

УДК 595.762

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ДЛЯ ИНДИКАЦИИ ГРАДАЦИЙ УВЛАЖНЕНИЯ ЭДАФОТОПА В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Бригадиренко В. В.

Использование напочвенных беспозвоночных для индикации степени увлажнения рассматривается во многих работах по зоологической диагностике почв. В некоторых из них [8] сравнивается численность индикаторной группы лишь в нескольких изученных экосистемах, и при этом не учитывается неравномерность, парцеллярность распределения напочвенных беспозвоночных в лесных биогеоценозах. Поэтому полученные выводы можно лишь частично экстраполировать для анализа свойств эдафотопов. Достоверность индикаторных свойств отдельных компонентов герпетобия до настоящего времени не исследована.

В связи с этим, попытаемся в данной работе проанализировать, насколько неравномерно распределены отдельные группы напочвенных беспозвоночных в различных гигротопях степных лесов.

Для формулирования достоверных заключений о распределении вида (таксономической или экологической группы видов или значений какой-либо характеристики герпетобия) в градиенте изучаемого фактора необходимо одновременно провести сборы беспозвоночных в нескольких десятках экосистем. Чтобы уменьшить ошибку, возникающую из-за значительной подвижности компонентов герпетобия, необходимо провести несколько последовательных сборов в каждой из изучаемых экосистем и при проведении анализа оперировать усредненными данными.

Материал и методы

В основу настоящей работы положены сборы беспозвоночных, проведенные в июне – июле 1997 года на Присамарском Международном биосферном стационаре (Новомосковский район Днепропетровской области, Украина). Было обследовано 29 пойменных и аренных лесных экосистем. Сборы беспозвоночных производились ловушками Барбера с 20 % раствором поваренной соли.

Пробные площади располагались в шести гигротопах из восьми, выделенных А. Л. Бельгардом [2; 3]. Еще В. А. Барсовым [1] отмечено, что «система градаций лесотипологических факторов не только весьма удобна для полевых исследований, но как будто специально приспособлена к требованиям дисперсионного анализа». Поэтому исследования распределения значений численности отдельных таксонов, групп видов и характеристик герпетобия проведён нами с использованием однофакторного дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение

В результате анализа распределения доминантных таксономических групп герпетобия (табл. 1) установлено, что численность большинства групп в отдельных гигротопах не достоверно различается в градиенте увлажнения.

Таблица 1
Сравнение численности (особей / 100 ловушко-часов) доминантных таксономических групп и основных характеристик герпетобия в различных гигротопах десных экосистем Присамарья Днепропетровского

Таксономические группы	Гигротопы						F (при $F_{кр}=2,64$)	P
	Мезо-ксерофильные, 1	Ксеро-мезофильные, 1-2	Мезофильные, 2	Гигро-мезофильные, 2-3	Мезо-гигрофильные, 3	Гигрофильные, 4		
Carabidae	0,11± 0,06	0,73± 0,56	1,60± 0,45	0,62± 0,19	0,48± 0,12	2,77± 1,33	1,44	0,249
Staphylinidae	0,05± 0,04	0,41± 0,33	0,44± 0,10	0,32± 0,15	0,22± 0,10	0,73± 0,39	0,57	0,722
Silphidae	0	1,74± 1,12	6,80± 3,89	3,62± 2,03	5,04± 1,20	1,13± 0,44	0,76	0,588
Scarabaeidae	0,02± 0,01	0,10± 0,03	0,16± 0,09	0,45± 0,14	0,69± 0,13	0,12± 0,07	3,64	0,014
Elateridae	0,019± 0,019	0,013± 0,005	0,026± 0,010	0,019± 0,006	0,061± 0,023	0,029± 0,021	0,75	0,595
Dermestidae	0,009± 0,009	0,008± 0,005	0,004± 0,003	0,013± 0,008	0,012± 0,012	0,003± 0,003	0,52	0,762
Tenebrionidae	0,037± 0,014	0,019± 0,008	0,005± 0,003	0,019± 0,011	0,017± 0,017	0,034± 0,023	0,73	0,610
Forficulidae	0	0,53± 0,51	0,60± 0,27	0,13± 0,07	0,27± 0,27	0,01± 0,01	0,90	0,499

продолжение таблицы 1

Таксономические группы	Гигротопы						F (при $F_{кр}=2,64$)	P
	Мезоксерофильные, 1	Ксеро-мезофильные, 1-2	Мезофильные, 2	Гигро-мезофильные, 2-3	Мезогигрофильные, 3	Гигрофильные, 4		
Hemiptera	0,72± 0,04	0,22± 0,09	0,18± 0,06	0,29± 0,13	0,11± 0,11	0,08± 0,06	3,20	0,025
Noctuidae	0	0,35± 0,19	0,72± 0,13	0,27± 0,11	0,59± 0,01	0,13± 0,05	3,75	0,012
Formicidae	0,22± 0,09	8,64± 4,82	0,61± 0,23	11,44± 10,68	0,39± 0,04	0,82± 0,62	0,76	0,587
Ichneumonidae	0,034± 0,034	0,053± 0,023	0,300± 0,161	0,132± 0,047	0,088± 0,023	0,061± 0,024	0,92	0,487
Diptera	0,28± 0,07	0,73± 0,39	1,08± 0,36	1,28± 0,81	1,02± 0,22	0,56± 0,19	0,41	0,837
Julidae	1,08± 0,80	2,14± 0,99	1,76± 0,74	1,85± 0,43	0,88± 0,42	1,55± 0,71	0,21	0,954
Lithobiidae	0	0,07± 0,05	0,12± 0,06	0,03± 0,01	0,04± 0,02	0,05± 0,02	0,81	0,556
Aranei	1,01± 0,39	0,95± 0,15	1,50± 0,40	1,00± 0,27	0,50± 0,23	1,39± 0,48	0,62	0,687
Opiliones	0	0,25± 0,20	0,42± 0,38	0,01± 0,01	0,05± 0,05	0,14± 0,13	0,36	0,870
Acariformes	0,10± 0,10	0,29± 0,13	0,45± 0,12	0,34± 0,15	0,14± 0,01	0,17± 0,13	0,83	0,539
Isopoda	0	0,44± 0,38	1,48± 0,43	1,67± 0,37	0,95± 0,34	2,49± 0,98	1,65	0,186
Stylommatophora	0,01± 0,01	0,15± 0,06	0,46± 0,21	0,55± 0,23	0,28± 0,05	0,61± 0,20	0,91	0,495
Суммарная численность (N)	4,0± 0,9	18,1± 5,2	19,0± 4,5	24,5± 9,2	11,9± 1,7	13,2± 3,4	0,86	0,525
Число видов (S)	26,5± 1,5	40,0± 8,5	55,0± 1,9	43,5± 9,4	47,5± 2,5	47,2± 6,0	1,39	0,264
Индекс Шеннона (H)	3,28± 0,57	2,77± 0,57	4,10± 0,26	3,51± 0,68	3,79± 0,16	4,14± 0,19	1,29	0,301
Индекс Пиелу (P)	0,69± 0,11	0,53± 0,09	0,71± 0,04	0,64± 0,11	0,68± 0,04	0,76± 0,01	1,26	0,314

Лишь для малочисленных семейств Scarabaeidae и Noctuidae и отряда Hemiptera, представленных 1-7 видами, значения критерия Фишера превысили критические значения для 95 % уровня значимости. Это свидетельствует о закономерной смене доминантных видов внутри большинства

рассматриваемых таксонов, ведущей к более или менее постоянным значениям средней численности отдельных групп в различных гигротопах. Значения основных характеристик герпетобия (см. табл. 1) также недостоверно различаются между отдельными гигротопами и не могут служить индикаторами степени увлажнения эдафотопа.

Отдельные виды почвенных беспозвоночных в большинстве случаев имеют более узкие экологические ниши в отношении степени увлажнения эдафотопа, чем экоморфы или таксономические группы. Из 17 доминантных видов жужелиц (Coleoptera, Carabidae) численность лишь у *Pterostichus niger* достоверно отличается в различных гигротопах (табл. 2). Массовые виды жужелиц лесных экосистем (*Harpalus latus*, *H. rufipes*, *Carabus marginalis*) практически равномерно распределены во всех рассматриваемых гигротопах. Многие виды имеют в несколько раз более высокую численность в одном гигротопе, чем в остальных (см. табл. 2), однако это не дает возможности говорить, что они являются индикаторами степени увлажнения почвы с достаточно узким диапазоном значений. Если количество градаций увлажнения уменьшить до 3, достоверность диагностических свойств

Таблица 2

Сравнение численности (особей / 100 ловушко-часов) доминантных видов жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в различных гигротопах лесных экосистем Присамарья Днепрового

Вид жужелиц	Гигротопы						F (при $F_{кр}=2,64$)	P
	Мезо-ксерофильные, 1	Ксеро-мезофильные, 1-2	Мезофильные, 2	Гигро-мезофильные, 2-3	Мезо-гигрофильные, 3	Гигрофильные, 4		
<i>Calosoma inquisitor</i> (Linnaeus, 1758)	0	0,009± 0,009	0,036± 0,019	0,022± 0,011	0	0,008± 0,008	0,81	0,554
<i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1758	0	0,009± 0,009	0,117± 0,107	0,036± 0,036	0,029± 0,029	0,166± 0,093	0,53	0,752
<i>Carabus marginalis</i> Fabricius, 1794	0,008± 0,008	0,040± 0,017	0,045± 0,033	0,058± 0,054	0,084± 0,084	0,009± 0,006	0,37	0,864
<i>Patrobus assimilis</i> Chaudoir, 1844	0	0	0,046± 0,024	0,004± 0,004	0	0,372± 0,372	0,67	0,650
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)	0	0,003± 0,003	0,007± 0,005	0	0,125± 0,102	0,015± 0,012	4,78	0,004
<i>Pt. ovoideus</i> (Sturm, 1824)	0	0,220± 0,220	0,206± 0,134	0,079± 0,079	0,017± 0,017	0,366± 0,249	0,46	0,805

продолжение таблицы 2

Вид жулици	Гигротопы						F (при $F_{кр}=2,64$)	P
	Мезо-ксерофильные, 1	Ксеро-мезофильные, 1-2	Мезофильные, 2	Гигро-мезофильные, 2-3	Мезо-гигрофильные, 3	Гигрофильные, 4		
<i>Pt. melanarius</i> (Illiger, 1798)	0	0,013± 0,013	0,023± 0,014	0,006± 0,006	0,017± 0,017	0,030± 0,026	0,33	0,892
<i>Agonum viduum</i> (Panzer, 1797)	0	0,003± 0,003	0,030± 0,027	0	0	0,321± 0,317	0,69	0,635
<i>Platynus krynickii</i> Sperk, 1835	0	0,006± 0,006	0,023± 0,015	0	0	0,028± 0,028	0,51	0,768
<i>Platyderus rufus</i> (Duftschmid, 1812)	0	0,002± 0,002	0	0,006± 0,006	0	0	0,64	0,671
<i>Amara similata</i> (Gyllenhal, 1810)	0	0,025± 0,016	0,071± 0,034	0	0,009± 0,009	0,015± 0,015	1,33	0,287
<i>Stenolophus proximus</i> Dejean, 1829	0	0	0,005± 0,005	0	0	0,010± 0,008	0,68	0,646
<i>Harpalus rufipes</i> (De Geer, 1774)	0,065± 0,05	0,097± 0,047	0,056± 0,014	0,070± 0,038	0,027± 0,008	0,009± 0,006	1,06	0,405
<i>H. latus</i> (Linnaeus, 1758)	0,012± 0,012	0,031± 0,020	0,088± 0,024	0,041± 0,027	0,012± 0,012	0,072± 0,048	0,79	0,568
<i>Oodes gracilis</i> A. et G.B.Villa, 1833	0	0	0,006± 0,006	0	0	0,212± 0,18	0,98	0,449
<i>Panagaeus bipustulatus</i> (F., 1775)	0	0,060± 0,044	0,061± 0,030	0,013± 0,006	0	0,009± 0,009	1,04	0,420
<i>P. cruxmajor</i> (Linnaeus, 1758)	0	0,032± 0,028	0,131± 0,087	0,081± 0,03	0,038± 0,038	0,020± 0,011	0,63	0,682

Таблица 3

Сравнение численности (особей / 100 ловушко-часов) жизненных форм жулициц в различных гигротопах лесных экосистем Присамарья Днепроовского

Жизненные формы жулициц	Гигротопы						F (при $F_{кр}=2,64$)	P
	Мезо-ксерофильные, 1	Ксеро-мезофильные, 1-2	Мезофильные, 2	Гигро-мезофильные, 2-3	Мезо-гигрофильные, 3	Гигрофильные, 4		
Зоофаги эпигеобионты ходящие крупные	0,008± 0,008	0,070± 0,039	0,199± 0,101	0,126± 0,077	0,113± 0,113	0,204± 0,100	0,48	0,789
З. эпигеобионты бегающие	0	0	0,004± 0,004	0	0	0,024± 0,024	0,63	0,681
З. стратобионты- скважники подстилочные	0	0,228± 0,225	0,323± 0,149	0,096± 0,080	0,027± 0,027	0,601± 0,304	1,00	0,440
З. стратобионты- скважники поверхностно- подстилочные	0	0,101± 0,073	0,336± 0,097	0,114± 0,039	0,059± 0,040	1,065± 0,655	1,40	0,261
З. стратобионты- скважники подстилично- трещинные	0	0	0,002± 0,002	0	0	0,004± 0,004	0,46	0,804
З. стратобионты зарывающиеся подстилично- почвенные	0	0,117± 0,112	0,410± 0,220	0,106± 0,067	0,189± 0,073	0,678± 0,405	0,89	0,505
З. геобионты бегающе-роющие	0	0	0	0	0	0,047± 0,032	1,55	0,214
Миксофитофаги геохортобионты гарпалоидные	0,038± 0,020	0,068± 0,031	0,237± 0,063	0,077± 0,030	0,021± 0,021	0,099± 0,056	2,12	0,099
М. стратобионты- скважники	0	0	0,005± 0,005	0	0	0,010± 0,008	0,68	0,646
М. страто- хортобионты	0,065± 0,050	0,126± 0,074	0,056± 0,014	0,070± 0,038	0,027± 0,008	0,009± 0,006	1,09	0,391
Доля миксофитофагов	84,4± 15,5	49,7± 9,5	25,4± 6,7	29,2± 14,9	11,0± 0,1	24,3± 15,8	2,10	0,102

повысится для большинства видов (однако практическая значимость столь грубой оценки увлажнения очень сомнительна).

Из-за небольшого количества рассматриваемых пробных площадей (29 лесных экосистем) в численности лишь отдельных видов наблюдается нормальное распределение в градиенте увлажнения. Для детальной характеристики экологической ниши вида число анализируемых пробных площадей необходимо увеличить на порядок.

Наши исследования жужелиц степных лесов [4; 5] свидетельствуют о значительной зависимости численности видов от биотических факторов, которые слабо зависят от условий увлажнения эдафотона.

Различия в численности отдельных жизненных форм жужелиц, выделенных по системе жизненных форм И. Х. Шаровой [9], в градиенте увлажнения также недостоверны (табл. 3). Наиболее характерным индикатором степени увлажнения эдафотона является доля миксофитофагов в карабидофауне, которая в рассматриваемых грациях увлажнения снижается с 84 % до 11–24 %. Аналогичные данные получены нами при исследовании фауны жужелиц солончаковых экосистем [6].

Выводы

Таким образом, определение ширины экологической ниши вида (таксономической или экологической группы видов) некорректно проводить на основании изучения нескольких пробных площадей без применения статистических методов обработки данных.

Для нивелирования элементарных почвенных процессов, в первую очередь определяющих численность мезофауны и накладывающих отпечаток на распределение видов по отдельным гигротопам, необходимо проводить одновременные сборы на многих десятках пробных площадей со значительной повторностью.

Примером данного подхода может служить метод топологических спектров [7], используя который исследователь анализирует группу индикаторных видов в целом, что позволяет уловить малейшие отличия в степени увлажнения эдафотона.

Список литературы

1. Барсов В.А. Типология степных лесов – методологическая и научная основа зооэкологических и биогеоценологических исследований животных // Биогеоценологические исследования степных лесов, их охрана и рациональное использование. – Вып. 13. – Днепропетровск: ДГУ, 1982. – С. 148-153.
2. Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР. – К.: КГУ, 1950. – 263 с.
3. Бельгард А. Л. Степное лесоведение. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 336 с.

4. Бригадиренко В. В. Экология *Harpalus rufipes* (Coleoptera, Carabidae) в пойменных и аренных лесах степной зоны // Придніпровський науковий вісник. – 1998. – № 113 (280). – С. 85-91.
5. Бригадиренко В. В. Закономерности распределения жужелиц трибы Pterostichini (Coleoptera, Carabidae) пойменных и аренных экосистем Самарского бора // Известия харьковского энтомологического общества. – 1999. – Т. 7, № 1. – С. 72-74.
6. Бригадиренко В. В. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) заказника Булаховский лиман (Днепропетровская область) // Известия харьковского энтомологического общества. – 2000. – Т. 8, № 1. – С. 86-94.
7. Бригадиренко В. В. Использование топологических спектров в зоологической диагностике почв на примере семейства жужелиц (Coleoptera, Carabidae) // Грунтознавство. – 2002. – № 3-4. – С. 82-98.
8. Мордкович В. Г. Зоологическая диагностика почв лесостепной и степной зоны Сибири. – Новосибирск: Наука, 1977. – 110 с.
9. Шарова И. X. Жизненные формы жужелиц (Coleoptera, Carabidae). – М.: Наука, 1981. – 360 с.

Поступила в редакцию 01.04.2003 г.