

К СИСТЕМЕ БИОМОНИТОРИНГА БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ В УСЛОВИЯХ ЗАПОВЕДНИКОВ

В.Г.Каплин

Самарская сельскохозяйственная академия, п. Усть-Кинельский

Беспозвоночные играют важнейшую роль в экосистемах, составляя, наряду с бактериями и грибами, основу их гетеротрофного блока, ускоряя круговорот веществ. На их долю приходится более $\frac{3}{4}$ количества видов живых организмов, они отличаются небольшими размерами, скрытым образом жизни, значительной динамикой численности и распределения, многообразием эколого-морфологических типов, циклов развития, трофических связей, применяемых методов учета, что определяет многие проблемы их изучения. Наиболее важным и первоочередным этапом их исследования остается фаунистический, связанный с инвентаризацией видового разнообразия живых организмов различных природных регионов Земли и ее биосферы в целом.

Однако, при организации биомониторинга беспозвоночных на экосистемном уровне важно уделить внимание вопросам структурно-функциональной организации их населения как компонента биогеоценозов. В этом отношении целесообразно изучение беспозвоночных, прежде всего по жизненным сферам, освоение которых имело определяющее значение в эволюции и дифференциации их эколого-морфологических типов или жизненных форм высшего ранга.

Как известно, к одной жизненной форме относятся живые организмы, имеющие сходные эколого-морфологические приспособления к сравнительно однородным условиям среды обитания и занимающие в биогеоценозах близкие экологические ниши. При этом морфологические приспособления выступают как наиболее надежный критерий особенностей воздействия на организмы экологических факторов. Под жизненной сферой мы понимаем сравнительно однородное в физическом, химическом и биологическом отношениях поле деятельности живых организмов, обуславливающее необходимость специальных приспособлений для существования и развития, прежде всего для передвижения и питания. К основным жизненным сферам беспозвоночных относятся поверхность надземных органов семенных растений, ткани растений, открытая поверхность почвы, подстилка и мхи на поверхности почвы, собственно почва, норы позвоночных в почве, водная поверхность, толща воды и донный грунт, воздушная среда, поверхность тела животных, внутренние органы и ткани животных и соответственно к классам их жизненных форм — эпифитобионты, эндофитобионты, эпигеобионты, стратобионты, геобионты, ботриобионты, эпигидроби-

онты, гидробионты, аэробии, эктопаразиты, эндопаразиты (эпизоо- и эндозообии). В качестве особых жизненных сфер, имеющих меньшее распространение, можно выделить также дупла деревьев, гнезда птиц, плодовые тела грибов (микробионты), помет крупных млекопитающих (копробионты), трупы животных (некробионты), полужидкие разлагающиеся органические остатки (сапробионты) и др. Главным критерием при отнесении беспозвоночных животных к той или иной жизненной сфере должно быть не простое нахождение их в соответствующих условиях, а выраженные эколого-морфологические приспособления к существованию в изучаемой сфере.

Главный критерий отнесения беспозвоночных к открытоживущим обитателям семенных растений – наружное воздействие на их надземные органы личинок и имаго в процессе питания. Их основу составляют типичные эпифитобионты, личинки и имаго которых питаются открыто на растениях в течение всего периода развития, и гемикриптобионты, частично защищенные от внешних условий с помощью чехликов, пенистых выделений, свернутых листьев и побегов, шелковинных сеток, трубок, ходов; питающиеся на растениях, но прячущиеся в норах, трещинах, щелях и т.д. При анализе насекомых с полным превращением основное внимание уделяется, прежде всего, их личиночным стадиям. К этой группе беспозвоночных относятся живущие на растениях брюхоногие моллюски (улитки, голые слизни), пауки и особенно насекомые, в частности, ногохвостки семейства *Sminthuridae*, многие богомолы, прямокрылые, сенокосы, равнокрылые хоботные (цикадовые, листоблошки, тли, кокциды, белокрылки), клопы, трипсы, жуки-листоеды, божьи коровки, гусеницы чешуекрылых, златоглазки, личинки пилильщиков и др. Проведение их учетов и изучение целесообразно проводить по надземным ярусам растительности и популяциям доминирующих и обычных видов деревьев, кустарников, кустарничков, многолетних и однолетних трав, хотя отчетливые морфологические приспособления к жизни на растениях различных жизненных форм у них выражены не всегда и отмечены главным образом у прямокрылых. Основу фауны сосущих эпифитобионтов составляют прыгающие и непрыгающие насекомые-фитофаги с неполным превращением (равнокрылые хоботные, клопы, трипсы), сосущие содержимое проводящих сосудов (флэмы, режы ксилемы), паренхимных клеток, тканей растений, откладывающие яйца в естественные полости субстрата, открыто, в ткани растений. Открытоживущих обитателей надземных органов растений учитывают с помощью кошенильного подсчета сравнительно крупных насекомых в полосах учета с заданной длиной и шириной. В большинстве случаев стряхивание дает лучшие результаты по сравнению с кошением, так как позволяет получить данные по абсолютной численности и биомассе эпифитобионтов. Страхивание проводят в сачок или на полог из темной материи в утренние часы, когда обитатели надземных частей растений малоактивны. При этом в зависимости от размеров растений отряхивают отдельные ветви, все растение или его часть.

Обитателей тканей растений также целесообразно изучать по видам и жизненным формам растений. У древесных растений они могут быть разделены на обитателей древесины стволов, ветвей и корней; листьев и зеленых побегов, галлов, цветков, плодов и семян; у многолетних и однолетних трав – листьев и стеблей надземных побегов, подземных органов. У обитателей древесных растений целесообразно различать потребителей живой, свежесмершей, разлагающейся и сильноразложившейся древесины. Основу этой группы животных составляют круглые черви, термиты, галлообразующие равнокрылые хоботные, многие жуки (точильщики, капошонники, златки, блестянки, горбатки, жуки-усачи, зерновки, долгоносики, короеды и др.), гусеницы древоточцев, листоверток, молей, личинки многих двукрылых, в частности, галлиц; ряда перепончатокрылых (пилильщиков, рогахвостов, орехотворок). При учетах обитателей тканей стволов и ветвей древесных растений модельные деревья, кустарники и кустарнички предварительно откапывают до глубины около 1 м, вынимают на полог из грубой материи, отделяют корни от надземной части, а надземные органы расчлениают по горизонтам через 0,5–1,0 м. Глубже одного метра беспозвоночные в корнях растений встречаются редко. В каждом из горизонтов отделяют живые ветви и корни от сухих, расщепляют их и тщательно просматривают, выбирая всех различных невооруженным глазом беспозвоночных. Аналогичным образом вскрывают и просматривают стебли и корни трав. В одной ценопопуляции деревьев, кустарников и кустарничков за один учет обследуют 20–35, многолетних трав – 40–60 модельных растений с учетом возрастного состава популяций (Каплин, 1981). Минеров и галлообразователей однолетних вегетативных частей растений (зеленых побегов, листьев) также учитывают на модельных ветвях и растениях путем просмотра листьев, побегов, выявления внешних повреждений и деформаций и определения вызывающих их эндофитобионтов. Степень поврежденности плодов и семян выясняют в лабораторных условиях посредством их вскрытия и просмотра под лупой или микроскопом. В одной ценопопуляции для анализа берут от 300 до 1000 плодов и семян.

Поверхность почвы занимает переходное положение между надземными органами растений, подстилкой и собственно почвой, и на ней встречаются членистоногие большинства классов жизненных форм во время ухода в почву на неблагоприятное время суток или года и выхода из нее, переходов с одних кормовых растений на другие, при их поисках, смене и поисках хозяев у паразитических форм; выходе имаго насекомых с полным превращением, личинки которых окукливаются или развиваются в почве и т.д. Наиболее распространенным и простым методом учетов напочвенных беспозвоночных является установка напочвенных ловушек Барбера с фиксирующей жидкостью. В одном биогеоценозе за один учет устанавливают 5–10 ловушек на 3–5 суток. Однако, в такие ловушки кроме типичных обитателей открытой поверхности почвы попадает большое количество артродов, развивающихся в других жизненных сферах и

тем или иным образом оказавшихся на поверхности почвы, что большинством исследователей, как правило, не учитывается. В частности, в аридных экосистемах в летнее время в такие ловушки попадает большое количество имаго двукрылых, которых привлекает, прежде всего, повышенная влажность воздуха и более низкая температура в ловушках, заполненных водными растворами фиксаторов. Другие членистоногие принимают ловушки за входы в норы и попадают в них. Типичные напочвенные членистоногие приспособлены к активному передвижению, сбору корма и питанию на сравнительно открытой поверхности почвы. Их основу повсеместно составляют пауки, мокрицы, крупные ногохвостки семейства *Entomobryidae*, прямокрылые, жуки-чернотелки, некоторые жужелицы и особенно муравьи.

Обитателей подстилки и собственно почвы делят, прежде всего, на три размерные группы (Гиляров, 1941). К первой из них относятся физиологически водные беспозвоночные, основу которых составляют простейшие (инфузории, жгутиконосцы, голые и раковинные корненожки), а также такие многоклеточные беспозвоночные, как нематоды, коловратки, тихоходки. Размеры их тела в большинстве случаев менее 1 мм. Интенсивное развитие этой группы животных протекает во влажный и сравнительно теплый период года за счет капиллярной и свободной воды. Они населяют крохотные водоемы, образующиеся в скоплениях почвенной влаги, передвигаются в каплях воды. Количество почвенных инфузорий и жгутиконосцев определяют методом предельного разведения образца почвы жидкой питательной средой (Николюк, Гельцер, 1972). Голых амёб изучают с помощью метода Синга (Singh, 1946). Раковинных амёб выделяют методом прямого микроскопирования почвенной суспензии (Корганова, 1975). Наиболее простым способом учета нематод, коловраток и тихоходов является метод воронок Бермана, куда помещают пробу почвы или подстилки массой 1-10 г и заливают ее на сутки или двое водой так, чтобы образец полностью погрузился в воду (Гиляров, 1987).

Вторая размерная группа обитателей почвы включает микрофауну – преимущественно мелких членистоногих (микроартропод), в основном клещей и ногохвосток, живущих в подстилке, почве, среди мхов, лишайников. Они не имеют роющих приспособлений и живут в полостях и ходах между частицами почвы, где передвигаются по твердому субстрату, питаясь в основном разлагающимися растительными остатками и развивающейся на них микрофлорой. Размеры их тела чаще составляют от 0,4 до 2-3 мм. Среди них выделяют верхнеподстилочные, нижнеподстилочные, подстильно-почвенные, верхнепочвенные, глубокопочвенные формы (Криволуцкий, 1967; Стебаева, 1988). Клещей и ногохвосток учитывают методом их автоматической выгонки из почвенных образцов в термоэлектрорастворителях Тульгрена, куда помещают пробу почвы, объемом 100-200 см³ (Гиляров, 1975).

Средних по величине почвенных членистоногих (прежде всего насекомых, многоножек, пауков, мокриц), а также моллюсков, дождевых червей, крупных энхитреид, размером от нескольких миллиметров до

нескольких сантиметров, включают в состав мезофауны. Они отличаются большим разнообразием жизненных форм и режимов питания. Среди них обычны сапрофаги, фитофаги, хищники. Для этих животных вся почва выступает как среда обитания, многие из них имеют роющие приспособления и активно прокладывают ходы. Среди них выделяют поверхностно-подстилочные, подстилочные, подстильно-почвенные, подстильно-трещинные и другие формы. Наиболее универсальным и технически простым, хотя и трудоемким методом учета почвенной мезофауны, остается метод раскопки почвенных проб по слоям через 5-10 см или генетическим горизонтам до глубины встречаемости животных и разборка их вручную (Гиляров, 1941).

К ботриобионтам относятся преимущественно обитатели нор грызунов и более крупных млекопитающих. Их основу составляют блохи, многие тараканы, некоторые сверчки, жуки-чернотелки, катопиды, карапузики, жужелицы, клопы-хищницы, пауки, личинки ряда двукрылых.

Обитатели пресных водоемов по характеру распределения и поведения делятся на ряд биологических групп: планктон, бентос, нектон и перифитон (Константинов, 1967). Планктоном называют совокупность мелких обитателей водной толщи, лишенных активных органов передвижения на значительные расстояния и пассивно переносимых водными массами. Планктон, включающий растительные организмы, называют фитопланктоном, животные – зоопланктоном, бактерий – бактериопланктоном. Типичный планктон наиболее характерен для больших озер, медленно текущих рек, водохранилищ.

В состав зоопланктона входят инфузории, коловратки, ветвистоусые рачки (дафнии, босмины), веслоногие рачки (циклопы, диапомусы). Размеры тела указанных рачков составляют от 1 до нескольких миллиметров, коловраток – менее 1 мм. Рачки передвигаются толчками, ударяя передними усиками и совершая прыжки. Коловратки перемещаются, плавно вращаясь вокруг оси тела.

К бентосу относятся организмы, живущие на дне водоемов и в донном илу. Они заселяют преимущественно верхние слои ила толщиной 10-20 см. В составе бентоса различают фито-, зоо- и бактериобентос. Зообентос делят на микро- и макрозообентос. К макрозообентосу относятся сравнительно мелкие обитатели донного грунта, а именно: корненожки, жгутиковые, инфузории, кишечноротовые, губки, мшанки, коловратки, ресничные плоские черви (планарии), нематоды, тихоходки. В состав макрозообентоса входят более крупные беспозвоночные, в частности, пиявки, малощетинковые кольчатые черви, моллюски (беззубки, перловицы, биссусы, прудовики, катушки), водяной ослик, гаммарусы, речной рак, личинки веснянок, поденок, ручейников, вислокрылок, стрекоз, водные клопы, личинки двукрылых (долгоножек, комаров, мошек и др.).

Нектон включает наиболее крупных водных животных, имеющих приспособления для активного передвижения в воде на значительные расстояния. Представлен в основном рыбами.

Сообщества водных организмов, которые поселяются на различных предметах и на живых телах в воде, получили название перифитона. Для их изучения используют искусственные субстраты-обрастатели (дерево, стекло). В состав перифитона входят водоросли, инфузории, кишечнополостные, губки, мшанки, коловратки, ракообразные, моллюски, личинки насекомых. Учеты обитателей водоемов проводят хорошо разработанными гидробиологическими методами.

Выделение аэробиионтов в значительной мере условно. К ним относят хищных имаго некоторых насекомых, добывающих пищу в воздухе на лету (имаго крупных стрекоз, ктырей).

Комплексы экто- и эндопаразитических беспозвоночных экосистем одни из наименее исследованных, хотя фауна паразитов отдельных видов многих членистоногих сравнительно хорошо изучена. Их основу составляют простейшие, круглые черви, паразитические перепончатокрылые.

В результате учетов беспозвоночных в биогеоцено-

зах определяют показатели их относительной и абсолютной численности. Данные по относительной численности выражают в экз./100 взмахов сачком, экз./50 ловушко-суток и т.д., а абсолютной численности – в экз./растение, экз./м², экз./га и др. Для целей биогеоценологии наибольшее значение имеют материалы по абсолютной численности животных на единицу площади или объема. Они позволяют сравнивать численность животных разных жизненных сфер. Кроме того, располагая данными по средней массе тела животных и их абсолютной численности, можно определить биомассу животных в г/м², кг/га в живом и сухом состоянии, оценить размеры потребляемой пищи, роль в биогеоценозах. Имея сведения по калорийности и сухой биомассе доминирующих беспозвоночных, можно установить их участие в потоках вещества и энергии в экосистемах. Они являются также основой для расчетов вторичной продуктивности. Эти показатели – одни из наиболее важных при выяснении вопросов функционирования и моделировании экосистем.