м². Столь значительные колебания численности вызваны в основном динамикой олигохет (от 0 до 256 экз./м²) и жуков (от 40 до 150 экз./м²).

Анализ межгодовых колебаний погодных условий выявил, что существенный рост численности энхитреид в осенних учетах на склоне происходит в годы, когда количество осадков в сентябре превышает климатический показатель для этого месяца. В 2008, 2012 годах количество осадков в сентябре на 33 и 63 % превышало климатическую норму, а плотность популяций энхитреид составляла 256 и 64 экз./м² соответственно (рис. 1). В остальные годы количество



осадков колебалось на уровне от 63 до 92 % от климатической нормы, а численность червей не превышала 16 экз./м².

Рис. 1. Межгодовая динамика плотности энхитреид (экз./м²) и количества осадков (% от климатической нормы) в сентябре в почвах склона южной экспозиции

В овраге наблюдается та же тенденция, только количественные показатели беспозвоночных на много выше по сравнению с обитателями почв склона (рис. 2). Плотность популяций беспозвоночных изменяется от 260 до 1210 экз./м², а у энхитреид эта величина изменяется в пределах от 70 до 1050 экз./м². Увеличение численности беспозвоночных сопровождается и ростом таксономического разнообразия. Количество семейств жуков увеличивается почти в два раза с 11 на склоне до 20 в овраге, число видов с 60 до 100, соответственно.

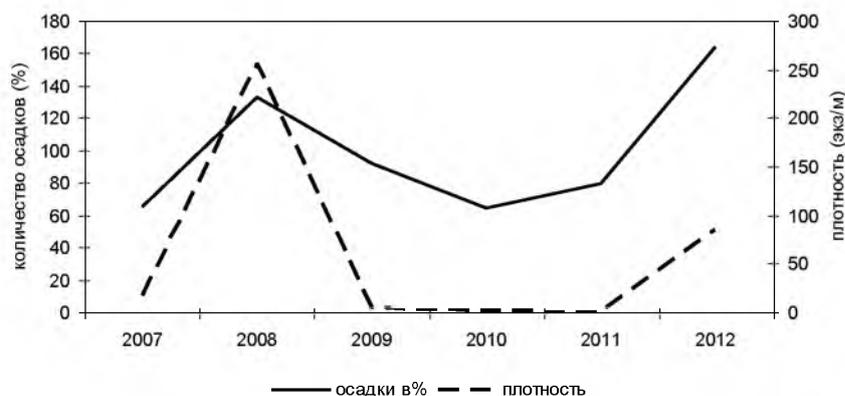


Рис. 2. Межгодовая динамика плотности энхитреид (экз./м²) и количества осадков (% от климатической нормы) в сентябре в почвах оврага на склоне южной экспозиции

Выявленные различия связаны с особенностями гидр-термического режима сравниваемых участков и, прежде всего, увеличением влажн-сти почв.

Увеличивается разнообразие почвообитающих, преимущественно корнегрызущих личинок жуков, которые представлены: пластинчатоусыми, шелконами, златками, долгоносиками и пилюльщиками. Только в ксерофильных сообществах встречаются жуки-чернотелки Другие так-



соны отмечены не регулярно и в меньшем количестве, но их распространение приурочено к зональным ксерофильным местообитаниям – равноногие раки, термофильные костянки.

Динамика трофической структуры почвенных беспозвоночных на склоне изменяется в широких пределах на всех уровнях. У сапрофагов представленных только энхитреидами, эта величина колеблется в пределах от 0 до 33% (табл. 1). Хищники составляют от 11 до 55% и представлены главным образом обитателями почвы. Причем среди них много видов, чье пространственное распространение связано с аридными территориями [11]. К таковым относятся костянка рода *Hessebius sp.*, распространенная в Средней Азии [12]. Признаком аридности служит высокое участие фитофагов в трофической структуре населения, которые составляют от 11 до 76%.

Таблица 1

Трофическая структура животного населения беспозвоночных в почвах склона (в % массы)

Трофическая структура	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Сапрофаги	1.0	33.7	0.5	0.4	0	4.4
Фитофаги	67.3	37.8	54.4	11.6	37.8	76.5
Хищники	27.9	24.9	41.6	18.2	55.0	11.3
Неопределенный	3.8	3.6	3.5	69.8	7.2	7.8
Всего (%)	100	100	100	100	100	100
Всего (масса, г/м ²)	5.08	2.78	1.96	1.07	1.03	4.47

В трофической структуре животного населения почв оврага наблюдаются с одной стороны, признаки большей устойчивости с другой, значительные различия от таковых показателей полученных на склоне (табл. 2). Так, сапрофаги только в 2010 году составляли 14%. В остальные годы их участие изменялось от 48 до 87%. Что касается фитофагов, то в овраге в этот период они имели максимальное значение – 63 %, а в другие годы их участие в трофической структуре варьировало от 7 до 33%. На склоне в 2010 году этот показатель был минимальный за весь период исследований. Хищные беспозвоночные так же имели высокий показатель (20%) в 2010 году. В другие годы их доля в трофической структуре не превышало 10%.

По всем рассматриваемым признакам животное население беспозвоночных в 2010 году выделяется из исследованного временного ряда, как на склоне, так и в овраге. Плотность и масса беспозвоночных имела самые низкие показатели за время исследования и составляли: на склоне – 82 экз./м² и 1074 мг/м², а в овраге – 256 экз./м² и 2480 мг/м². В этот год с мая по октябрь выпало осадков на 109 мм меньше климатической нормы. Учитывая более высокую теплообеспеченность можно предположить, что в 2010 году сложились самые экстремальные условия для почвообитающих беспозвоночных. Таким образом, погодные условия вносят существенные коррективы в количественные показатели и структуру животного населения почв биотопов с повышенной теплообеспеченностью.

Таблица 2

Трофическая структура населения беспозвоночных в почве оврага склона южной экспозиции (в % от массы)

Трофическая структура	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Сапрофаги	55.5	70.4	48.5	14.0	87.5	77.2
Фитофаги	33.1	13.0	37.3	63.3	6.9	14.7
Хищники	9.8	11.7	8.8	20.4	3.1	6.2
Прочее	1.6	4.9	5.4	2.3	2.5	1.9
Всего (%)	100	100	100	100	100	100
Всего (масса, г/м ²)	18.13	7.42	7.77	2.48	12.46	7.37

Заключение

В условиях повышенной солнечной радиации поступающей на поверхность склона и, как следствие, более высокой теплообеспеченности по сравнению с участками расположенными на поверхности коренной террасы, по некоторым температурным характеристикам участки исследованного склона близки к показателям метеостанций степной зоны юга Омской области [13]. Несмотря на большее количество осадков, по сравнению со степной зоной, основным лимитирующим фактором является содержание влаги в почве, которая, поступая только с осадками, в значительной мере расходуется на испарение и сток к основанию склона под действием гравитационных сил. Изменения в рельефе сказывается на влажности почвы, что в свою очередь отражается на составе и плотности растительного покрова. В этой связи, больше влаги будет получать почва оврага за счет увеличения линии водосбора, а межгодовые флюктуации количества осадков на протяжении вегетационного периода будут определять плотность популяций чувствительных к влажности беспозвоночных и, тем самым, влиять на их структуру.



Население беспозвоночных исследованных сообществ обладает рядом признаков характерных для сухих степей. В трофической структуре происходит замещение сапрофагов, преобладающих в сообществах южной тайги, на фитофагов характерных для аридных сообществ [14]. На суровые, специфические условия, формирующиеся на поверхности склона, указывает преобладание среди жизненных форм беспозвоночных собственно почвенных. В таксономическом составе присутствуют ксерофильные виды характерные для степных сообществ.

Выражаю благодарность сотрудникам – Важениной Н.В., Галич Д.Е., Сергеевой Е.В. за помощь при сборе и первичной обработке материалов.

Литература

1. Будыко М.И. Климатические факторы внешнего физико-географического процесса // Труды Гл. геофиз. обсерватории. – Л., 1950. – Вып. 19 (81) – С. 25–40.
2. Алфимов А.В. Термический режим верхних слоев почвы в основных экосистемах пояса редколесий бассейна Верхней Колымы // Пояс редколесий верховий Колымы (район строительства Колымской ГЭС). – Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1985. – С. 9–29.
3. Бухкало С.П. Население беспозвоночных степных и лугово-степных сообществ Верхней Колымы // Экология, продуктивность и генезис травянистых экосистем Дальнего Востока. – Владивосток: Изд-во ДВО РАН, 1990. – С. 138–148.
4. Вычугжанин А. Шведский след в древней столице Сибири // Полтава. Судьбы пленных и взаимодействия культур / Под ред. Т. Топтендаль-Салычева, Л. Юнсон. – М., 2009. – С. 99–106.
5. Гиляров М.С. Учет крупных беспозвоночных (мезофауна) // Количественные методы в почвенной зоологии. – М.: Наука, 1987. – С. 12–29.
6. Barber H.S. Traps for cave-inhabiting insect // J. Elish. Mitchell. Science Soc. – 1931. – № 3. Vol. 46. – P. 259–266.
7. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 489 с.
8. Бухкало С.П., Сергеева Е.В., Семёнов В.Б. Фауна жуков-стафилинид (Coleoptera, Staphylinidae) центральной части южной тайги Западной Сибири // Евразийский энтомологический журнал. – 2012. – Т. 11. – № 4. – С. 343–353.
9. Бухкало С.П. Многолетняя динамика населения почвообитающих беспозвоночных долины и коренной террасы Иртыша // Проблемы почвенной зоологии. Материалы XVI Всероссийского совещания по почвенной зоологии (4–7 октября 2011 г., Ростов-на-Дону). – Москва–Ростов-на-Дону: Изд-во КМК, 2011. – С. 21–23.
10. Алексин В.В. Теоретические проблемы фитоценологии и степеведения. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 216 с.
11. Сергеева Е.В. Видовое разнообразие губоногих многоножек (Chilopoda) подзоны южной тайги Западной Сибири // Тобольск научный – 2010: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Тобольск, Россия, 12–13 ноября 2010 г.). – Тобольск: «Полиграфист», 2010. – С. 37–39.
12. Фарзалиева Г.Ш. Фауна и хорология многоножек (Mulgipoda) Урала и Приуралья: Автореф. Дис ... канд. биол. наук. – Пермь, 2008. – 24 с.
13. Справочник по климату СССР. Выпуск 17. Тюменская и Омская области. Часть II. Температура воздуха и почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 276 с.
14. Чернов Ю.И. Природная зональность и животный мир суши. – М.: «Мысль», 1975. – 222 с.

THE STRUCTURE OF INVERTEBRATE'S POPULATIONS OF THE XEROPHILOUS COMMUNITIES OF SOUTHERN TAIGA OF THE WESTERN SIBERIA

S.P. Bukhkalov

Tobolsk Complex Scientific Station UD RAS, 15, imeni Akademika Yuriya Osipova St., Tobolsk, Tyumen Region, 626150, Russia

E-mail: spbukhkalov@mail.ru

A comparative analysis of the composition, structure and condition inhabit invertebrates on the south slope rock terrace of the Irtysh River was carried out. Hydrothermal conditions investigation places according to the dry steppe. In the composition invertebrates are presence xyrophilous species, in trophic structure predominate phytophagous.

Key words: Western Siberia, invertebrate population, xerophilous communities, rock terrace.