

Заключение. Исследуемые состав и разнообразие жужелиц в клённике ясенелистном по отношению к рядом лежащему мелколиственному лесу показало, что общая численность и разнообразие жужелиц в обоих биотопах сопоставима. Инвазивный клён не привёл к резкому снижению общей численности хищных жуков – это важный факт, указывающий на то, что экосистема сохраняет функциональность.

1 Якушко О.Ф. Белорусское Поозерье / О.Ф. Якушко. – Минск: Вышэйшая школа, 1971. – 336 с. Якушко, О.Ф. Геоморфология Беларуси: учебное пособие для студентов географических и геологических специальностей / О.Ф. Якушко, Л.В. Марьина, Ю.Н. Емельянов. – Минск: БГУ, 1999. – 173 с.

2 Александрович, О.Р. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) запада лесной зоны Русской равнины. Фауна, зоогеография, экология, фауногенез / О.Р. Александрович / LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Deutschland / Германия 2014, 462 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО РАЗНООБРАЗИЯ

Ткаченко А.С.¹, Шаповалова А.К.²,

*¹студентка 4 курса, ²студентка 3 курса ВГУ имени П.М. Машерова,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Научный руководитель – Сушко Г.Г., доктор биол. наук, профессор

Функциональное разнообразие – это компонент биоразнообразия, который оценивает разнообразие и распределение функциональных признаков в сообществах. В современном методе оценки биоразнообразия все чаще используется именно функциональный подход. Основывается он на анализе функциональных признаков видов сообщества. Для оценки таких признаков используются индексы функционального разнообразия.

Цель работы – систематизировать теоретические основы оценки функционального разнообразия на примере семейства жужелиц (Carabidae) и проанализировать методические возможности пакета FD в среде R для расчета основных функциональных индексов.

Материал и методы. В качестве материала исследования использован массив отечественной и зарубежной научной литературы, посвященной проблемам биоразнообразия, функциональной экологии и энтомологии. Объектом теоретического анализа выступили функциональные признаки жужелиц (трофическая специализация, морфология, фенология и др.).

Результаты и их обсуждение. В сообществе виды характеризуются различными признаками, отражающими основные аспекты экофизиологии и выбора местообитаний [1], связанные с адаптацией и ролью в экосистеме. Так можно выделить основные группы функциональных признаков жужелиц: трофическая группа, морфология крыльев, размеры имаго, стадия жизненного цикла гибернации, период репродуктивной активности, предпочтения во влажности и биотопе.

Трофическая группа. Выделяют жужелиц по предпочтению в типе питания – зоофаги, зоофитофаги и фитофаги. Различия в типах питания показывают адаптации к местообитанию, а значит и связь с наличием доступных трофических ресурсов в местообитаниях.

Морфология крыльев. По приспособлению к полету выделяют брахиптерных (не способных к полету), макроптерных (с полностью развитыми крыльями) и диморфных (виды, в которых только часть особей с полностью развитыми крыльями). При наличии развитых задних крыльев у жужелиц появляется способность к расселению.

Размеры имаго. Различают крупные виды (с длиной тела более 15 мм), относительно крупные виды (с длиной тела от 10,1 до 15 мм), средние виды (с длиной тела от 6 до 10 мм), мелкие виды (с длиной тела менее 6 мм). Виды с крупными размерами особей нуждаются в обширных, нефрагментированных и стабильных местообитаниях, в большей степени, чем виды с мелкими размерами [1].

Стадия жизненного цикла, на которой происходит гибернация. Личиночная стадия является наиболее уязвимой и подвергается большему влиянию флуктуаций факторов среды во время зимовки по сравнению с имаго.

Период репродуктивной активности. Два основных сезона размножения жужелиц – осень и весна. Виды с переменным сезоном размножения имеют меньший риск вымирания, тогда как виды с преимущественно весенним или осенним сезоном размножения имеют более высокий риск вымирания.

Предпочтения к режиму влажности. Выделяют гигрофильные, ксерофильные и мезофильные виды. Нарушение режима влажности при антропогенном вмешательстве и при изменении климата может приводить изменению видового разнообразия.

Биотопическая приуроченность. Обитают жужелицы в лесах, открытых местообитаниях, а также выделяют эвритопные виды. Обилие обитателей лесов зависит от качества условий обитания, тогда как увеличение числа различных микростообитаний, в том числе открытых способствует распространению эвритопных видов и видов открытых пространств.

Для оценки всех перечисленных признаков, исходя из изученной литературы, повсеместно применяются индексы функционального разнообразия. Они представляют собой инструменты для измерения различных аспектов функционального разнообразия в многомерном пространстве признаков [3]. Наиболее используемые индексы следующие:

Функциональное богатство (FRic). Индекс FRic характеризует объем многомерного функционального пространства, занятого сообществом видов. FRic рассчитывается на основе уникальных комбинаций функциональных признаков видов, определяющих границы выпуклой оболочки (т.н. convex hull) в многомерном признаковом пространстве [2].

Функциональная выравненность (FEve). Индекс FEve рассчитывается на основе расстояний между ближайшими соседями в многомерном функциональном пространстве и отражает равномерность распределения функциональных признаков (с учетом обилия видов) в пределах занятого функционального пространства [2].

Функциональная дивергенция (FDiv). Индекс FDiv измеряет степень, с которой относительные обилия видов сосредоточены у периферии занятого функционального пространства. Он применяется для индикации степени дифференциации ресурсов и конкуренции [2].

Индекс функциональной дисперсии (FDis) – это показатель, используемый для количественной оценки функционального разнообразия сообщества, отражающий распределение или дисперсию признаков видов в многомерном пространстве признаков [3].

Индекс квадратичной энтропии Rao (RaoQ) – представляет собой среднее функциональное расстояние между двумя случайно выбранными особями из сообщества. Он основан на индексе разнообразия Симпсона [3].

Следует отметить, что для расчета этих индексов используется статистическая среда R, в частности, используется пакет «FD» [3]. Так, для вычисления индексов функционального разнообразия используется функция dbFD() [3], что учитывает данные обилия видов и данные функциональных признаков, а точнее основанную на них матрицу дистанции Гауэра [3].

Заключение. Проведенный анализ подтверждает, что оценка функционального разнообразия жужелиц на основе ключевых экологических признаков (трофическая группа, морфология, фенология) с использованием индексов FRic, FEve, FDiv, FDis и RaoQ является эффективным инструментом экологического мониторинга. Пакет FD для R (функция dbFD, матрица Гауэра) предоставляет стандартизированный и воспроизводимый метод для расчета этих индексов, обеспечивая интеграцию теоретической экологии и количественного анализа данных.

1 Habitat specialization, distribution range size and body size drive extinction risk in carabid beetles/ D. Nolte, E. Boutaud, D.J. Kotze [et al.]// Biodiversity and Conservation. – 2019. – Vol. 28. – P. 1267–1283.

2 New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology/ S. Villéger, N.W.H. Mason, D. Mouillot// Ecology. – 2008. – Vol. 89. – P. 2290–2301.

3 A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits/ E. Laliberté, P. Legendre// Ecology. – 2010. – Vol. 91. – P. 299–305.